a cura di
Giuseppe Pulina

L'alimentazione degli ovini da latte



Edizioni
Avenue media
BOLOGNA

HOME



SOMMARIO/CAPITOLI



NOTE BIOGRAFICHE DEGLI AUTORI



ELENCO ACRONIMI USATI



INDICE SINOTTICO



CREDITI



GUIDA ALL'USO DEL CD-ROM



ESCI



Ministero delle Politiche Agricole e Forestali

Questo libro e il cd-rom allegato sono stati pubblicati con il contributo
del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali
nell'ambito del Progetto Finalizzato
"Ulteriore evoluzione di un programma di alimentazione per ovini e caprini"

Coordinatore generale: prof. Giuseppe Pulina
(gpulina@ssmain.uniss.it)

Edizione e impaginazione:



Via Riva Reno, 61 - 40122 Bologna
Tel. 051 6564311 - Fax 051 6564350
E-mail: avenuemedia@avenuemedia.it
www.avenuemedia.it

Copyright 2001 Avenue media, Bologna
È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata,
compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico, non autorizzata.

HOME

Sommario

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE

a cura di Giuseppe Pulina

Presentazione
di Battista Piras

Capitolo 1
La produzione del latte
di Giuseppe Pulina e Anna Nudda

Capitolo 2
Le esigenze energetiche e proteiche
di Antonello Cannas

Capitolo 3
La nutrizione minerale e vitaminica e i fabbisogni idrici
di Giovanni Annicchiarico e Luigi Taibi

Capitolo 4
L'ingestione alimentare
di Marcella Avondo e Salvatore Bordonaro

Capitolo 5
Tecniche di alimentazione delle pecore e stima del valore energetico e proteico degli alimenti
di Antonello Cannas

Capitolo 6
L'alimentazione e la riproduzione
di Salvatore P. Giacomo Rassu, Giuseppe Enne, Sebastiano Ligios e Giovanni Molle

Capitolo 7
L'alimentazione e la qualità del latte
di Anna Nudda, Gianni Battacone e Giuseppe Pulina

Capitolo 8
L'alimentazione dei giovani
di Paolo Brandano e Alfio Lanza

Capitolo 9
Le turbe digestive e i disordini metabolici
di Massimo Morgante

Capitolo 10
Il pascolamento e il carico animale con particolare riferimento all'ambiente mediterraneo
di Giovanni Molle, Mauro Decandia, Sebastiano Ligios, Nicola Fois e Maria Sitzia

Capitolo 11
La mangimistica
di Lucio Lutri e Luciano Terni

Capitolo 12
La formulazione computerizzata delle razioni alimentari
di Tiziano Bettati

Note Biografiche degli Autori

Elenco Acronimi Usati

Indice Sinottico

Presentazione

In quasi tutte le parti del mondo la pecora é utilizzata prevalentemente in funzione della produzione della carne e della lana.

Tuttavia, fin dai primi decenni del secolo scorso in alcune aree del bacino del Mediterraneo, gli allevatori hanno iniziato una selezione più razionale dei riproduttori anche in funzione della produzione di latte e della facilità di mungitura. Questa azione ha portato in alcune nazioni, in particolare Italia, Francia e Israele, alla affermazione di razze ovine da latte, specifiche per ogni zona.

L'allevamento ovino da latte è un comparto di grande rilevanza in Italia, considerato che la pecora é mantenuta prevalentemente con sistemi di allevamento bradi e semibradi e pertanto è capace di trasformare in prodotti e di alta qualità (latte, carni, lana, pelli, ecc.) l'erba dei prati e dei pascoli per cui valorizza molte produzioni foraggere che nel corso dell'anno sono disponibili nell'azienda.

Questo tipo di allevamento, quindi, svolge in alcune aree del nostro Paese una importante funzione di mantenimento di unità lavorative che dispongono di redditi tutt'altro che marginali e svolgono un ruolo insostituibile anche ai fini della conservazione del territorio, del paesaggio e della stessa cultura dei luoghi.

Il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MiPAF), avendo conoscenza di queste necessità e della carenza di studi specifici in materia di alimentazione degli ovini da latte (esigenze energetiche, proteiche, minerali, vitaminiche, lipidiche e di fibra), nel 1994 ha finanziato un primo programma di ricerca per la formulazione di razioni alimentari indirizzate esclusivamente a questa specie e indirizzo produttivo.

La prosecuzione di tale programma, dopo la valutazione dei primi risultati da parte degli organi consultivi del MiPAF (Comitato nazionale per la sperimentazione agraria e Gruppo di indirizzo e valutazione dei Progetti finalizzati in materia di zootecnia) è stato rifinanziato ed è stato realizzato con la collaborazione dei Dipartimenti di Produzioni Animali delle Università di Sassari e di Catania, dell'Istituto Sperimentale per la Zootecnia del MiPAF, dell'Istituto Zootecnico per la Sicilia e del CRPA di Reggio Emilia.

Il programma nel suo insieme ha consentito di raggiungere risultati innovativi consistenti nella messa a punto di uno specifico software per il razionamento degli ovini da latte. Esso ha consentito inoltre di approfondire le conoscenze in materia di nuove equazioni per la valutazione dell'ingestione alimentare anche di animali al pascolo.

L'innovazione prodotta dal progetto ha riguardato inoltre la messa a punto di nuovi metodi di trasferimento dell'informazione e di contestuale validazione dell'innovazione da parte di aziende facenti parte di una rete di assistenza, seguite da tecnici specializzati in alimentazione e in gestione di software dedicati. Il progetto, quindi, ha una sua particolare validità anche in quanto getta le basi per abbreviare drasticamente i tempi di trasferimento e di collaudo dell'innovazione scientifica da parte del mondo operativo.

Questo manuale fornisce un quadro sinottico delle conoscenze acquisite nell'ambito del progetto e gli autori dei vari capitoli sono per la maggior parte coinvolti nelle attività delle vari unità operative. Il testo esce con il contributo finanziario del MiPAF ed è corredato da un importante supporto multimediale. Questo modello di diffusione dell'informazione tecnica e scientifica fa parte delle nuove modalità di trasferimento delle innovazioni da parte del Ministero.

Battista Piras

Roma, maggio 2001

Capitolo 1

LA PRODUZIONE DEL LATTE

Giuseppe Pulina e Anna Nudda
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

1.1. Il latte ovino

Il latte ovino è composto dall'acqua, che è il costituente principale, e dal residuo secco a sua volta costituito da: lipidi e vitamine liposolubili, in emulsione; proteine e sali minerali legati alle micelle caseiniche, in sospensione; glucidi solubili, minerali, sostanze azotate non proteiche e vitamine idrosolubili, in soluzione.
La composizione media del latte ovino, raffrontata con quelle delle altre tre principali specie ruminanti da latte e della donna, é riportata in Tabella 1.1.

Tabella 1.1 - Confronto fra la composizione chimico-fisica media del latte ovino con quella delle altre principali specie ruminanti e della donna

	Ovini	Caprini	Bovini	Bufalini	Donna
Acqua (%)	82,5	87,0	87,5	80,7	87,5
Residuo secco (%)	17,5	13,0	12,5	19,2	12,5
Grasso (%)	6,5	3,5	3,5	8,8	4,4
Ø dei globuli (m)	4,0	3,9	4,4	-	-
SAT* (%)	5,5	3,5	3,2	4,4	1,10
Caseine (%)	4,5	2,8	2,6	3,8	0,4
Sieroproteine (%)	1,0	0,7	0,6	1,1	0,7
Lattosio (%)	4,8	4,8	4,7	4,4	6,9
Ceneri (%)	0,92	0,80	0,72	0,8	0,3
Ca (mg/l)	193	134	119	190	32
Valore energetico (kcal/l)	1050	650	700	1100	690
Densità	1,037	1,032	1,032	1,030	1,015
Acidità °SH	8,5	8,0	7,1	10,0	-
pH	6,65	6,60	6,5	6,67	6,85
Punto crioscopico °C	-0,590	-0,570	-0,550	-0,580	-

SAT = Sostanze Azotate Totali (Nx6,38)

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 9-31

Rispetto al latte bovino e a quello caprino, il latte ovino è caratterizzato: a) da un più alto contenuto in proteine e in lipidi, che lo rendono particolarmente adatto alla trasformazione casearia in quanto le prime sono le principali responsabili della resa alla trasformazione[17,47] ed i secondi, oltreché contribuire anch'essi alla resa,[11] influenzano le caratteristiche organolettiche dei latticini; b) da una maggiore opalescenza, dovuta principalmente alla riflessione della luce sulle particelle in sospensione (caseine, sali di calcio, fosfati e citrati; c) da colore bianco porcellana, per la carenza di carotene nel grasso; d) da una superiore resistenza alla proliferazione microbica nelle prime ore successive alla mungitura, dovuta alle specifiche proprietà immunologiche; e) da un superiore contenuto in sostanze minerali, in particolare in calcio, che ne innalzano il potere tampone.[27]
I contenuti in grasso ed in proteine (espresse come sostanze azotate totali SAT = N x 6,38) del latte delle diverse razze ovine sono molto variabili (Tabella 1.2) a causa, oltreché dei fattori genetici, anche dell'influenza di quelli ambientali (e talvolta sperimentali) in cui i dati riportati nella tabella sono stati rilevati.

Tabella 1.2 - Valori medi del contenuto lipidico e proteico del latte di alcune razze ovine[6,33]

Razze	Grasso%	SAT %	Riferimento
Aragat	5,70	5,49	*2*
Awassi	6,70	6,05	*29*
Chios	6,60	6,00	*29*
Comisana	7,5-10,6	5,9-10,4	*26*
Delle Langhe	6,75	5,95	*59*
Frisona dell'est	6,64	6,21	*2*
Karagouniki	8,70	6,60	*2*
Lacaune	7,14	5,81	*20*
Leccese	7,93-8,38	5,81-6,30	*10*
Manchega	9,07	5,43	*21*
Massese	6,79-7,44	5,48-5,96	*16*
Merino	8,48	4,85	*5*
Sarda	6,69	5,82	*3*
Tsigai	7,41	5,45	*28*

In media, relativamente alla concentrazione di lattosio, il latte ovino presenta contenuti in grasso e SAT superiori di 1,5 e di 1,2 volte, rispettivamente, mentre il rapporto relativo fra il primo e le seconde è di 1,25.

Un aspetto non secondario riguarda la necessità della standardizzazione delle produzioni ad un prefissato contenuto di grasso e di SAT per consentire, tra le altre cose, l'espressione univoca delle esigenze nutritive degli animali in lattazione. A tal fine sono state proposte numerose relazioni di normalizzazione fra le quali, dato lo scopo squisitamente applicativo di questo manuale, si riportano quelle di standardizzazione ad una concentrazione lipidica del 6,5% e proteica del 5,8%:[42]

$LN_{(6,5)}$ = L(0,37 + 0,097G) (kcal/kg =1.020)
$LN_{(6,5;\ 5,8)}$ = L(0,25 + 0,085G + 0,035SAT) (kcal/kg = 1.047)

dove:
L = latte prodotto in kg;
G e SAT = contenuto lipidico e in sostanze azotate totali del latte, entrambi espressi in %.

1.2. La produzione del latte

La produzione del latte ha in natura l'insostituibile funzione di fornire ai mammiferi neonati l'unico nutrimento fino al momento in cui il loro apparato digerente non é in grado di utilizzare alimenti solidi. La millenaria selezione operata dall'uomo ha consentito di ottenere animali capaci di produrre una quantità di latte di gran lunga superiore a quella necessaria per la sola alimentazione dell'agnello grazie soprattutto all'allungamento della durata della lattazione.

1.2.1. Le basi anatomiche della produzione del latte e la lattogenesi

La lattazione è un processo fisiologico caratterizzato dalla sintesi, dalla secrezione, dalla eiezione e dalla estrazione del latte. Questa funzione fisiologica é resa possibile grazie alla captazione, ovvero filtrazione passiva e attiva, di composti organici e inorganici e di acqua presenti nel plasma sanguigno da parte di cellule epiteliali specializzate della ghiandola mammaria. Tali cellule, di forma cuboidale e con orientamento polarizzato, sono disposte in strutture sferiche (alveoli) con lume centrale all'interno del quale è secreto il latte (Figura 1.1).

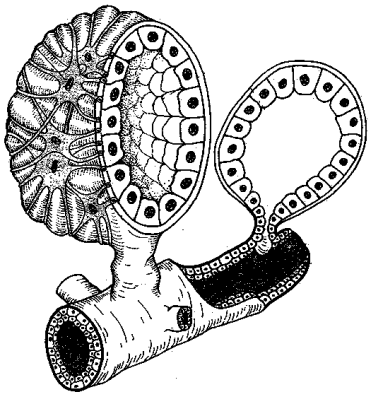


Figura 1.1 - Rappresentazione schematica dell'alveolo mammario[32]

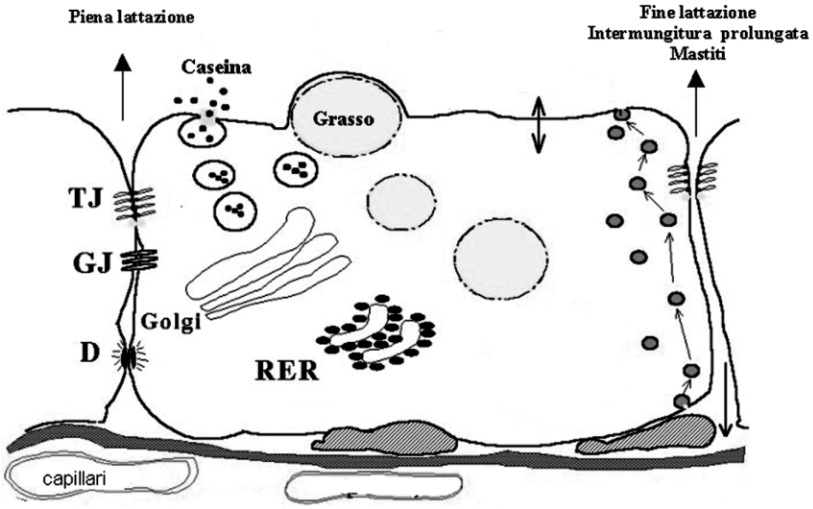
Le cellule costituenti il tessuto secretorio sono unite le une alle altre per mezzo di una serie di giunture di natura proteica (Figura 1.2) costituite nell'ordine baso-apicale da: a) desmosomi, con funzione di adesione; b) giunzioni serrate (gap junction = GJ), con funzioni di collegamento fra le cellule; c) giunzioni strette (tight junctions = TJ), poste nella parte apicale della cellula, con funzione di barriera fra fluido interstiziale, in equilibrio osmotico con il siero del sangue, e il latte contenuto nell'alveolo.[51]

La forma e la polarizzazione delle cellule secretrici implicano l'esistenza di un sistema strutturale di supporto costituito dal citoscheletro, intimamente connesso con le TJ, il quale è formato da una serie di microfilamenti fermamente saldati alla superficie interna della membrana plasmatica ed in continuità con i vari organelli citoplasmatici.

Il citoscheletro condiziona numerose funzioni dinamiche della cellula secretrice, la più importante delle quali è la traslocazione di molecole verso la sua parte apicale. Esso, pertanto, è probabilmente implicato nei meccanismi di secrezione del latte in quanto i precursori di questo (acetato, β-idrossibutirrato, acidi grassi non esterificati, glucosio, aminoacidi, minerali) sono captati dalla parte basale della cellula, mentre i composti di neosintesi sono secreti nella parte apicale.

L'epitelio mammario presenta differenti caratteristiche di permeabilità in funzione dello stadio fisiologico (Figura 1.2): durante la gestazione le sostanze provenienti dal sangue diffondono liberamente tra le cellule e i prodotti della secrezione mammaria possono passare, per la stessa via, nel sangue (via paracellulare); al parto o nei primi giorni della lattazione le TJ si serrano, per cui le sostanze provenienti dal sangue sono obbligatoriamente veicolate dalle cellule

secretrici ed i prodotti contenuti nel latte non possono diffondere liberamente verso il sangue (via endocellulare).



GJ = gap junction; TJ = tight junction; D = desmosomi; RER = reticolo endoplasmatico rugoso)

Figura 1.2 - Rappresentazione schematica dell'epitelio mammario in diversi stadi fisiologici

1.2.2. La differenziazione strutturale della ghiandola mammaria

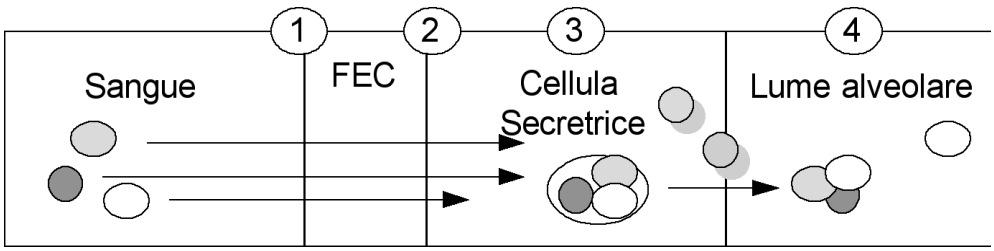
La differenziazione strutturale della ghiandola mammaria, a cui conseguono particolari esigenze nutritive delle agnelle in accrescimento e delle pecore nel corso della gestazione e della lattazione, è sotto il controllo ormonale e si compie secondo tre fasi principali: a) la formazione della struttura lobulo-alveolare, b) la comparsa della specifica attività secretoria caratterizzata da intensa sintesi e secrezione di latte, c) la cessazione della attività di sintesi, seguita dalla involuzione della struttura lobulo-alveolare.

La mammella, il cui sviluppo inizia già durante la fase fetale, presenta un accrescimento molto lento dalla nascita sino ai 3 mesi di età e molto rapido (accrescimento allometrico) dai 3 ai 5 mesi.[1,24] Nella fase prepuberale essa contiene soltanto pochi dotti, ma alla pubertà (5 mesi) si ha un rapidissimo sviluppo sia del parenchima secretivo, sotto lo stimolo del progesterone, che del sistema dei dotti sotto lo stimolo degli estrogeni. Il ritmo di accrescimento del parenchima e la durata della fase allometrica sono notevolmente influenzati dal livel-

lo nutritivo della razione.[24,46] Il maggior sviluppo della mammella si realizza però durante la gestazione, quando all'azione del progesterone del corpo luteo si sommano quelle delle gonadotropine e dell'ormone lattogeno placentare (LP). Nella specie ovina la maggiore secrezione di LP, conseguente ad un peso della placenta più elevato, comporta un maggior sviluppo delle strutture lobulo-alveolari e una superiore produzione di latte: per tale motivo le pecore con parto gemellare hanno una produzione di latte mediamente del 10% maggiore di quella delle pecore con parto singolo.[49] Un ruolo rilevante nell'organogenesi della ghiandola mammaria è svolto inoltre dagli ormoni ipofisari somatotropo (GH) e soprattutto prolattina (PRL).[7] Sotto l'aspetto cronologico, lo sviluppo della struttura lobulo-alveolare inizia attorno al 3 mese di gestazione, progredisce lentamente fino al 4 mese e velocemente nel 5° mese, per cui esso risulta quasi completo al momento del parto.[1,56]

1.2.3. La sintesi del latte

I componenti del latte sono sintetizzati dalle cellule secretrici della mammella a partire dai metaboliti presenti nel sangue; questi a loro volta derivano direttamente o indirettamente dalle sostanze nutritive contenute negli alimenti (Figura 1.3).



1) passaggio dei precursori del latte dal sangue al fluido extracellulare (FEC)
2) captazione dei componenti del latte dal FEC all'interno delle cellule secretrici
3) sintesi dei componenti del latte nelle cellule secretrici e traslocazione delle sostanze neosintetizzate verso la parte apicale della cellula
4) sostanze secrete nel lume alveolare

Figura 1.3 - Schema semplificato dei processi di sintesi e secrezione del latte

Il latte è isosmotico con il sangue, ma non è in equilibrio chimico con questo: rispetto al plasma sanguigno, infatti, contiene quantità superiori di zuccheri (90 volte), di calcio (13 volte), di fosforo (10 volte), di grasso (9 volte) di potassio (5 volte) e quantità inferiori di proteine (0,5 volte) e di sodio (0,15 volte).

I grassi del latte sono costituiti in massima parte da trigliceridi, prodotti di esterificazione della glicerina con acidi grassi, sintetizzati nel reticolo endoplasmatico liscio delle cellule alveolari. Gli acidi grassi a catena corta (C6-C10) sono sintetizzati *ex novo* nella ghiandola mammaria a partire dall'acetato e dal β-idrossibutirrato prodotti nelle fermentazioni ruminali ad opera dei microrganismi ivi presenti;[36] quelli a catena lunga (C>18), già preformati nel sangue, sono captati direttamente dalla mammella e possono provenire sia dagli alimenti che dalla mobilizzazione delle riserve lipidiche corporee; quelli a catena media (C12-C16) hanno un'origine duplice, in quanto derivano in parte da neosintesi ed in parte dai lipidi ematici.[31,52] La ghiandola mammaria, in minor misura l'intestino, possiedono un sistema di desaturasi con alta affinità per l'acido stearico che viene convertito in acido oleico, ma che mostra una certa affinità anche per gli acidi grassi di maggiore o minor peso molecolare. Una particolarità del latte ovino è la sua ricchezza sia in acidi grassi a corta e media catena, in particolare caprilico (C8:0) e caprico (C10:0), sia in acido linoleico coniugato (CLA), composto di grande rilevanza per la nutrizione umana in quanto ad esso sono state attribuite importanti proprietà terapeutiche.[4]

Le sostanze azotate sono per la maggior parte sintetizzate nel reticolo endoplasmatico rugoso delle cellule secretrici a partire dagli aminoacidi captati dal sangue. Gli aminoacidi liberi plasmatici provengono dalla digestione delle proteine microbiche e di quelle di origine alimentare non degradate nel rumine, dalle reazioni di transaminazione epatica e, soltanto nei casi di forte carenza azotata della razione, dalla mobilizzazione delle proteine corporee. Le sieroalbumine e le immunoglobuline sono trasferite direttamente dal sangue al latte e la loro concentrazione aumenta notevolmente durante il periodo colostrale e nel caso di processi infiammatori a carico della mammella. L'azoto non proteico deriva dal catabolismo proteico della mammella e dalla filtrazione di analoghi prodotti dal sangue; l'urea, il composto azotato non proteico più abbondante del latte (2-3% delle SAT), proviene direttamente dal sangue per diffusione per cui le concentrazioni nei due fluidi sono strettamente correlate.[13]

Il lattosio é sintetizzato nell'apparato del Golgi delle cellule alveolari, a partire dal glucosio ematico per azione enzimatica della lattosio-sintetasi; fra tutti i componenti del latte, esso è quello meno variabile in quanto la quantità di latte secreta è condizionata direttamente dal suo ritmo di sintesi.[36]

I minerali e le vitamine, esclusivamente di provenienza ematica, subiscono nella mammella variazioni di concentrazione; quella dei minerali, in paricolare, riflette i livelli intracellulari per il Na, il K ed il Cl che sono molto diffusibili, ma non per il Ca, il Mg, il P ed i citrati che sono soltanto parzialmente diffusibili.

1.2.4. La secrezione del latte

La secrezione è il meccanismo di trasferimento dei composti di neosintesi cellulare e delle sostanze captate dal citoplasma al lume alveolare. La maggior parte di questi (proteine, lattosio, calcio, fosfati e citrati) è veicolato all'interno di vescicole secretorie che migrano verso la parte apicale della cellula, sotto la probabile guida dei microtubuli del citoscheletro, e riversano il loro contenuto nel lume alveolare per esocitosi.

L'acqua è trasportata dalle vescicole e la sua quantità è regolata dalla pressione osmotica; poiché il lattosio costituisce il principale elemento osmotico presente all'interno delle vescicole, la quantità di latte secreta dipende dal suo ritmo di secrezione per cui, come già detto, la concentrazione di questo disaccaride nel latte è relativamente costante.

I lipidi presentano un tipo di secrezione apocrino, in quanto sono riversati nel lume alveolare circondati da uno strato di membrana plasmatica costituito da fospolipidi (Figura 1.2).

La concentrazione dei costituenti minerali è, come già accennato, profondamente differente fra latte e sangue (Figura 1.4): nel primo sono superiori quelle in potassio, in calcio e in fosforo, inferiori quelle in sodio e in cloro in quanto esistono dei meccanismi attivi di regolazione differenziale delle concentrazioni che in citologia sono indicati con il termine di "pompe" (Figura 1.5a).

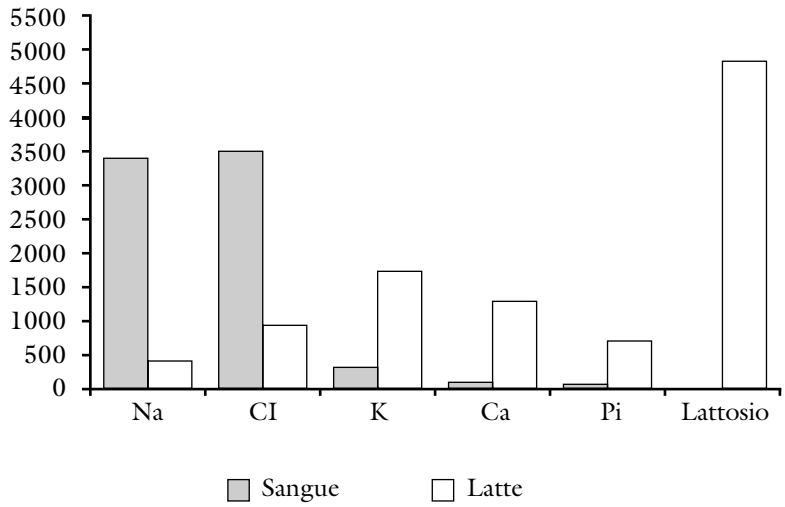
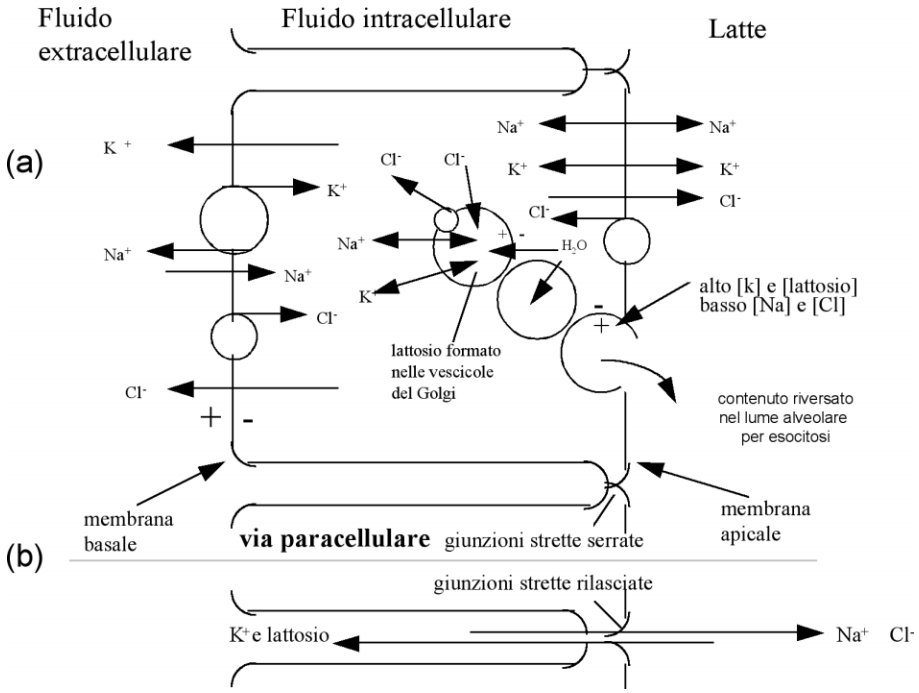


Figura 1.4 - Concentrazione di alcuni elementi minerali e del lattosio (espressi in ppm) nel sangue e nel latte

In particolare, sono state evidenziate tre pompe: una Na-K, che consente l'osmolarità del K fra citoplasma e latte; una del Ca, localizzata nella membrana plasmatica, responsabile del trasferimento dell'elemento dalla membrana basale al citosol; un'altra, sempre riguardante il Ca, localizzata nell'apparato del Golgi, che rende disponibile il Ca per la formazione delle micelle di caseina.[8]
In particolari condizioni fisiologiche - quali la fase finale della lattazione, l'eccessiva distensione alveolare per intermungitura prolungata, le infiammazioni della ghiandola mammaria - le concentrazioni degli elementi minerali del latte subiscono un'alterazione (quelle del sodio e del cloro aumentano mentre quelle del potassio, dei fosfati, dei citrati e del lattosio diminuiscono) e tendono all'isotonismo con il sangue.



(a) Rappresentazione schematica del movimento degli ioni, del lattosio e dell'acqua tra fluido extracellulare, fluido intracellulare e latte. La direzione delle differenze di potenziale elettrico sono indicate dai segni (+) e (-).

(b) Rappresentazione schematica del movimento paracellulare degli ioni attraverso le giunzioni strette (TJ) rilasciate tra le cellule mammarie nei casi di infiammazione dell'epitelio secretivo o di fasi finali di lattazione.[36]

Figura 1.5 - Gli equilibri osmotici dell'epitelio secretivo

Questo fenomeno è attribuibile alla perdita di integrità delle giunture con conseguente permeabilizzazione del parenchima secretivo, dimostrabile dall'aumento delle sieroalbumine e delle attività enzimatiche seriche (-α-antitripsina, N-acetil-β-D-glucosaminidasi, transaminasi glutammico ossalacetica, γ glutamil transferasi) nel latte.[36,45,57] La via paracellulare diventa quindi attiva e rende possibile lo scambio fra soluti del fluido extracellulare e del latte alveolare (Figura 1.5b). Lo scollamento delle TJ altera l'attività del citoscheletro che perde le sue proprietà dinamiche e non garantisce la traslocazione dei composti neosintetizzati verso la parte apicale della cellula. L'accumulo di tali composti nel citoplasma inibisce l'ulteriore sintesi e predispone la cellula all'involuzione, fenomeno regolato da numerosi fattori tra i quali un ruolo determinante è svolto dal sistema enzimatico plasminogeno-plasmina.[58] La plasmina è uno dei principali enzimi proteolitici del latte e si trova per l'80% sotto forma del suo proenzima inattivo (plasminogeno) legato alle micelle caseiniche sulle quali esercita la più elevata attività proteolitica. La trasformazione del plasminogeno in plasmina è regolato dai plasminogeno attivatori (PA), la cui attività dipende principalmente da enzimi inibitori dei plasminogeno-attivatori (PAI). A fianco dei PAI una forte azione di regolazione dei PA è svolta dal fattore di accrescimento insulino-simile (IGF-I), la cui secrezione è regolata sia dall'ormone somatotropo (GH), di cui è il mediatore, che dallo stato nutrizionale dell'animale.
L'alimentazione può influire sul processo di involuzione cellulare attraverso la regolazione della concentrazione di IGF-I la quale tende ad essere maggiore in animali ben nutriti.[30] La tecnica di somministrazione dei concentrati e la qualità complessiva della razione possono influenzare i livelli ematici di IGF-I: l'aumento della frequenza di somministrazione da 1 a 3 volte al giorno ed il miglioramento della digeribilità della razione hanno comportato un aumento della concentrazione ematica della somatomedina in pecore a fine gestazione.[18] Ciò potrebbe spiegare l'effetto positivo sulla produzione e sulle caratteristiche casearie del latte riscontrato da alcuni autori[12,43,53] in pecore a fine lattazione in cui era stata notevolmente migliorata la qualità della razione.

1.2.5. L'eiezione del latte

L'eiezione è il trasferimento del latte secreto dall'alveolo alla cisterna della mammella. Essa è regolata da un meccanismo neuroendocrino, originato dalla stimolazione del capezzolo con la poppata o la mungitura, per cui i segnali nervosi, giunti all'encefalo, sono trasferiti ai nuclei ipotalamici (sede di sintesi dell'ossitocina) e da qui all'ipofisi (sede del suo accumulo) da cui il neurormone è rilasciato nel torrente sanguigno. L'ossitocina agisce sulle cellule mioepiteliali degli

alveoli mammari provocandone la contrazione e quindi lo svuotamento. Il latte defluisce così nei piccoli dotti e da questi gradatamente arriva alla cisterna. In tal modo i prodotti della secrezione si distribuiscono, nell'intervallo tra due poppate o due mungiture, in proporzioni diverse tra il sistema lume alveolare-piccoli dotti ("latte alveolare"), e quello dotti collettori-cisterna ("latte cisternale").
La contrazione degli alveoli, pur determinando un considerevole aumento della pressione endomammaria, non raggiunge una intensità tale da superare la resistenza dello sfintere del dotto papillare; questa potrà essere vinta soltanto con la suzione o la mungitura, per cui solo il latte cisternale è teoricamente accessibile all'agnello in assenza della azione ossitocinica.
Nelle pecore da latte la presenza di una cisterna molto voluminosa consente la raccolta in essa del 60-80% del secreto residente nella mammella.[34] Il riempimento della cisterna e dei dotti galattofori, sia per l'eccessivo prolungamento dell'intermungitura che per la mancata poppata del neonato, può accelerare l'involuzione della ghiandola mammaria. La elevata capacità di distensione sia dei dotti che della cisterna consente comunque di far fronte ad un temporaneo sovrariempimento (15-16 ore) e di limitare la riduzione della sintesi e della secrezione del latte.
Per lungo tempo è stato ritenuto che il fattore limitante la secrezione del latte fosse la pressione intramammaria generata dal suo accumulo all'interno della mammella che, causando la distensione degli epiteli, avrebbe provocato la compressione dei vasi ematici, con riduzione dell'afflusso di sangue a cui sarebbero conseguiti minori captazioni di ossigeno, di precursori del latte e di ormoni dal liquido extracellulare. Questa teoria ha perduto molta della sua validità a seguito di successivi studi condotti nella capra[60] e nella vacca[55] che hanno messo in evidenza come altri meccanismi, quali la perdita di integrità dell'epitelio mammario e/o la presenza di una proteina inibitrice denominata FIL (Feedback Inhibition of Lactation) la cui azione si esplica a livello alveolare, sono profondamente coinvolti nel decadimento produttivo osservato in seguito all'accumulo di latte nella mammella. Il meccanismo di regolazione autocrino di secrezione del latte è stato recentemente evidenziato, dagli autori di questo capitolo, anche nella pecora da latte.

1.2.6. L'estrazione del latte

Il latte secreto dalla ghiandola mammaria può essere estratto naturalmente dagli agnelli mediante la poppata oppure artificialmente dall'uomo mediante la mungitura. Nei sistemi di allevamento tradizionali spesso le due modalità di estrazione si susseguono nel corso della lattazione con un limitato periodo di sovrapposizione: ad una fase di esclusivo allattamento che si protrae di norma

per le prime due settimane, ne segue una di allattamento e di mungitura del latte eccedente le necessità dell'agnello per le due successive che prosegue, dopo lo svezzamento o il sacrificio di quest'ultimo, con la sola mungitura.
Al momento della rimozione il latte presente nella mammella è ripartito in due frazioni: quella "alveolare", contenuta prevalentemente negli alveoli e nei piccoli dotti, e quella "cisternale", contenuta nei grossi dotti e nella cisterna del latte. Il rapporto tra le due frazioni varia in funzione dell'ampiezza della cisterna e dipende dall'individuo, dalla razza e dallo stadio fisiologico. Relativamente a quest'ultimo aspetto la frazione del latte cisternale aumenta, e parallelamente quella alveolare diminuisce, in presenza dei corpi lutei in quanto l'azione dell'ossitocina luteale esercita una forte azione galattopoietica dovuta probabilmente alla minore stagnazione del latte in prossimità delle cellule secretrici.[25]

1.3. L'evoluzione della produzione del latte

La quantità di latte prodotto (L) dalla ghiandola mammaria, in una determinata fase della lattazione, dipende dal numero di cellule secretrici attive (nC) e dall'efficienza di sintesi di ciascuna cellula (w) per cui:

$$L = w\ nC$$

I meccanismi di evoluzione e rimodellamento cellulare, in cui le cellule secretrici regrediscono gradualmente da uno stato di secrezione ad uno di stasi secretiva, incidono direttamente su *nC* e pertanto danno origine, a parità di soggetto in cui l'efficienza secretiva *w* è prioritariamente determinata geneticamente, ad una evoluzione produttiva nel corso della lattazione nota come *curva di lattazione*.
Come già accennato i meccanismi di rimodellamento cellulare sono governati: a) per via locale, ossia nel caso in cui la mammella non sia svuotata dalla poppata oppure dalla mungitura (questi meccanismi hanno l'importanza evolutiva di salvaguardare la potenzialità riproduttiva materna nel caso in cui questa perda uno o più figli), dal Fattore Autocrino di Inibizione della Secrezione FIL,[37] dai fattori proinfiammatori,[19] dalla distensione alveolare e dal flusso sanguigno nella mammella; b) per via generale, cioè in lattazioni che decorrono normalmente, dal sistema enzimatico plasmina/plasminogeno[41] e dall'apoptosi cellulare.[44]
Questi meccanismi, attivi durante tutta la lattazione, possono subire una accellerazione in caso di infiammazioni a carico della mammella, di riduzione della frequenza di mungitura o di mancata rimozione del latte e di riduzione degli

apporti nutritivi. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto esiste una correlazione positiva tra apporti nutritivi e quantità di latte sintetizzato, in quanto questa dipende dalla entità dei substrati disponibili per il processo di sintesi cellulare.[48] La disponibilità di substrati per la sintesi non rappresenta però l'unico fattore limitante. Riscontri sperimentali recentemente ottenuti dagli autori di questo capitolo su pecore primipare ben alimentate hanno evidenziato che la produzione di una emimammella munta due volte al giorno (nella controlaterale era stata soppressa totalmente la mungitura per una settimana) è stata la metà di quella ottenuta da una mammella munta regolarmente (1221 *vs* 618 g/d). Questi risultati sottolineano che ad una maggiore disponibilità di nutritivi (quelli non utilizzati dalla controlaterale non munta) non ha corrisposto un aumento della loro captazione per la sintesi del latte da parte dell'emimammella evacuata regolarmente: ciò può essere spiegato con il fatto che l'efficienza di sintesi di ciascuna cellula (w) era satura per il fattore disponibilità di nutritivi per cui la produzione di latte è risultata condizionata esclusivamente dal numero di cellule attive (nC) nello stadio di lattazione durante il quale è stata effettuata la sperimentazione.

La descrizione dell'evoluzione temporale della produzione di latte nei ruminanti domestici in generale, e negli ovini in particolare, rappresenta una delle più importanti applicazioni della modellistica matematica al settore delle scienze zootecniche.[40] La lattazione è infatti il principale fenomeno che si verifica nelle aziende specializzate per la produzione del latte e la previsione del suo andamento è di grande rilevanza sia sotto l'aspetto della conduzione (al livello produttivo sono legati gran parte degli input aziendali) che sotto quello del miglioramento genetico (una accurata descrizione della lattazione è indispensabile per la stima del fenotipo in quanto sono normalmente disponibili soltanto alcuni dati produttivi per ciascun capo in lattazione).[35]

Sono state proposte molte funzioni analitiche del tempo per descrivere la curva di lattazione,[50] ma quella che ha trovato la più larga diffusione è l'equazione gamma modificata, originariamente proposta da Wood[61] per la vacca:

$$y(t) = a\ t^{b}\exp(-ct)$$

in cui *y(t)* è la produzione giornaliera media al tempo *(t)* ed *a*, *b* e *c* sono parametri con valore positivo che caratterizzano la forma della curva di lattazione.

Nel caso degli ovini da latte l'andamento caratteristico della curva di lattazione è risultato in genere idoneo a descriverne l'evoluzione produttiva sopratutto per valori medi di gruppi abbastanza consistenti di animali (medie di gregge).

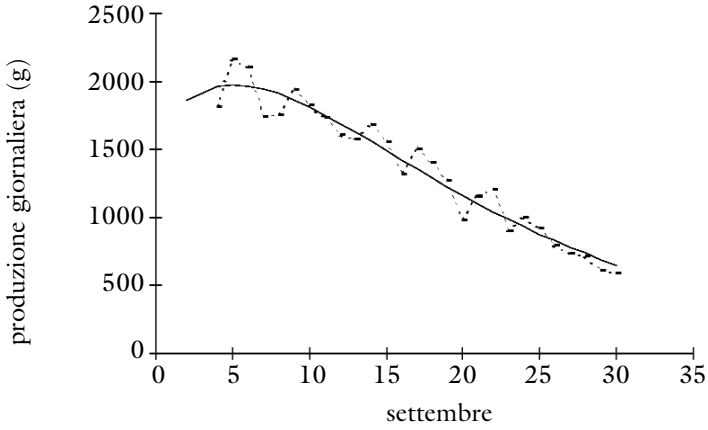


Figura 1.6 - Curva di lattazione individuale di una pecora di razza Sarda adattata al modello di Wood

Nel caso di singoli animali, invece, l'equazione può adattarsi bene (Figura 1.6) oppure non adattarsi affatto.
Non è raro infatti osservare l'evenienza (fino al 50% delle curve analizzate) per cui alcuni parametri si portano al di fuori del *range* dei valori consentiti, cioè di quei valori per i quali la funzione conserva un chiaro significato biologico.[15,23,38] Il caso più tipico è quello del parametro *b* collegato al valore del momento in cui si verifica il picco di lattazione e che, nei casi suddetti, assume segno negativo (Figura 1.7)

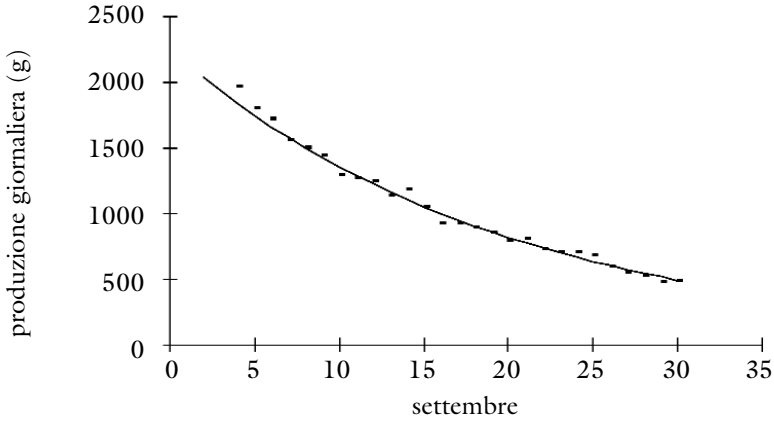


Figura 1.7 - Esempio di curva di lattazione di una pecora di razza Sarda non adattabile al modello di Wood: in essa (apparentemente) non si manifesta il picco di lattazione

Evidentemente, un valore negativo del tempo non ha alcun significato. Si potrebbe dire che le curve con *b* negativo sono in effetti prive del picco di lattazione; ma questa affermazione non è corretta perché, se è vero che in alcuni casi il segno negativo della stima di *b* si accompagna ad un andamento della produzione lattea che si contrae alla sola fase decrescente, in altri casi una fase di produzione crescente continua ad essere presente, anche se contenuta in un intervallo di tempo molto ristretto e quindi con andamento quasi impulsivo. L'analisi del fenomeno richiede pertanto che sia tratta la conclusione più radicale, con il riconoscimento esplicito che l'equazione di Wood - come qualunque altro modello empirico della curva di lattazione originariamente studiato per la vacca da latte - non è applicabile alle curve di lattazione delle pecore da latte in un 30-50% dei casi.
Il modello di Wood è stato ampiamente impiegato per la descrizione dell'evoluzione del contenuto dei macrocostituenti del latte. In questo caso il segno dei parametri è invertito a causa dell'andamento speculare del fenomeno dovuto alla ben nota correlazion negativa fra la produzione quantitativa e la concentrazione in grasso e proteine.
A titolo di esempio si riportano i valori dei parametri dell'equazione di Wood adattata alla curva di lattazione quantitativa e qualitativa di pecore di razza Sarda (Tabella 1.3).

Tabella 1.3 - Valore dei parametri delle curve di lattazione di pecore di razza Sarda

Curve di	**a**	**b**	**c**	**R^2**
Latte (g/d)	934	0,181	-0,041	0,983
Grasso (%)	7,51	-0,186	0,028	0,957
SAT (%)	5,19	-0,035	0,013	0,954
Lattosio (%)	3,82	-0,011	0,012	0,947

In particolare, con il procedere della lattazione è stato osservato che: a) l'andamento dei contenuti lipidico e proteico è opposto rispetto a quello della curva di produzione ed entrambi sono simili ai corrispondenti andamenti nella specie bovina; b) il contenuto in caseina rimane costante, aumenta il contenuto in grasso, in SAT (Figura 1.8) ed in cellule somatiche (Figura 1.9), in particolare in leucociti polimorfonucleati; c) il contenuto in lattosio si riduce e l'indice crioscopico e l'acidità si abbassano.

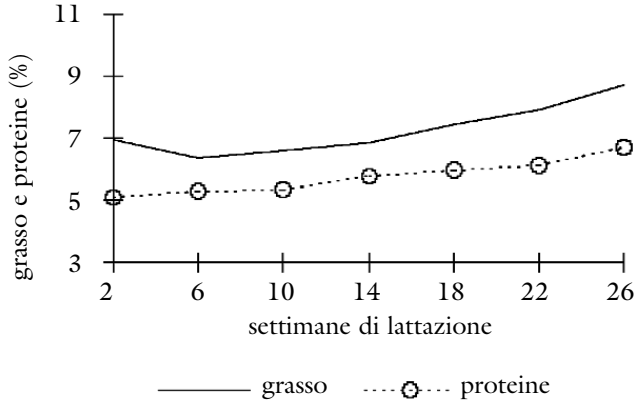


Figura 1.8 - Variazione dei contenuti in grasso e proteine durante la lattazione[39]

L'avanzamento della lattazione comporta, inoltre, un aumento del contenuto in cloruri ed in magnesio associato ad una riduzione di quello in potassio, un aumento del tempo di coagulazione, un incremento dei campione di latte con velocità di coaugulazione lenta o che non coaugulano affatto, un aumento della durata di formazione del coagulo e una riduzione della sua consistenza.

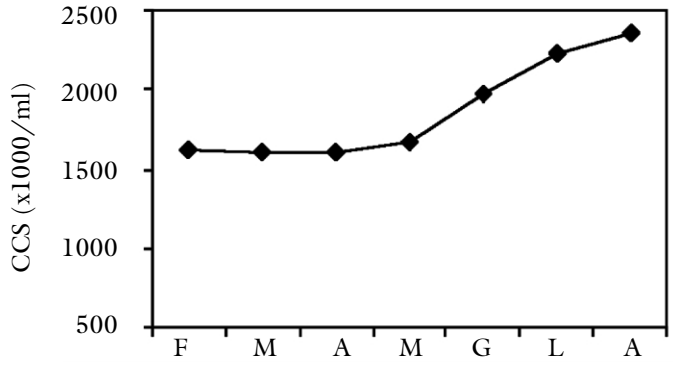


Figura 1.9 - Variazione del CCS durante la lattazione[3]

Con il progredire della lattazione si ha, infine, anche una modifica della proporzione delle caseine: le α e β caseine diminuiscono, le γ e k- caseine aumentano. Un approccio meccanicistico alla descrizione dell'andamento temporale della lattazione è l'elaborazione di un modello bicompartimentale.[14,22]

Questo modello, la cui capacità di descrivere in modo empirico la curva di lattazione era già nota da tempo,[9] stima il numero virtuale di cellule secretrici attraverso la produzione da esse ottenuta nell'ipotesi semplificata che il ritmo di secrezione lattea (w) sia costante per tutte le cellule e per tutte le fasi della lattazione (ad esempio, la produzione di 1,5 litri di latte al giorno equivale a 1500 cellule nell'ipotesi che ciascuna di esse secerna 1 g di latte al dì) e che l'andamento della curva produttiva coincida con il numero di cellule attive (nC) in un determinato stadio di lattazione. Nel modello la mammella è considerata come un sistema a due compartimenti, il primo con *q1* cellule indifferenziate, il secondo con *q2* cellule differenziate. La dinamica del fenomeno perciò è governata dal ritmo di differenziazione e di indifferenziazione cellulare che si osserva con il progredire della lattazione.
Se si indica con $q1 = q1(t)$ il numero di cellule non attive e con $q2 = q2(t)$ il numero di cellule attive allo stesso tempo *t*, la velocità di variazione di *q1*, $dq1/dt$, dipende chiaramente dal numero di cellule inattive presenti $q1(t)$ e da un certo tasso *k1*, mentre la velocità di variazione di *q2*, $dq2/dt$, dipende dal numero di cellule attivate *q1k1*, e da quelle che, intanto, si disattivano *q2k2*. Il fenomeno è quindi descrivibile dal sistema di equazioni differenziali lineari del tipo:

$$\frac{dq_1}{dt} = -k_1 q_1$$

$$\frac{dq_2}{dt} = k_1 q_1 - k_2 q_2$$

Tale sistema di equazioni è equivalente ad una equazione differenziale del secondo ordine:

$$\frac{d^2 q_2}{dt^2} + (k_1 + k_2) \frac{dq_2}{dt} + k_l\, k_2 q_2 = 0 \qquad [1]$$

la cui soluzione generale è la funzione:

$$q_2(t) = \frac{k_1 Q_1}{k_2 - k_1} e^{-k_1 t} + \left[Q_2 - \frac{k_1 Q_1}{k_2 - k_1} \right] e^{-k_2 t}$$

dove Q_1 è il numero iniziale di cellule inattive presenti nel primo compartimento e Q_2 è il numero iniziale di cellule attive presenti nel secondo compartimento.
Se si considera il caso in cui le cellule si attivano con un singolo impulso, come accade nel caso delle pecore la cui produzione presenta un andamento decrescente, l'equazione che interpreta tale andamento sarà:

$$\frac{dq_2}{dt} = -k_2 q_2$$

la cui soluzione è l'esponenziale decrescente:

$$q_2(t) = Q_2 e^{-k_2 t} \qquad [2]$$

Le due soluzioni hanno il seguente andamento:

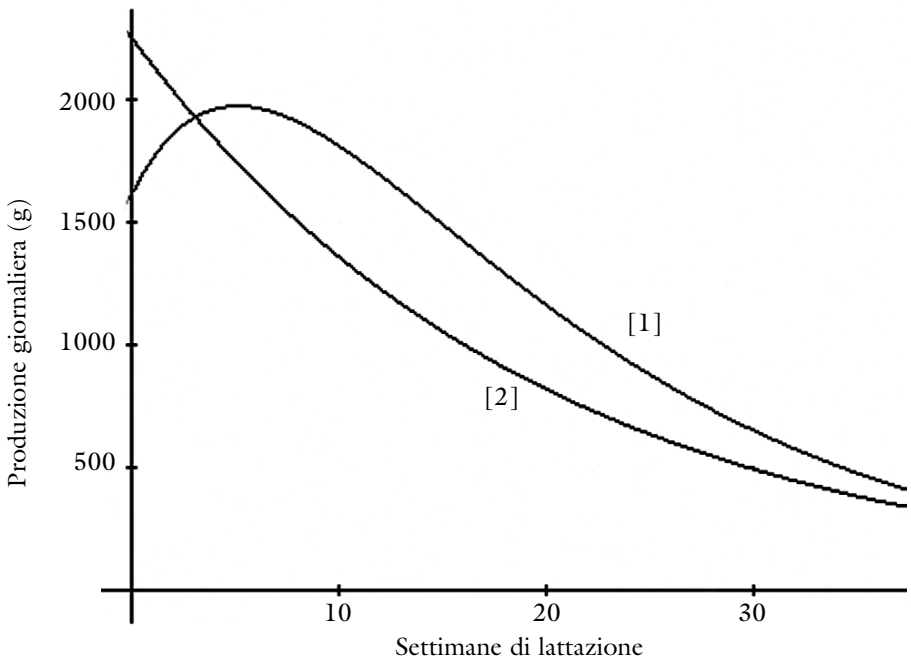


Figura 1.10 - Andamenti della produzione di latte nei ruminanti di tipo "classico" con picco di lattazione (regolari) e di tipo "particolare" (irregolari) riscontrabile negli ovini da latte

Il valore dei parametri stimati con il metodo della regressione non lineare, riferite a curve regolari (in cui si presenta il picco di lattazione) e irregolari (nelle quali il picco non è presente) sono riportati in Tabella 1.4.

Tabella 1.4 - Parametri del modello bicompartimentale riferiti a curve regolari e irregolari di pecore di razza Sarda[14]

Tipo di curva	Q_1	Q_2	k_1	k_2	R^2
Regolare	6912	1500	0,0671	0,1633	0,987
Irregolare		2323		0,0542	0,928

La simulazione dell'andamento dei due tipi di curve di lattazione può essere agevolmente ottenuta con l'ausilio di un modello a due compartimenti costruito in STELLA® il cui diagramma di simulazione è riportato in Figura 1.11.

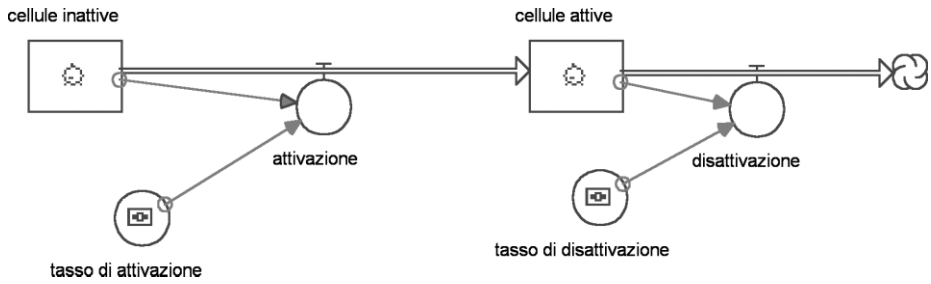


Figura 1.11 - Rappresentazione su STELLA ® del modello bicompartimentale della ghiandola mammaria[54]

Bibliografia

1. Anderson R.R. 1975 - Mammary gland growth in sheep. J. Anim. Sci., 41 (1): 118-123.
2. Anifantakis E.M. 1986 - Comparison of the physico-chemical properties of ewe's and cow's milk. In "Proceedings of the International Dairy Federation Seminar on Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk." Athens, Greece, 23-25 September 1985. Bulletin IDF N. 202/1986: 42-53.
3. ARA-Associazione Regionale Allevatori della Sardegna 2000 - Laboratorio Analisi di Oristano (Italia).
4. Banni S., Martin J.C. 1998 - Conjugated Linoleic Acid and metabolites. In Trans fatty acid in human nutrition. Ed. J.L. Sebedio and W.W. Christie: 261-302.
5. Bencini R. 1993 - The sheep as a dairy animal: lactation, production of milk and its suitability for cheese making. PhD thesis, The University of Western Australia.
6. Bencini R., Pulina G. 1997 - The quality of sheep milk: a review. Aust. J. Exp. Agr., 37: 485-504.
7. Binart N., Ormandy C.J., Kelly P.A. 1999 - Mammary gland development and prolactin receptors. In Biology of the mammary gland. Ed. J.A. Mol & R.A. Clegg. Vol. 480: 85-92.
8. Bingham E.W., McGranaghan M.B., Wickham E.D., Leung C.T., Farrel H.M. 1993 - Properties of [Ca2+ + Mg2+]-adenosine triphosfatases in the Golgi Apparatus and microsomes of the lactating mammary gland of cows. J. Dairy Sci., 76: 393-400.
9. Brody S. 1945 - Bioenergetics and growth. Reinhold, New York.
10. Bufano G., Dario C., Laudadio V. 1994 - La caratterizzazione della pecora Leccese: variazioni della composizione chimica e dei parametri lattodinamografici del latte in relazione al contenuto in cellule somatiche. Atti Simp. Int. "Somatic Cells and Milk of Small Ruminants", Bella, 25-27 settembre: 368-373.
11. Campus R. 1991 - Valutazione della capacità di resa del latte ovino, di razza Sarda, in formaggio Pecorino Romano e Pecorino Sardo. Tesi di laurea di Venusti M.G.
12. Cannas A., Nudda A., Rassu S.P.G., Serra A. 1995 - Effects of concentrate fiber content and lambing season on summer milk yield of dairy ewes on stubble grazing. Atti XI Congr. Naz. ASPA: 283-284.
13. Cannas A., Pes A., Mancuso R., Vodret B., Nudda A. 1998 - Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. J. Dairy Sci., 81: 499-508.
14. Cappio-Borlino A., Macciotta N.P.P., Pulina G. 1997 - The shape of Sarda ewe lactation analysed by a compartmental model. Livest. Prod. Sci., 59: 77-94.
15. Cappio-Borlino A., Pulina G., Rossi G. 1995 - A Non-linear modification of Wood's equation fitted to lactation curves of sardinian dairy ewes. Small Rum. Res., 18: 75-79.

16. Casoli C., Duranti E., Morbidini L., Panella F., Vizioli V. 1989 - Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation. Small Rum. Res., 2: 47-62.
17. Casu S., Marcialis A. 1966 - Contributo alla conoscenza delle relazioni fra composizione del latte e resa in formaggio di tipo pecorino romano. Sci. Tecn. Latt.-cas., 17: 204-213.
18. Chestnutt D.M.B., Wylie A.R.G. 1995 - The effects of frequency of feeding of supplementary concentrates on performance and metabolite and IGF-I status of ewes given silage in late pregnancy. Anim. Sci., 61: 269-276.
19. Colditz I.G. 1988 - Studies on the inflammatory responce during involution of the ovine mammary gland. Q. J. Exp. Physiol., 73 (3): 363-368.
20. Delacroix-Buchet A., Barillet F., Lagriffoul G. 1994 - Characterization de l'aptitude fromagère des laits de brebis Lacaune à l'aide d'un Formagraph. Lait, 74: 173-186.
21. Diaz J.R., Muelas R., Segura C., Peris C., Molina P. 1994 - Effect of mastitis on milk composition in Machenga ewes. Atti Simp. Int. "Somatic Cells and Milk of Small Ruminants", Bella, 25-27 settembre: 374-380.
22. Ferguson J.D., Boston R. 1993 - Lactation curves analysis: comparison of gamma function, polynomal and exponential mwethods toward a mechanicistic model of milk production. J. Dairy Sci. (Suppl. 1), 76: 268 (Abstr.).
23. Franci O., Pugliese C., Acciaioli A., Parisi G., Lucifero M. 1999 - Application of two models to the lactation curve of Massese ewes. Small Rum. Res., 31: 91-96.
24. Johnsson I.D., Hart I. C. 1985 - Pre-pubertal mammogenesis in the sheep 1. The effects of level of nutrition on growth and mammary development in female lambs. Anim. Prod., 41: 323-332.
25. Labussière J., Marnet P.G., Combaud J.F., De la Chevaliére F., Haigron S., De Saint Jan J. 1989 - Influence du nombre de corps jaune sur le transfert du lait alveolaire dans la citerne de la brebis. Consequences sur le niveau de production laitiére. 4th International Symposium on Machine Milking of small ruminants, Tel-Aviv, Israel, 13-19 september: 13-17.
26. Lanza A., Giaccone P. 1995 - Caratterizzazione della razza ovina Comisana in Sicilia. L'allevatore di ovini e caprini, 12 (5): 9-11.
27. Luquet, F.M. -1985 - Laits et produits latiéres. I. Les laits. Tecnique et Documentation - Lavoisier, Paris.
28. Margetin M. 1994 - Present state in sheep breeding in Slovakia with regard to somatic cell counts. Atti Simp. Int. "Somatic Cells and Milk of Small Ruminants", Bella, 25-27 settembre: 393-395.
29. Mavrogenis A.P., Louca A. 1980 - Effect of different husbandry system on milk production of purebred and crossbreed sheep. Anim. Prod., 31: 171-176.

30. McGuire M.A., Bauman D.E., Miller M.A., Hartnell G.F. 1992 - Response of somatomedins (IGF-I and IGF-II) in lactating cows to variations in dietary energy and protein and treatment with recombinant n-methionyl bovine somatotropin. Nutr. Abstr. Rev., 62 (6): 2839 (Abstr.).
31. Mepham T.B. 1987 - Physiology of lactation. Milron Keynes, Philadelphia, PA.
32. Naitana S., Nuvole P., Marongiu A. 1992 - Lattazione. In Fisiologia degli animali domestici con elementi di etologia. Ed. Aguggini G., Beghelli V., Giulio L.F., UTET, Torino: 781-808.
33. Nudda A. 1996 - La qualità del latte nella specie ovina. Tesi di Dottorato di Ricerca, Università degli Studi di Perugia, Facoltà di Agraria.
34. Nudda A., Pulina G., Vallebella R., Bencini R., Enne G. 2000 - Ultrasound tecnique for measuring mammary cistern size of dairy ewes. J. Dairy Res., 67: 101-106.
35. Olori V.E., Brotherston S., Hill W.G., McGuirk B.J. 1999 - Fit of standard models of the lactation curve to weekly records of milk production of cows in a single herd. Liv. Prod. Sci., 58: 55-63.
36. Peaker M. 1977 - Comparative aspects of lactation. Ed. Peaker M, Academic Press, London.
37 Peaker M., Wilde C.J. 1987 - Milk secretion: autocrine control. News in Physiological Science, 2: 124-126.
38. Portolano B., Spatafora F., Bono G., Margiotta S., Todaro M., Ortoleva V., Leto G. 1996 - Application of the Wood model to lactation curves of Comisana sheep. Small Rum. Res., 24: 7-13.
39. Pulina G. 1990 - L'influenza dell'alimentazione sulla qualità del latte ovino. L'inf. Agr., 46 (37): 31-38.
40. Pulina G., Cappio-Borlino A. 1998 - Modellizzazione matematica nella biologia applicata. In Bioinformatica veterinaria: 438-481. Ed. Greppi G.F., Libreria Universitaria, Milano.
41. Pulina G., Nudda A., Casoli C., Duranti E., Ranucci S., Morgante M., Campus L. 1996 - L'enigma della qualità del latte ovino. Fattori responsabili del decadimento della caseificabilità del latte ovino. L'Inf. Agr., 17: 35-41.
42. Pulina G., Serra A., Cannas A., Rossi G. 1989 - Determinazione del valore energetico di latte di pecore di razza Sarda. Atti XLIII Congr. Naz. S.I.S.Vet.: 1867-1870.
43. Pulina G., Serra A., Macciotta N.P.P., Nudda A. 1993 - La produzione continua di latte nella specie ovina in ambiente mediterraneo. Atti X Congr. Naz. ASPA: 353-356.
44. Quarrie L.H., Addey C.V.P., Wilde C.J. 1994 - Local regulation of mammary apoptosis in the lactating goat. Biochemical Society Transaction, 22: 178S.
45. Ranucci S., Fruganti G., Tesei B. 1985 - Determinazione di alcune attività enzimatiche in secreti mammari di pecore non macroscopicamente alterati - Atti I Congr. Naz. S.I.B.C.A., Parma, 25 Marzo: 148-153.

46. Rattray P.V., Garret W.N., East N.E., Hinman N. 1974 - Growth, development and composition of the ovine conceptus and mammary gland during pregnancy. J. Anim. Sci., 38 (3): 613-626.

47. Ricordeau G., Mocquòt G. 1967 - Influence des variations saisonnieres de la composition du lait de chevre sur le rendement en fromage. Consequences pratiques pour la selection. Ann. Zootech., 16 (2): 165-181.

48. Rook J.A.F., Thomas P.C. 1983 - Milk secretion and its nutritional regulation: 314-368. In Nutrition phisiology of farm animals. Ed. Rook J.A.F. & Thomas P.C., Longman Inc., New York.

49. Rossi G., Cannas A., Macciotta N.P.P., Pulina G., Rassu S. 1996 - Base genetica della prolificità e della stagionalità dei cicli riproduttivi nella specie ovina. In La riproduzione in zootecnia. Ed. G. Enne & A. Lauria. Quaderni RAIZ n. 1: 101-127.

50. Rowlands G.J., Lucey S., Russel A.M., 1982 - A comparison of different models of the lactation curve in dairy cattle. Liv. Prod. Sci., 35: 135-144.

51. Ruckebusch Y., Phanéuf L.P., Dunlop R. 1991 - Physiology of small and large animals. Ed. DECKER, Philadelphia.

52. Sauvant D., Morand-Fehr P. 1978 - Analyse des variatiòns individuélles en nutrition animale: applicatiòn de l'analyse en composantes principales a l'etude de la secretion lipidìque du lait de chevre. Ann. Zootech., 27 (1): 75-81.

53. Serra A., Nudda A., Pulina G., Cannas A. 1995 - Effects of concentrate fiber content and lambing season on summer milk quality of dairy ewes on stubble grazing. Atti XI Congr. Naz. ASPA: 285-286.

54. Stella, 5.0 1997 -High Performance System, Hanover, USA.

55. Stelwagen K., Knight C.H. 1997 - Effect of unilateral once or twice daily milking of cows on milk yield and udder characteristics in early and late lactation. J. Dairy Res., 64: 487-494.

56. Sulochana S., Singh Y., Sharma D.N. 1991 - Histological studies on the development of mammary gland parenchima in pregnant sheep. Dairy Sci. Abstr., 53: 1653 (Abstr.).

57. Tesei B., Ranucci S., Fruganti G., Mangili V., Boni M., Avellini G. 1988 - Stato sanitario della mammella e variazioni di alcune attività enzimatiche nel secreto mammario di pecore sottoposte a mungitura meccanica - Atti VIII Congr. Naz. S.I.P.A.O.C.: 59-70.

58. Turner D.J., Huynh T. 1991 - Role of tissue remodelling in mammary epithelial cell proliferation and morphogenesis. J. Dairy Sci., 74: 2801-2807.

59. Ubertalle A., Errante J., Ambrosoli R., Berra G. P. 1989 - Caratterizzazione lattodinamografica del latte di pecora Delle Langhe. Atti XXIV Simp. Int. Zootecnia: 227-235.

60. Wilde C.J., Knight C.H. 1990 - Milk yield and mammary function in goats during and after once-daily milking. J. Dairy Res., 57: 441-447.

61. Wood P.D.P. 1967 - Algebric model of the lactation curve in cattle. Nature, 216: 164.

Capitolo 2

LE ESIGENZE ENERGETICHE E PROTEICHE

Antonello Cannas
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

Numerose ricerche sono state condotte per studiare i fabbisogni nutritivi degli ovini, soprattutto perché questa specie è stata spesso usata come modello per i bovini. Infatti, la conduzione di esperimenti con ovini è meno onerosa e più semplice di quanto non accada con i bovini. Tuttavia, siccome gli ovini sono economicamente meno importanti e sono spesso allevati con sistemi estensivi, i metodi di stima dei loro fabbisogni sono stati sviluppati in maniera più semplificata ed empirica rispetto ai sistemi per bovini. Per di più, questi metodi di stima sono stati messi a punto con riferimento a razze da lana o da carne. Solamente il sistema francese[10, 12] ha fatto specifico riferimento alle razze da latte, per quanto la gran parte delle sue equazioni sia comunque derivata da informazioni sviluppate su razze da lana o carne.

Tutti i sistemi di alimentazione sono composti da due parti. Una parte finalizzata alla stima dei fabbisogni, un'altra che stima il valore nutritivo degli alimenti ed, eventualmente, l'ingestione alimentare degli animali. Mentre nell'ambito di ciascun sistema la valutazione degli alimenti è generalmente condotta in maniera identica, quale che sia la specie ruminante, i fabbisogni sono generalmente calcolati con equazioni specie-specifiche.

In questo capitolo sono stati analizzati e confrontati i principali sistemi proposti per la stima dei fabbisogni energetici e proteici degli ovini, al fine di:

a) evidenziare possibili differenze riguardo alle informazioni richieste ed ai livelli di aggregazione e flessibilità utilizzati, anche in relazione con i sistemi proposti per i bovini;
b) quantificare, con riferimento a situazioni tipo, le differenze quantitative nell'entità dei fabbisogni proposti dai diversi sistemi;
c) integrare queste informazioni in un sistema di stima dei fabbisogni più completo di quelli esistenti.

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue Media®, Bologna, 2001: 33-65

2.1. Principali sistemi di stima dei fabbisogni energetici e proteici

Numerose organizzazioni scientifiche hanno pubblicato sistemi per la stima dei fabbisogni energetici e proteici degli ovini. In questo capitolo sono stati presi in considerazione i sistemi più diffusi, quali sono quelli proposti da: Agricultural and Food Research Council[1] **(AFRC)**; Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation[7] **(CSIRO)**; Institut National de la Recherche Agronomique[11, 12, 13] **(INRA)**; National Research Council[17] **(NRC)**. Queste organizzazioni propongono metodi di stima sia dei fabbisogni che del valore nutritivo degli alimenti. A causa dello stretto legame esistente tra stima dei fabbisogni e quantità e tipo di nutrienti ricevuti dagli animali, l'analisi ed il confronto dei diversi sistemi di stima dei fabbisogni ha richiesto anche la stima delle concentrazioni energetiche e dell'ingestione alimentare. Queste stime sono state effettuate con riferimento alle più consuete condizioni fisiologiche e produttive. Siccome ogni sistema stima a suo modo l'ingestione alimentare e quella energetica, i confronti qui descritti non consentono di giudicare l'accuratezza delle stime effettuate sui fabbisogni animali, ma solo di quantificare le differenze e valutare i tipi di variabili richieste da ciascun sistema.

2.1.1. Fabbisogni energetici

I sistemi NRC ed INRA utilizzano una singola unità energetica per tutte le funzioni (ad es. mantenimento, produzione di latte, gravidanza): energia metabolizzabile **(ME)** per lo NRC, unità foraggera latte **(UFL)**, che corrisponde a 1700 kcal di energia netta di lattazione, per l'INRA. Più precisamente, lo NRC riporta i fabbisogni energetici in termini di ME e fornisce una parziale descrizione dei fabbisogni in energia netta **(NE)** utilizzati per stimare i fabbisogni in ME. I sistemi AFRC e CSIRO, invece, stimano specifici fabbisogni in NE per tutte le funzioni. Questi fabbisogni sono quindi convertiti in ME usando per ogni funzione fisiologica specifici coefficienti di conversione della ME in NE (Tabella 2.1).

Per questa ragione, la comparazione delle stime proposte dai quattro sistemi ha utilizzato come unità di misura dell'energia la ME. I fabbisogni espressi in energia netta sono stati convertiti in ME utilizzando, per ciascun sistema, i fattori di conversione della ME in NE che gli sono propri (Tabella 2.1).

I quattro sistemi considerati calcolano i fabbisogni secondo un approccio fattoriale. In altri termini, i fabbisogni delle più importanti funzioni fisiologiche sono calcolati separatamente e quindi sommati, nell'ipotesi che non vi siano interazioni tra i diversi tipi di fabbisogni (cioè che i fabbisogni di mantenimento non influenzino quelli di lattazione, di gravidanza, ecc.).

Tabella 2.1 - Efficienza di conversione della ME in NE per diverse funzioni fisiologiche

	AFRC	CSIRO	INRA	NRC
Mantenimento	k_m =0,35 q_m+0,503	k_m = 0,02 M/D+0,5	k_l	k_m= 0,729
Lattazione	k_l =0,35 q_m+0,42	k_l = 0,02 M/D+0,4	k_l =0,249*q_m+0,463	nd
Accrescimento ed ingrasso	k_g =0,78 q_m+0,006[1]	k_g =0,042 M/D+0,006[1] k_g =0,063 M/D-0,308[2]	k_l[3]	k_g[4]
k_g riserve in lattazione	0,95 k_l	0,60	k_l	nd
k_g riserve in asciutta	come per accr. ingr.	come per accr. ingr.	k_l	nd
NE da dimagrimento → NE latte	0,84	0,84	0,80	nd
NE da dimagrimento → NE mantenimento	0,80	nd	nd	nd

q_m = ME/GE a livello nutritivo di mantenimento (Ln=1), ipotizzando che GE= 4,398 Mcal;
M/D = energia metabolizzabile per kg di SS della razione (MJoules);
nd = non disponibile;

1 k_g quando M/D > 2,271 Mcal/kg SS;

2 k_g quando M/D < 2,271 Mcal/kg SS;

3 per animali da rimonta; in caso di razze da carne, si usa un unico coefficiente per tutte le funzioni, nell'ipotesi che Ln=1,5,: $k_{mg} = (k_m * k_g * 1,5)/(k_g + 0,5\ k_m)$, con $k_m = 0,287 * q_m + 0,554$ e $k_g = 0,78 * q_m + 0,006$;

4 $k_g=(1,42*ME-0,174\ ME^2 + 0,0122\ ME^3 -1,65)/ME$

Fabbisogni di mantenimento

In tutti i sistemi i fabbisogni di mantenimento sono calcolati con riferimento a dei fabbisogni di base, generalmente proporzionali al peso corporeo **(PC)** metabolico **($PC^{0,75}$)**, che poi sono corretti in funzione di diversi fattori (Tabella 2.2).

I fabbisogni di base sono più bassi per i sistemi AFRC e CSIRO rispetto ai sistemi INRA ed NRC. I primi due sistemi basano i loro dati su studi calorimetrici effettuati su animali a digiuno: il sistema AFRC utilizza i dati pubblicati dall'Agricultural Research Council[2] **(ARC)**, mentre il sistema CSIRO utilizza i dati ARC rielaborati ed inseriti in una equazione per la stima dei fabbisogni sviluppata da Graham et al. (citati da CSIRO[7]). Gli altri due sistemi, invece, hanno tenuto conto del fatto che quando gli animali sono tenuti a digiuno per studi calorimetrici hanno una diminuzione del ritmo metabolico, per adattarsi alle condizioni di mancanza di nutrienti. Per questa ragione, lo NRC ha adottato delle estrapolazioni di studi[24] calorimetri condotti su animali a digiuno. L'INRA ha invece basato i suoi fabbisogni di mantenimento utilizzando una media dei valori ottenuti con diversi sistemi di stima (macellazioni comparative, prove di alimentazione, studi calorimetrici, indicatori plasmatici).

Qualunque sistema si consideri, i fabbisogni di mantenimento per kg di peso meta-

bolico sono marcatamente inferiori rispetto a quelli utilizzati da diversi sistemi per bovini[6] o rispetto a quelli utilizzati dal sistema INRA per i caprini[16]. I maggiori fabbisogni di mantenimento nei caprini rispetto agli ovini sono stati giustificati con la considerazione che mentre i valori per ovini sono stati generalmente ottenuti su animali alimentati con livelli nutritivi di mantenimento, quelli per caprini derivano da misurazioni effettuate su capre in lattazione[16]. Questa considerazione è confermata dal fatto, discusso in maniera più dettagliata successivamente, che all'aumentare del livello produttivo e nutritivo cresce il peso e l'attività degli organi viscerali, con notevoli effetti sui fabbisogni di mantenimento.
Il confronto dei diversi sistemi evidenzia che i fabbisogni di base espressi in termini di ME differiscono maggiormente tra i diversi sistemi di quanto non accada per gli

Tabella 2.2 - Fabbisogni di base e correzioni applicate per stimare i fabbisogni energetici di mantenimento in quattro diversi sistemi di alimentazione.

	AFRC	CSIRO	INRA	NRC
Fabbisogni di base				
NE: kcal/kg $PC^{0,75}$	51,9[2]	60,3-51,9 (NEm)[4]	56,1	56
k_m o k_l[1]	0,643-0,748	0,647-0,758	0,563-0,637	0,729[6]
ME: kcal/kg $PC^{0,75}$	90,5-77,8	93,2-79,6--80,2-68,5[4]	95 (99,6-88,1)	76,8[6]
Correzioni				
Razza	no	no	no	no
Età	no	1,0 -0,84 (0-6 anni)	no	no
Pascolamento	si	si	si	no
Stress da freddo	no	si	no	no
temperatura	no	si	no	no
pioggia	no	si	no	no
notti fredde, cielo terso	no	si	no	no
perdite calore irradiaz,	no	si	no	no
acclimatamento	no	si	no	no
spessore cute	no	no	no	no
spessore mantello	no	si	no	no
Produzione	no[3]	0,09 MEI[5]	no	no

1 il *range* di k_m (AFRC e CSIRO) e k_l (INRA) è stato stimato considerando variazioni da 0,4 a 0,7 per q_m (sistemi AFRC ed INRA) e da 7,36 a 12,88 MJ di ME per kg di SS per M/D, ipotizzando GE= 4,398 Mcal/kg (sistema CSIRO);
2 per pecore confinate si aggiungono fabbisogni di movimento pari a 2,29 kcal/kg PC;
3 i fabbisogni complessivi in ME (mantenimento, produzione, gravidanza, ecc.) sono moltiplicati per il fattore di correzione [1+0,018 (Ln-1)], dove Ln è pari al livello nutritivo, per tener conto della diminuzione di digeribilità che si ha con livelli nutritivi superiori ad 1;
4 variazioni dovute all'età degli animali;
5 fattore moltiplicativo. MEI = ingestione giornaliera di ME;
6 i fabbisogni qui riportati sono quelli descritti dallo NRC, sebbene le tabelle dei fabbisogni non utilizzino la NE_m ma solo la ME; i valori di k_m e di ME sono stati dedotti dalle tabelle NRC.

stessi fabbisogni espressi in termini di NE (Tabella 2.2). Ciò per effetto dei diversi coefficienti di conversione della NE in ME utilizzati, come meglio discusso dopo.
I fattori di correzione utilizzati per modificare i fabbisogni di base variano tra i diversi sistemi (Tabella 2.2).
Nessuno di essi corregge i fabbisogni per tener conto di possibili differenze tra razze. Tuttavia, le differenze in morfologia, attitudine produttiva e livello genetico sono probabilmente pari o superiori a quelle riscontrabili nei bovini, per i quali invece alcuni sistemi tengono conto dell'effetto razza[6]. Per di più, differenze nei fabbisogni di mantenimento sono state osservate confrontando razze ovine da latte italiane e persino tra gruppi con diverso livello genetico della stessa razza[20].
L'effetto dell'età sui fabbisogni di mantenimento è considerato solamente dal sistema CSIRO, che diminuisce i fabbisogni di mantenimento da 60,3 a 51,9 kcal di NE per kg di $PC^{0,75}$ passando da animali di età di 1 anno ad animali di 6 anni. Questa correzione è giustificata dal fatto che nei mammiferi con l'invecchiamento diminuisce il ritmo metabolico.
Per quanto riguarda i costi energetici legati all'attività fisica (ruminazione, normali movimenti deambulatori), i sistemi AFRC e CSIRO fanno riferimento agli stessi fabbisogni energetici proposti al riguardo dall'ARC, che sono validi per tutti i ruminanti domestici. Tuttavia, mentre il sistema CSIRO ritiene che i costi per la normale attività fisica siano inclusi nel k_m utilizzato per convertire la NE_m in ME_m, il sistema AFRC aggiunge ai fabbisogni di base i costi per la normale attività fisica, in quantità variabili in funzione del peso corporeo e della attività fisica mediamente condotta dalle pecore. Il sistema INRA, invece, non considera nessun fabbisogno specifico per la normale attività fisica. Il sistema NRC non specifica se questi fabbisogni siano inclusi nei suoi fabbisogni di base.
Per tener conto del costo dell'attività fisica durante il pascolamento, i sistemi AFRC e CSIRO utilizzano i valori proposti dal ARC, che variano in funzione della distanza orizzontale percorsa durante il pascolamento e del dislivello superato. Siccome queste distanze sono abbastanza difficili da stimare in pratica, l'AFRC propone dei valori medi di percorrenza per le situazioni più comuni. Per la stessa ragione, il sistema INRA fornisce delle stime dei fabbisogni di movimento, espressi come percentuale dei fabbisogni di mantenimento, variabili a seconda del tipo di pascolo. Il sistema NRC, invece, non propone alcuna correzione per tener conto di questo tipo di fabbisogni.
Alcuni sistemi correggono i fabbisogni di mantenimento per tener conto dell'effetto esercitato su di essi dalle produzioni. Il sistema CSIRO aumenta i fabbisogni di mantenimento in proporzione all'ingestione giornaliera di ME **(MEI)** (Tabella 2.2), basandosi sul fatto che l'aumento di ingestione alimentare associato alla pro-

duzione di latte od all'accrescimento determina cambiamenti in dimensione e ritmo metabolico di vari organi e tessuti. Simili conclusioni sono state riportate da altri ricercatori[3, 8, 19]. Graham (1982) (citato da CSIRO) ritiene che a causa del fatto che gli effetti delle variazioni del livello nutritivo sui fabbisogni di mantenimento si manifestano lentamente, gli stessi non potessero essere evidenziati da studi calorimetrici a breve termine, spiegando così le discrepanze tra diversi sistemi. Anche il sistema AFRC propone correzioni dei fabbisogni di mantenimento in animali in lattazione. Tuttavia, queste correzioni, proposte anche per bovini e caprini, hanno l'obiettivo di tener conto della riduzione di digeribilità degli alimenti che si manifesta in animali alimentati con elevati livelli nutritivi. In sostanza, l'AFRC propone di correggere i fabbisogni per non dover correggere il valore nutritivo degli alimenti al variare del livello nutritivo. Perciò, questa correzione suggerita dall'AFRC non è stata considerata nel confronto fra i diversi sistemi.

A tal proposito, i fabbisogni di mantenimento proposti dai diversi sistemi sono stati confrontati rispetto a diversi pesi corporei e produzioni di latte (Tabella 2.3). Le stime dei fabbisogni sono state ottenute nell'ipotesi di valori costanti del rapporto ME/GE per tutti i pesi e livelli produttivi, al fine di scorporare l'effetto dieta da quello fabbisogni. Tuttavia, in condizioni normali le razioni per animali ad elevato livello produttivo tendono ad avere rapporti ME/GE maggiori di quelli riscontrabili in razioni preparate per animali poco produttivi. I fabbisogni di mantenimento INRA sono risultati inferiori a quelli proposti dallo NRC ma superiori a quelli dell'AFRC e del sistema CSIRO (Tabella 2.3). Come detto prima, i fabbisogni di mantenimento CSIRO aumentano in maniera sensibile all'aumentare del livello produttivo, a causa del corrispondente aumento di ingestione di ME (Tabella 2.3). Il confronto ha messo in evidenza che il sistema NRC propone i fabbisogni di mantenimento più elevati (nota 1 della Tabella 2.3). Tuttavia, questi dati, ricavati dalle tavole dei fabbisogni dello NRC, sono molto più elevati di quelli ottenibili utilizzando i fabbisogni NRC riportati in Tabella 2.2 desunti a loro volta dalle informazioni riportate nei capitoli introduttivi dello stesso NRC. Non è stato possibile trovare una spiegazione di questa discrepanza.

Fabbisogni per la produzione di latte

Sia il sistema AFRC che quello CSIRO stimano la NE necessaria per la produzione del latte utilizzando un'equazione sviluppata a partire dati ottenuti su razze da lana. Questa equazione utilizza come variabili la percentuale di grasso del latte ed i giorni di lattazione (Tabella 2.4). Il sistema INRA usa un'equazione, messa a punto su pecore da latte (Tabella 2.4). Il sistema NRC considera un valore energetico costante per latte, con contenuto medio in grasso pari allo 7,1% (Tabella 2.4). Per

di più, questo sistema riporta i fabbisogni di produzione di latte solamente in forma tabulare, aggregando ad essi anche i fabbisogni di mantenimento e di variazione di peso, senza spiegare quali siano le produzioni di latte e l'efficienza di conversione della NE in ME utilizzata la stima dei fabbisogni complessivi di pecore in lattazione. Per tutte queste ragioni, i fabbisogni di produzione di latte dello NRC non sono stati considerati nel confronto fra sistemi riportato in Tabella 2.3.

Il confronto evidenzia che le differenze in fabbisogni energetici di ME per la produzione di latte sono dovute soprattutto alle diverse efficienze utilizzate per convertire la NE in ME (Tabelle 2.1 e 2.3). I fabbisogni in ME per kg di latte sono risultati massimi col sistema INRA, intermedi col CSIRO, minimi col sistema AFRC (nota 3 della Tabella 2.3).

Tabella 2.3 - Fabbisogni energetici [1] per pecore di 4 anni di età, in stabulazione libera, al 45° giorno di lattazione ed alimentate con razioni aventi un q_m =ME/GE = 0,6. I fabbisogni sono espressi sia in termini di Mcal di ME/d che come indice, ponendo pari a 100 i fabbisogni AFRC per pecore in asciutta

6,5%	50 kg di peso corporeo				70 kg di peso corporeo			
FCM[2]	AFRC	CSIRO		INRA	AFRC	CSIRO		INRA
(kg/d)	totale	totale	mantenimento	totale	totale	totale	mantenimento	totale
	Mcal di ME/d [3]							
0	1,53	1,57	1,57	1,79	1,99	2,01	2,01	2,30
1	3,22	3,45	1,74	3,54	3,67	3,90	2,19	4,05
2	4,90	5,33	1,91	5,29	5,36	5,78	2,36	5,80
3	6,59	7,22	2,08	7,04	7,05	7,66	2,53	7,55
	Indici							
0	100	103	103	117	100	101	101	116
1	210	225	114	231	184	196	110	204
2	320	348	125	346	269	290	119	291
3	431	472	136	460	354	385	127	379

[1] NRC (1985) = fabbisogni di mantenimento (Mcal di ME/d) da NRC (1985): 50 kg = 2,00; 70 kg = 2,40;

[2] latte normalizzato al 6,5% di grasso = kg produzione latte x (0,3688+0,0971 x % grasso)[23];

[3] ipotizzando che la NE del latte sia uguale a 1,030 Mcal/kg, q_m uguale a 0,6 e M/D uguale a 11041 MJ/kg di SS. I valori risultanti di k_l e di ME del latte (Mcal/kg) utilizzati in questa tabella sono: 0,63 e 1,687 per AFRC; 0,621 e 1,712 per CSIRO; 0,607 e 1,751 per INRA.

Tabella 2.4 - Equazioni proposte per la stima del contenuto energetico del latte

	Unità	Equazioni o valori
AFRC	Mcal di NE/kg	0,0328 * GK + 0,0025 * DIM +2,203
CSIRO	Mcal di NE/kg	0,0328 * GK + 0,0025 * DIM +2,203
INRA	Mcal di NE/kg	(0,00588* GL +0,265)*1,7
NRC	Mcal di NE/kg	1,100 (latte con 7,1% GK, 4,5% P, 4,8% lattosio)

GK = grasso del latte, g/kg; DIM = giorni di lattazione.
GL = grasso del latte, g/litro;

Fabbisogni complessivi di mantenimento e produzione lattea

Il confronto, evidenzia che fabbisogni complessivi (somma di quelli di mantenimento e produzione lattea) sono piuttosto simili per i sistemi CSIRO ed INRA e più bassi di circa il 10% per quelli AFRC. Infatti, le grandi differenze trovate per i fabbisogni di mantenimento sono state "diluite" dai fabbisogni per la produzione di latte (Tabella 2.3).

Efficienza di conversione della ME in NE in animali al mantenimento ed in produzione lattea

Le efficienze di conversione della ME in NE variano a seconda del tipo di fabbisogno (Tabella 2.1) e del sistema considerato ma non sono influenzati dalla specie ruminante (AFRC, CSIRO, INRA).

Sulla base del rapporto fra fabbisogni di mantenimento e fabbisogni per la produzione dl latte, è possibile calcolare efficienze ponderate di queste due funzioni (Figura 2.1). I loro confronto ha evidenziato che a questo riguardo i sistemi AFRC e CSIRO sono molto simili. Essi, tuttavia, differiscono sostanzialmente dal sistema INRA. Nella simulazione, la differenza tra i sistemi AFRC e CSIRO rispetto all'INRA nelle efficienze ponderate di conversione della ME in NE oscillava tra 0,04 e 0,06 unità, a seconda del livello produttivo (Figura 2.1).

Fabbisogni associati agli stress da freddo

Gli stress da freddo, in generale, fanno aumentare i fabbisogni di mantenimento. Tuttavia, i sistemi AFRC, INRA ed NRC non prevedono aggiustamenti per questo tipo di dispendio energetico. Al contrario, il sistema CSIRO ha messo a punto un complesso sistema di equazioni che tiene conto di numerosi fattori ambientali (temperature, vento, pioggia, notti fredde con cielo terso, perdite per irradiazione), dell'ingestione di energia e di fattori animali (peso e superficie corporea, lana, acclimatamento). È interessante notare come lo stesso set di equa-

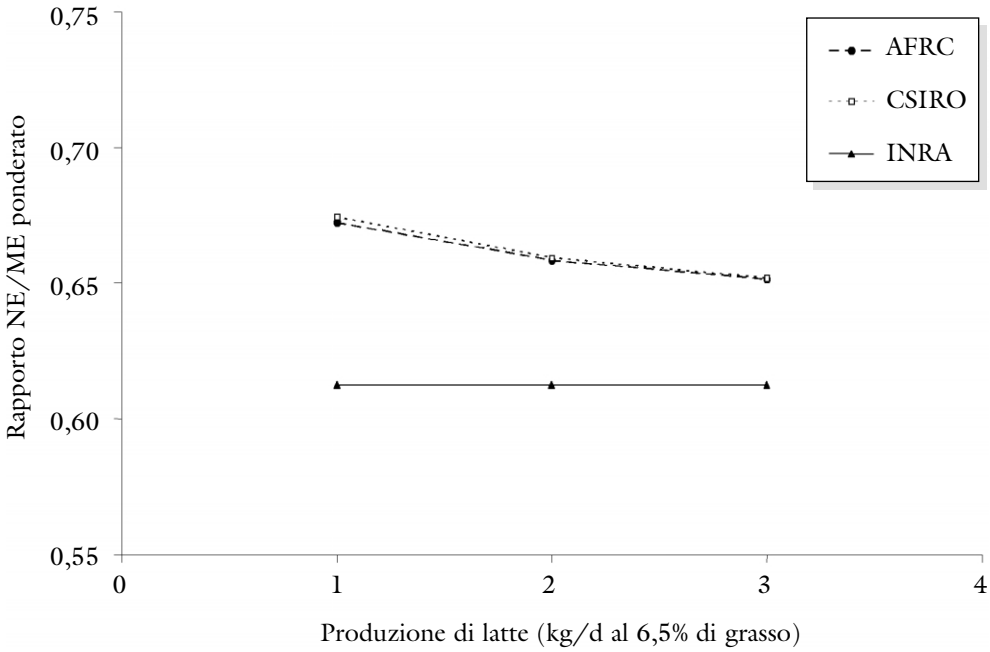


Figura 2.1 - Relazione tra produzione di latte ed efficienza ponderata di conversione delle ME in NE nei sistemi AFRC, CSIRO ed INRA, considerando i fabbisogni di pecore di 60 kg di peso corporeo calcolati in Tabella 2.3. I sistemi AFRC e CSIRO usano valori differenti per mantenimento e produzione di latte, mentre il sistema INRA usa sempre k_l per entrambe le funzioni. Per i sistemi AFRC e CSIRO l'efficienza ponderata NE/ME è stata ottenuta tenendo conto delle efficienze considerate per il mantenimento e la lattazione da questi sistemi e del contributo, rispetto al totale dei fabbisogni riportati in Tabella 2.3, di ciascuna delle due funzioni

zioni, modificato solamente in alcuni coefficienti, sia utilizzato per calcolare i fabbisogni derivati da stress da freddo nei bovini[7].
L'effetto dello stress da freddo sui fabbisogni di mantenimento è stato simulato relativamente all'effetto di vento, pioggia, temperatura, spessore del vello e stato fisiologico in pecore di 50 kg di peso corporeo. I risultati di questa simulazione hanno mostrato come gli animali in lattazione siano meno condizionati dallo stress da freddo rispetto a quelli in asciutta (Tabella 2.5). Questo perché l'elevata

ingestione energetica, necessaria per consentire la produzione di latte, determina una notevole produzione di calore metabolico e di calore di fermentazione e quindi riduce l'effetto dello stress da freddo. Anche il vello è risultato particolarmente importante nella riduzione dello stress da freddo (Tabella 2.5). Tuttavia, il vento e la pioggia possono notevolmente ridurre la sua azione protettiva. Nella simulazione, l'effetto combinato di questi fattori ha causato un aumento dei fabbisogni di mantenimento sino a tre volte, con effetti molto più marcati di quelli osservati in un'analoga simulazione condotta per vacche da latte[6]. Infatti, gli animali di piccola mole hanno una maggiore superficie corporea per kg di peso vivo rispetto a quelli di mole maggiore e quindi disperdono più calore corporeo[4, 7]. Sebbene la lana delle pecore sia un isolante termico molto migliore del pelame dei bovini[4, 7], il suo effetto isolante non compensa pienamente l'effetto della piccola mole.

Tabella 2.5 - Effetto dello spessore del vello, del vento, della pioggia e della temperatura media giornaliera sui fabbisogni di mantenimento in pecore adulte di 50 kg di peso corporeo, in asciutta e con ingestioni di ME sufficienti a soddisfare i fabbisogni in condizioni di termoneutralità (15-20 °C) o in lattazione, con produzione di 1,5 kg/d di latte al 6,5% di grasso e con ingestione di ME sufficiente a soddisfare i fabbisogni di mantenimento e produzione in condizioni di termoneutralità. I fabbisogni totali di mantenimento (inclusi eventuali costi aggiuntivi per stress da freddo) sono espressi come indice, con i fabbisogni di mantenimento in condizioni di termoneutralità fatti pari a 100

	Vello di 25 mm di spessore				**Vello di 50 mm di spessore**			
Vento (km/h)	0		30		0		30	
Pioggia (mm/d)	0	30	0	30	0	30	0	30
Adulti, in asciutta								
Temp. +5 °C	115	134	234	247	100	103	183	195
Temp. 0 °C	129	149	267	280	100	114	208	220
Temp. -5 °C	144	164	300	313	109	124	233	245
Adulti, in lattazione								
Temp. +5 °C	100	100	125	133	100	100	107	114
Temp. 0 °C	100	100	137	145	100	100	116	123
Temp. -5 °C	100	104	149	157	100	100	125	132

Fabbisogni dovuti a stress da caldo
Nessuno dei sistemi tiene conto di questo tipo di fabbisogni.

Fabbisogni di gravidanza
I sistemi AFRC e CSIRO usano lo stesso approccio e equazioni molto simili per stimare i fabbisogni di gravidanza. Per prima viene calcolata l'energia totale contenuta dall'utero gravido, secondo un modello di crescita di Gompertz proposto dall'ARC, considerando come variabili il presunto peso totale alla nascita della prole ed i giorni di gravidanza. Come evidenziato dallo CSIRO, l'equazione ARC che stima la NE di gravidanza non tiene conto dei costi associati alla crescita della mammella ed alla secrezione di colostro che avvengono negli ultimi giorni prima del parto.
Approcci più semplici sono utilizzati dagli altri sistemi. Il sistema INRA ritiene che i fabbisogni di gravidanza siano trascurabili nel periodo precedente le ultime 8 settimane dal parto. In questo periodo, invece, la gravidanza è stata divisa in 4 sottoperiodi di due settimane ciascuno. Per semplicità entro sottoperiodo i fabbisogni sono considerati costanti. Essi crescono da un sottoperiodo all'altro all'avvicinarsi al parto e variano in funzione del presunto peso totale alla nascita della prole. In maniera simile, il sistema NRC considera fabbisogni, per le ultime 6 settimane di gravidanza, che variano scalarmente in funzione della distanza dal parto e dal presunto peso totale alla nascita della prole.
Tutti i sistemi utilizzano efficienze molto basse per convertire la ME in NE di gravidanza, con valori oscillanti da 0,133 (AFRC e CSIRO) a 0,17 (NRC). Questi valori sono stati ottenuti con studi calorimentrici o per mezzo di prove comparative di macellazione e variano molto poco a prescindere dall'approccio scientifico utilizzato per misurarli[10]. La bassa efficienza di utilizzazione della ME per la gestazione è, a prima vista, sorprendente quando confrontata con quella tipica di altre funzioni fisiologiche (Tabella 2.1). In effetti ciò dipende dal metodo di calcolo utilizzato, perché molti costi associati alla gravidanza (mantenimento dell'utero e del feto, aumento del ritmo metabolico della madre, crescita della mammella e produzione di colostro prima del parto) non sono inclusi nelle equazioni che stimano il costo di accrescimento del feto e vanno a ricadere sull'efficienza di conversione della ME in NE.
I fabbisogni energetici di gravidanza calcolati secondo diversi sistemi sono stati confrontati con riferimento a pecore che partoriscono un agnello di 4 kg di peso (Tabella 2.6 e Figure 2.2 e 2.3). Il confronto ha evidenziato che i fabbisogni in NE o ME sono simili fra i diversi sistemi sia facendo riferimento all'ultimo giorno di gravidanza che al totale di tutta la gravidanza (Tabella 2.6),

nonostante l'andamento temporale dei fabbisogni (scalare o curvilineo) e la durata del periodo per il quale vengono calcolati differissero sostanzialmente fra i quattro sistemi. Questi risultati sono in contrasto con quanto verificato nel confronto tra diverse metodologie di calcolo dei fabbisogni di vacche in gravidanza, che ha evidenziato notevoli differenze tra i principali sistemi nutrizionali[6], soprattutto per quanto riguarda i fabbisogni in NE. Queste differenze si riducevano notevolmente quando il confronto era basato sui fabbisogni in ME, per effetto della elevata efficienza di conversione della ME in NE utilizzata per i bovini, ma non per gli ovini, dallo NRC per bovini da latte[18] e dall'INRA.

Tabella 2.6 - Fabbisogni energetici e proteici di gravidanza per pecore che partoriscono un agnello di 4,0 kg

		AFRC	CSIRO	INRA	NRC
Fabbisogni al 147° giorno di gravidanza					
NE	(Mcal/d)	0,167	0,167	0,176	0,208
ME	(Mcal/d)	1,255	1,284	1,304	1,224
NP	(g/d)	23	23	23	17
MP	(g/d)	27	33	55	26
Fabbisogni totali sino al 147° giorno di gravidanza					
NE	(Mcal)	5,9	5,9	6,0	7,3
ME	(Mcal)	44,4	45,4	41,6	43,1
NP	(g)	830	830	756	820
MP	(g)	977	1186	1800	1242

Variazioni di peso corporeo

Negli ovini dopo la prima lattazione i fabbisogni di crescita sono molto limitati e quasi tutte le variazioni di peso corporeo **(VPC)** sono dovute a variazioni del contenuto dell'apparato gastro-intestinale o delle riserve corporee (grasso, proteine, acqua).

I sistemi AFRC, CSIRO ed INRA considerano valori fissi di NE per ogni kg di peso corporeo accumulato o mobilizzato da animali adulti (Tabella 2.7). I sistemi AFRC e CSIRO usano valori molto simili di NE per le VPC, con valori identici per kg di variazione sia positiva o negativa (Tabella 2.7). Rispetto a questi due sistemi, il sistema INRA considera valori di NE molto più bassi per le perdite di peso che per i guadagni in peso (Tabella 2.7), in quanto alcuni studi, condotti con la tecnica del deuterio, hanno evidenziato che la concentrazione lipidica dell'au-

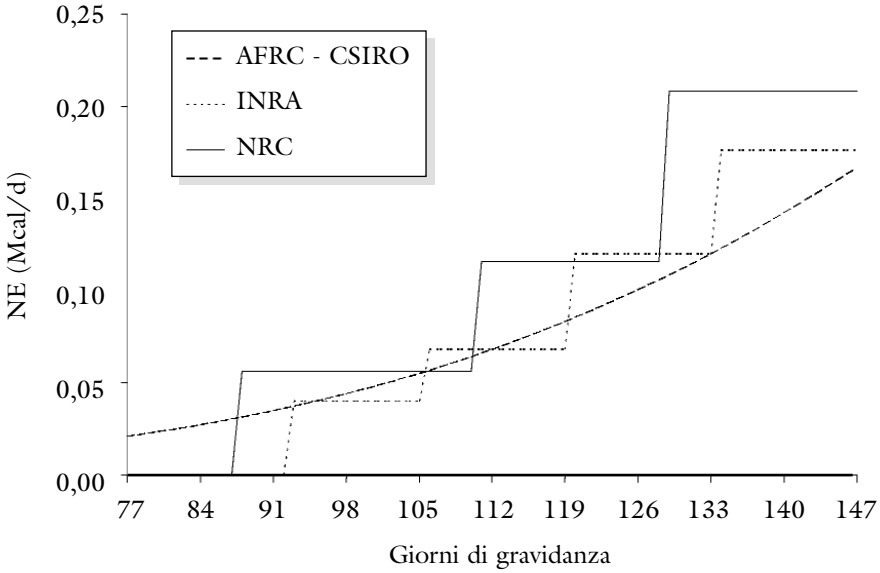


Figura 2.2 - Fabbisogni di gravidanza in NE per produrre un agnello di 4 kg di peso corporeo alla nascita

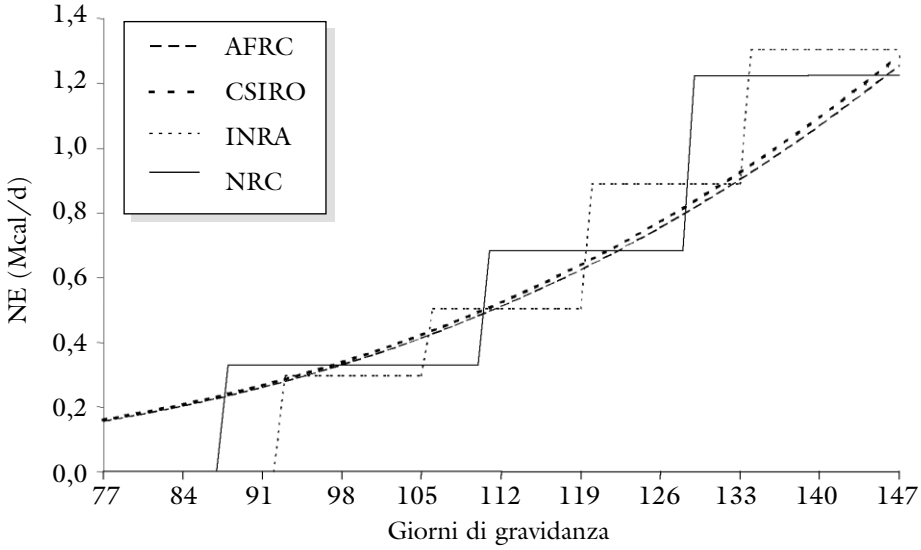


Figura 2.3 - Fabbisogni di gravidanza in ME per produrre un agnello di 4 kg di peso corporeo alla nascita

mento di peso era molto più elevata di quella osservata per le perdite di peso (90% verso 50% di lipidi)[27]. Nelle sue tabelle sui fabbisogni, il sistema NRC include le variazioni di peso nel calcolo dei fabbisogni complessivi, ma non da sufficienti informazioni per separare il costo energetico di queste variazioni rispetto agli altri fabbisogni.
Col sistema AFRC il contenuto in NE delle VPC, positive o negative, è del 25% più elevato negli ovini rispetto ai bovini[6]. Con il sistema CSIRO, nei bovini il costo in NE delle VPC varia in funzione del peso corporeo e del *body condition score* **(BCS)**, mentre per gli ovini viene usato un valore fisso. Il sistema INRA usa per i bovini un unico valore di NE per le VPC, siano esse positive o negative, mentre per gli ovini alle VPC negative vengono associate variazioni in NE molto inferiori di quelle previste per le VP positive. Sotto l'aspetto biologico, i diversi approcci utilizzati da questi sistemi per le due specie sono di difficile giustificazione.
I sistemi CSIRO ed INRA quantificano le variazioni di riserve corporee, oltreché in termini di VPC, anche in termini di variazioni di BCS, utilizzando una scala da 0 a 5. Nel sistema INRA ciascuna variazione di BCS è associata ad una variazione del 13% del peso corporeo, mentre nel sistema CSIRO la variazione è del 15%. Rispetto ai sistemi utilizzati per gli ovini, quelli adottati per i bovini dallo CSIRO e dal CNCPS[9] sono molto più evoluti, perché il contenuto energetico corporeo associato a ciascuna variazione unitaria di BCS dipende sia dall'unità BCS di partenza che dal peso corporeo degli animali. Gli autori del sistema CSIRO riconoscono l'inadeguatezza del sistema BCS adottato per gli ovini, che giustificano con la mancanza di dati sperimentali che consentano di mettere a punto un sistema simile a quello utilizzato per i bovini. Un altro aspetto da considerare riguarda possibili differenze di BCS fra razze. Ad esempio, il confronto delle due razze da latte più diffuse, la Sarda e la Lacaune, ha evidenziato come già con un BCS pari a 2 la razza Sarda avesse elevate quantità di grasso viscerale, riscontrabili nella Lacaune solamente con BCS pari a tre[25]. Queste differenze non possono essere giustificate solamente in termini di mole. Tuttavia, nessun sistema considera l'effetto della razza nella stima delle riserve corporee associate a ciascun BCS.

2.1.2. Fabbisogni proteici

I sistemi AFRC, CSIRO ed INRA esprimono i fabbisogni proteici in termini di proteina metabolizzabile **(MP)**, che rappresenta la proteina batterica e alimentare assorbita dall'intestino. La digeribilità intestinale è considerata in termini di proteina realmente digerita dal sistema AFRC ed INRA ed in termini di proteina apparentemente digerita dallo CSIRO. L'INRA chiama la proteina metabolizzabile PDI *(protéines digestibles dans l'intestin)*, lo CSIRO la chiama ADPLS *(appa-*

Tabella 2.7 - Costo energetico e proteico delle variazioni di peso (VPC) in pecore mature

	AFRC	CSIRO	INRA	NRC
VARIAZIONI NEGATIVE DI PESO CORPOREO				
Energia da riserve corporee (Mcal NE/kg di VPC)	5,700	5,827	3,800	nd
Efficienza di conversione della NE da mobilizzazione a NE_L	0,84	0,84	0,80	nd
NE_L per produzione latte da mobilizzazione (Mcal/kg di VPC)	4,788	4,895	3,040	nd
Latte da mobilizzazione (kg di latte/kg di VPC) [1]	4,50	4,60	2,86	nd
Proteine da riserve corporee (g di NP/kg di VPC)	119	70	nd	nd
Proteine da riserve corporee (g di MP/kg di VPC)	119	100 [3]	nd	nd
Proteine corporee utilizzate per produzione proteine di latte	nd	80% di NP	nd	nd
VARIAZIONI POSITIVE DI PESO CORPOREO				
Energia necessaria per riserve corporee (Mcal NE/kg di VPC)	5700	5,827	9,200	nd
Energia necessaria per riserve corporee (Mcal ME/kg di VPC)	9,516	9,712	15,157	nd
Efficienza di conversione della ME in NE per VPC in lattazione [2]	0,599	0,600	0,607	nd
Proteine per riserve corporee (g di NP/kg di VPC)	83	70	nd	nd
Proteine per riserve corporee (g di MP/kg di VPC)	140	100	220	nd

1 ipotizzando 1,063 Mcal di NE per 1 kg di latte al 6,5% di grasso;
2 0,95 kl per AFRC e kl per INRA; valori stimati ipotizzando qm=0,6 o M/D pari a 11,041 MJ/kg di SS;
3 da non considerare come apporto proteico in pecore in asciutta;
nd = non disponibile.

rently digestible protein leaving the stomach), l'AFRC la chiama MP. In contrasto, lo NRC esprime i fabbisogni in termini di proteina grezza **(PG)**, ipotizzando che la proteina netta **(NP)** sia uguale a 0,561 x PG. Questo valore è stato ottenuto considerando una digeribilità reale della proteina pari a 0,85 ed un valore biologico della PG pari a 0,66. Quest'ultimo coefficiente potrebbe essere utilizzato per esprimere i fabbisogni dello NRC in termini di MP, sebbene lo NRC non separi l'azoto assorbito in azoto proteico e non proteico. Per questa ragione, le stime di MP ottenute in questo modo non sono comunque pienamente comparabili con quelle degli altri sistemi.

I sistemi AFRC, CSIRO, ed NRC hanno seguito un approccio fattoriale per il calcolo dei fabbisogni proteici. Pertanto, i singoli fabbisogni proteici ed le relative efficienze di conversione della NP a MP sono calcolati separatamente e poi sommati per ottenere i fabbisogni totali. Il sistema francese, invece, non ha utilizzato questo approccio ed ha basato la stima dei fabbisogni proteici sull'analisi dei risultati di prove di alimentazione, condotte dall'INRA o riportate dalla letteratura scientifica, nelle quali gli animali venivano confrontati in diverse fasi fisiologiche.

Fabbisogni di mantenimento

Tutti i sistemi definiscono i fabbisogni minimi di mantenimento in proteina netta **(NP)** come la quantità di proteina (N x 6,25) endogena (cioè di origine tissutale) persa come derma (desquamazioni, lana), con le urine (proteina endogena urinaria, **UEP**) e con le feci (proteina endogena fecale, **FEP**). Tuttavia, l'approccio seguito per la stima dei fabbisogni proteici di mantenimento è piuttosto diverso a seconda del sistema considerato.

Il sistema AFRC ha utilizzato l'approccio dell'ARC, che prevede la divisione dei fabbisogni proteici di mantenimento in perdite dermiche (principalmente lana) ed in azoto endogeno totale, che include UEP e FEP. Questi fabbisogni dipendono solamente dal peso metabolico ($PC^{0,75}$) e dalla produzione di lana degli animali, prescindendo dal loro stadio fisiologico o livello produttivo.

L'INRA adotta un proprio sistema[10], che prevede che i fabbisogni di mantenimento includano una singola componente proporzionale al peso metabolico e valida per tutti i livelli nutritivi e produttivi. Questi fabbisogni sono stati definiti sulla base dei risultati di bilanci azotati sperimentali, condotti su animali alimentati con livelli nutritivi di mantenimento. I fabbisogni per la produzione della lana sono quindi stati aggiunti ai fabbisogni di mantenimento così calcolati. Questo approccio relativamente semplice fu adottato perché i ricercatori francesi non ritenevano affidabili le stime disponibili sulla FEP e sulla sua efficienza di conversione in MP.

I sistemi CSIRO ed NRC utilizzano la stessa equazione per stimare la UEP come funzione del peso corporeo. Per quanto riguarda invece l'azoto fecale, lo NRC usa l'approccio riportato dallo NRC, che indica che le perdite in FEP siano proporzionali alla quantità di alimento ingerito (33,4 g/kg di SS ingerita). Questo valore rappresenta l'intercetta della equazione lineare ottenuta dalla regressione, basata su un numero elevato di misurazioni sperimentali, della proteina digeribile sulla ingestione di proteina. Il sistema CSIRO, invece, basandosi sui dati di Nolan (citato da CSIRO), stima che le reali perdite di proteina endogena siano pari a 15,2 g/kg di SS ingerita, circa la metà del valore usato dallo NRC. La rimanente frazione di FEP è considerata di origine esogena e quindi non è inclusa nei fabbisogni.

Il confronto dei fabbisogni di mantenimento calcolati secondo diversi sistemi (Tabella 2.8) è stato effettuato rispetto a condizioni uguali a quelle usate per il confronto dei fabbisogni energetici riportato in Tabella 2.3. I fabbisogni per la produzione della lana non sono stati inclusi nel confronto. La stima della FEP da parte dei sistemi CSIRO e NRC richiede la conoscenza della ingestione di SS, che è stata stimata utilizzando equazioni di previsione dell'ingestione per peco-

re da latte[21]. I risultati del confronto hanno messo in evidenza che i fabbisogni di mantenimento in MP sono simili tra i sistemi AFRC, CSIRO ed INRA mentre i valori NRC sono risultati quasi doppi rispetto agli altri sistemi, per l'elevata FEP da esso prevista (Tabella 2.8).

Tabella 2.8 - Fabbisogni in MP per pecore adulte espressi in valore assoluto (g/d) e come indice, facendo pari a 100 i fabbisogni AFRC per pecore in asciutta. I fabbisogni per la produzione di lana non sono stati inclusi nelle stime

Latte con 5% di proteina vera (kg/d)	50 kg di peso corporeo						70 kg di peso corporeo					
	AFRC totale	CSIRO [1] totale	CSIRO [1] mant.	INRA totale	NRC [1] totale	NRC [1] mant.	AFRC totale	CSIRO [2] totale	CSIRO [2] mant.	INRA totale	NRC [2] totale	NRC [2] mant.
	g/d di MP [3]											
0	41	41	41	38	95	95	53	52	52	49	97	97
1	115	126	54	123	191	115	126	137	65	134	203	127
2	188	210	67	207	288	136	200	221	78	218	309	158
3	262	295	80	292	381	154	274	305	91	303	415	188
	Indici											
0	100	100	100	93	232	232	100	98	98	92	183	183
1	280	307	132	300	466	280	238	258	123	253	383	240
2	459	512	163	505	702	332	377	417	147	411	583	298
3	639	720	195	712	929	376	517	575	172	572	783	355

1 basato sull'ipotesi che l'ingestione di SS sia pari a 1,2, 1,8, 2,4, e 3,0 kg/d per pecore che producono 0, 1, 2 e 3 kg/d di latte, rispettivamente;

2 basato sull'ipotesi che l'ingestione di SS sia pari a 1,5, 2,1, 2,7, e 3,3 kg/d per pecore che producono 0, 1, 2, 3 kg/d di latte, rispettivamente;

3 fabbisogni in MP per produrre 1 kg di latte al 5% di proteina vera: 74 g per AFRC; 71 g per CSIRO, 85 g per INRA, 76 g per NRC.

Fabbisogni per la produzione di latte

In tutti i sistemi, i fabbisogni in NP per la produzione di latte sono pari alla quantità di proteina vera contenuta nel latte. Tuttavia, le efficienze di conversione della NP in MP differiscono tra i sistemi, variando da 0,59 (INRA) a 0,70 (CSIRO). Questa variazione è responsabile delle differenze osservate nei fabbisogni proteici in MP per la produzione di latte. I fabbisogni in MP diminuiscono con il seguente ordine: INRA > NRC > AFRC > CSIRO (nota 3 della Tabella 2.8).

Fabbisogni totali per il mantenimento e la produzione di latte

Il confronto dei diversi sistemi ha evidenziato che i fabbisogni totali (mantenimento + produzione di latte) in MP sono di gran lunga i più elevati quando calcolati col sistema NRC, i più bassi con l'AFRC, ed intermedi con i sistemi CSIRO ed INRA (Tabella 2.8), che stimano in maniera molto simile questi fabbisogni sebbene differiscano notevolmente nell'approccio utilizzato.

Fabbisogni di gravidanza

Come nel caso dei fabbisogni energetici, l'AFRC e lo CSIRO utilizzano il modello di Gompertz proposto dall'ARC per stimare il contenuto proteico totale dell'utero gravido sulla base del peso alla nascita degli agnelli e dei giorni di gravidanza. Un approccio più semplificato è utilizzato dagli altri sistemi. L'INRA ritiene che la stima dei fabbisogni di gravidanza sia tecnicamente utile solamente per le ultime 8 settimane di gravidanza. Durante questo periodo l'INRA propone fabbisogni in NP che crescono scalarmente (4 stadi di due settimane ciascuno) sino al momento del parto e che variano in funzione del peso alla nascita degli agnelli. Il sistema NRC usa un approccio scalare, con due sole fasi di gravidanza (periodo sino alla 5ª settimana dal parto inclusa ed ultime quattro settimane) e tiene conto anche del peso alla nascita degli agnelli.

I coefficienti di conversione della NP in MP variano considerevolmente tra i sistemi, oscillando tra 0,41 (INRA) e 0,85 (CSIRO).

Il confronto dei sistemi ha evidenziato che AFRC e CSIRO stimano in maniera identica i fabbisogni in NP (Tabella 2.6 e Figura 2.4). Tuttavia, questi due sistemi divergono nei fabbisogni in MP (Tabella 2.6 e Figura 2.5) perché utilizzano coefficienti piuttosto diversi (0,85 AFRC e 0,70 CSIRO) per convertire la NP in MP. I fabbisogni in NP stimati col sistema INRA sono risultati abbastanza simili a quelli dell'AFRC e dello CSIRO, ma molto più elevati di tutti gli altri sistemi quando espressi in termini di MP, a causa del basso coefficiente di conversione della NP in MP (0,42) utilizzato (Tabella 2.6 e Figura 2.5). Nonostante il diverso approccio, i fabbisogni di gravidanza in NP ed MP del sistema NRC sono risultati simili a quelli AFRC e CSIRO.

Variazioni di peso corporeo

Durante la lattazione le variazioni in riserve lipidiche sono accompagnate da variazioni in riserve proteiche (Tabella 2.7). Per la loro stima il sistema AFRC adotta l'approccio ARC, che prevede che per ogni kg di variazione di peso corporeo si abbiano 119 g di variazione di NP. Nessuna informazione viene fornita sulla efficienza con cui queste proteine sono accumulate (in caso di guadagno di peso) od

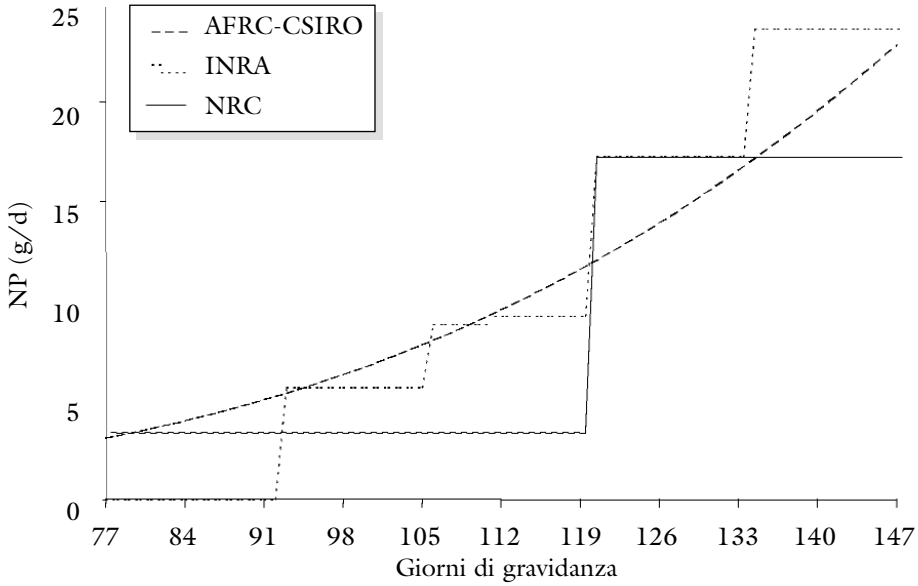


Figura 2.4 - Fabbisogni di gravidanza in NP nell'ipotesi della produzione di un agnello di 4 kg di peso corporeo alla nascita

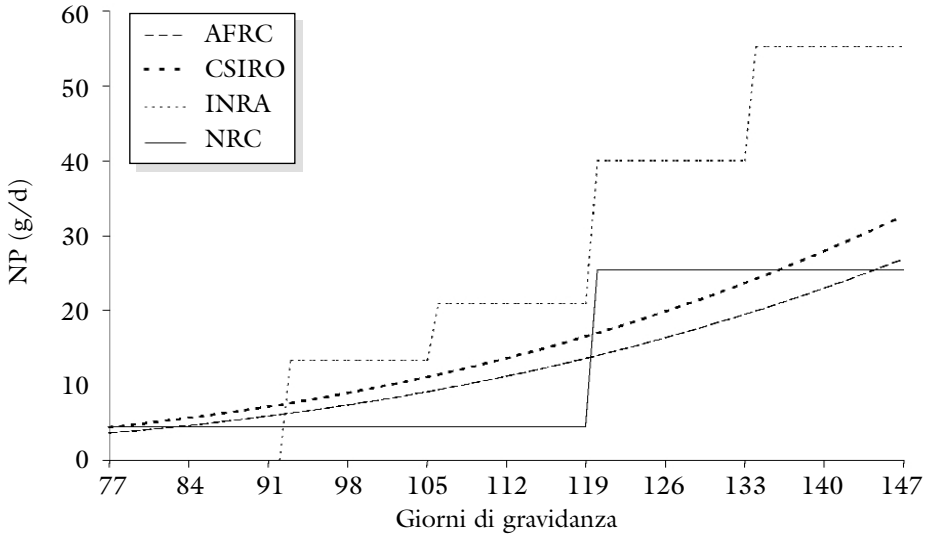


Figura 2.5 - Fabbisogni di gravidanza in MP nell'ipotesi della produzione di un agnello di 4 kg di peso corporeo alla nascita

utilizzate (in caso di perdita di peso). Nel caso delle vacche da latte, l'AFRC ipotizza che questa efficienza sia pari a quella valida per tutte gli altri tipi di apporti di MP. È presumibile che ciò valga anche per gli ovini. Il sistema CSIRO adotta invece un valore di 70 g di NP per kg di variazione di peso corporeo, sia nel caso di variazioni positive che negative (Tabella 2.7). Nel caso di mobilizzazione, il sistema presuppone una efficienza pari a 0,8. Il sistema INRA fornisce informazioni solamente sui fabbisogni in MP per l'aumento di peso corporeo. Essi sono notevolmente più elevati di quelli proposti dagli altri sistemi (Tabella 2.7). Il sistema NRC non riporta informazioni su questo tipo di fabbisogno.

2.1.3. Considerazioni generali sui principali sistemi di stima dei fabbisogni energetici e proteici

A causa degli stretti legami esistenti tra stima dei fabbisogni e quantità e tipo di nutrienti ingeriti, il confronto tra sistemi nutrizionali qui effettuato non consente di valutare quale dei sistemi sia più accurato nelle sue previsioni. Tuttavia, il confronto ha consentito di evidenziare molte differenze negli approcci utilizzati e nelle stime che ne derivano.

Lo NRC stima i fabbisogni energetici e proteici tenendo conto di poche variabili e non considerandone in maniera esplicita alcune estremamente importanti, come la produzione di latte e le variazioni di peso corporeo. L'approccio molto semplificato utilizzato da questo sistema, basato soprattutto su valori tabulari che fanno riferimento a poche situazioni tipo, probabilmente riflette il fatto che negli Stati Uniti le produzioni ovine sono caratterizzate da sistemi fortemente estensivi, nei quali è comunque difficile quantificare in campo molte delle variabili necessarie per la stima dei fabbisogni. Da segnalare anche il fatto che i fabbisogni di mantenimento descritti nei capitoli esplicativi dallo NRC contrastano poi con i valori riportati nelle tabelle che riassumono i fabbisogni delle categorie più importanti di animali. Un altro aspetto che merita di essere evidenziato riguarda i fabbisogni proteici di mantenimento, che sono risultati pressoché doppi rispetto a quelli previsti dagli altri sistemi considerati. Nel complesso, queste limitazioni sono compensate, almeno parzialmente, da una notevole semplicità di uso del sistema, che lo rende di facile utilizzo negli allevamenti estensivi di razze ovine da lana o carne.

I sistemi AFRC e CSIRO si assomigliano in molte componenti, avendo basato molti dei fabbisogni su quanto proposto dall'ARC (1980). In particolare, sia i fabbisogni di gravidanza che le efficienze energetiche di conversione della ME in NE sono identiche. Le stime dell'AFRC sui fabbisogni totali per il mantenimento e la produzione di latte sono le più basse fra tutti i sistemi considerati, sia per l'energia

che per le proteine. Nonostante le similarità suddette, il sistema CSIRO tiene conto di molte più variabili di quello AFRC, soprattutto nei sottomodelli che riguardano la stima dei fabbisogni energetici e proteici di mantenimento. Lo CSIRO risulta particolarmente originale ed innovativo in diverse sue componenti. In particolare, fa variare i fabbisogni energetici e proteici di mantenimento in funzione di indici associabili al livello nutritivo e, soprattutto, tiene conto degli effetti delle principali variabili associate allo stress da freddo.

Il sistema INRA è l'unico specificamente sviluppato per pecore da latte. Rispetto al sistema CSIRO, è basato su un approccio molto più semplificato ed empirico e considera un numero molto più ridotto di variabili nella gran parte delle sue componenti. Per di più, non considera gli effetti dello stress da freddo sui fabbisogni energetici. Sebbene non consideri l'effetto del livello nutritivo sui fabbisogni, le sue stime medie per i fabbisogni totali (mantenimento + produzione) per la produzione di latte sono simili a quelle proposte dal sistema CSIRO. Questo suggerisce che la sottostima delle necessità alimentari attribuita[6, 22] al sistema INRA (Capitolo 5) sia dovuta od ad una sovrastima del valore nutritivo operata da questo sistema o al fatto, meno probabile, che sia lo CSIRO che l'INRA sottostimino i fabbisogni nutritivi delle pecore in lattazione.

I sistemi AFRC ed INRA considerano livelli di aggregazione delle informazioni abbastanza simili, come comparabile può essere considerata la loro flessibilità. Questi sistemi si caratterizzano anche per il fatto di utilizzare equazioni di stima dei fabbisogni della specie ovina molto diverse da quelle utilizzate per la specie bovina, sebbene entrambe le specie vengano considerate nel medesimo sistema nutrizionale che prevede un unico metodo di stima del valore nutritivo quale che sia la specie. Questo è il risultato dell'approccio sostanzialmente empirico utilizzato per lo sviluppo delle equazioni di stima dei fabbisogni.

Una caratteristica molto importante e unica del sistema CSIRO è che per molte componenti dei fabbisogni esso usa le stesse equazioni sia per gli ovini che per i bovini. In alcuni casi le equazioni sono totalmente identiche per le due specie, in altri differiscono solamente per alcuni coefficienti o fattori di scala.

Questa peculiarità del sistema CSIRO evidenzia la scelta di un approccio più meccanicistico rispetto a quello utilizzato dagli altri sistemi e concilia la necessità di fare delle previsioni accurate sui fabbisogni con la biologia. Infatti, molto più spesso di quanto generalmente si ritenga, le differenze tra ovini e bovini possono essere spiegate introducendo opportuni fattori di scala capaci di rispettare i principi biologici alla base delle differenze fra specie.

2.2. La stima dei fabbisogni nel software ROC 3

Il software ROC 3, le cui componenti essenziali sono riportate nel CD allegato a questo volume, stima i fabbisogni energetici e proteici degli ovini integrando equazioni pubblicate da diversi organismi internazionali con equazioni da noi autonomamente sviluppate o adattate. La scelta delle equazioni per la stima dei fabbisogni è stata effettuata con l'obiettivo di rendere il sistema più flessibile, quindi più capace di adattarsi alle varie situazioni ambientali e gestionali presenti nelle aziende ovine, dei sistemi per ovini più conosciuti ed utilizzati in Italia, quali l'INRA francese e l'AFRC inglese. Ad esempio, il sistema ROC 3 contiene delle procedure per stimare l'effetto dello stress da freddo sui fabbisogni.
Il sistema ROC 3 ha attinto in maniera considerevole dal sistema CSIRO, che è di gran lunga il più completo e flessibile fra tutti i sistemi sviluppati per stimare i fabbisogni energetici e proteici degli ovini. Per anticipare eventuali critiche sul fatto che si sia fatto ampio riferimento ad un sistema messo a punto per ovini da lana e da carne per svilupparne un altro per ovini da latte, ricordiamo che l'unico sistema esistente per ovini da latte, il sistema INRA, è anch'esso sostanzialmente basato su equazioni messa a punto su ovini da lana e da carne[6,10,12].
Le poche informazioni direttamente riferibili ad ovini da latte sono state integrate nel sistema ROC 3 (ad. es. l'efficienza della conversione della MP in NP per la produzione del latte ovino).
Il sistema ROC 3 esprime i fabbisogni energetici in termini di kcal di energia netta latte **(NE_L)**. Questa unità può essere facilmente converita in UFL dividendo la NE_L per 1700. Tuttavia, per evitare confusioni terminologiche e concettuali ed evidenziare la diversità delle metodologie di stima, si è preferito non utilizzare la UFL come unità di riferimento. Per quanto riguarda i fabbisogni proteici, l'unità di misura utilizzata è quella della proteina metabolizzabile. Benchè concettualmente simile alla PDI francese (somma di proteine alimentari e microbiche digerite nell'intestino), essa è calcolata in maniera differente. Quindi, sempre con l'obiettivo di evidenziare le diverse metodologie di calcolo, si è preferito utilizzare il termine MP invece che quello, più noto in Italia, di PDI.

2.2.1. Fabbisogni energetici

Fabbisogni di mantenimento

I fabbisogni di mantenimento sono calcolati con la seguente equazione, che rispecchia pressochè integralmente, salvo che per il k_m utilizzato, l'approccio del sistema CSIRO:

$\mathbf{NE_L}$ **(M)** (kcal/d) = $PC^{0,75}$ *(a1*exp(-0,03*ETA')* S *a2+((0,09 * MEI)*k_m) + ACT + NEmcs

dove:

- **PC** = peso corporeo in kg;
- **a1** = 62 = energia netta per il mantenimento (kcal di NEm);
- **ETA'** = età in anni, valore massimo 6 (quando exp(-0,03*ETA')=0,84); questo fattore di correzione tiene conto del fatto che negli animali giovani il metabolismo basale è più intenso che in quelli adulti. Con questa correzione i fabbisogni di mantenimento variano da 62 a 52 kcal di NE per kg di $PC^{0,75}$;
- **S** = 1,0 per femmine e castrati; 1,15 per i maschi;
- **a2** = aggiustamento per la temperatura nel periodo precedente il razionamento : (1+0,0091* C), dove C=(20 -Tp); Tp= temperatura media nel mese precedente[7]; i fabbisogni aumentano se gli animali hanno avuto il tempo per adattarsi a condizioni di freddo, diminuiscono se si sono adattati a condizioni di caldo;
- **MEI** = ingestione totale di energia metabolizzabile (kcal/d); questa parte dell'equazione è utilizzata per tener conto del fatto che i fabbisogni di mantenimento sono più alti negli animali in lattazione che non in quelli in asciutta. Viene calcolata come somma della ME ingerita da ciascun alimento;
- $\mathbf{k_m}$ = $\mathbf{k_l}$ = coefficiente di trasformazione dell'energia metabolizzabile in energia netta di mantenimento o di lattazione = 0,64; valore uguale a quello utilizzato da alcuni sistemi per vacche da latte[6, 9, 18]. Si basa sulle ipotesi che non vi siano differenze nell'efficienza di trasformazione dell'energia metabolizzabile in mantenimento od in latte e che non vi siano differenze tra ruminanti domestici riguardo a questa efficienza[29];
- **ACT** = fabbisogni per il movimento (kcal/d). Per animali in stabulazione libera ACT = 0 perché la NEm già include i fabbisogni per la normale attività fisica (movimento, ingestione e ruminazione). Per animali al pascolo, i fabbisogni di movimento sono calcolati diversamente in funzione delle distanze percorse:
  - movimento, componente orizzontale = chilometri * PC * 0,62
  - movimento, componente verticale (dislivello) = chilometri * PC * 6,69

  Riguardo ad altri possibili fattori di variazione dei fabbisogni di movimento, Farrel et al. (citati da CSIRO[7]) hanno trovato che negli ovini i fabbisogni unitari di movimento non sono condizionati dal loro *body condition score*, mentre Mathers e Sneddon (1985) (citati da CSIRO[7]) hanno trovato che nei bovini i fabbisogni di movimento non erano condizionati dalle temperature ambientali. È presumibile che ciò valga anche per gli ovini;

- **NE_{mcs}** (NEm, kcal/d) = energia necessaria per bilanciare le perdite energetiche che si hanno in seguito a stress da freddo. Le equazioni necessarie per la sua stima sono riportate in Tabella 2.9.

Fabbisogni per la produzione di latte

Sono basati sul contenuto di energia netta del latte ovino stimato secondo l'equazione[23]:

NE_L (L) (kcal/d) = [(251,73 + 89,64 * G + 37,85 *(P/0,95)) * Prod]

dove:
Prod (kg/d) = produzione giornaliera di latte;
G (%) = grasso del latte;
P (%) = proteina vera del latte.

Variazioni riserve corporee

La stima delle variazioni di peso corporeo è condotta con modalità diverse fra pecore primipare e pecore pluripare.

Primipare

Nel caso di agnelle da rimonta e di pecore primipare (considerate tali sino alla fine della prima lattazione), si prende in considerazione l'accrescimento in peso giornaliero; il costo energetico e proteico di questo accrescimento è stimato utilizzando le curve di crescita e di composizione dell'accrescimento pubblicate dallo CSIRO. Questo sistema ipotizza che la proporzione tra grasso, proteine ed altre sostanze (acqua e minerali) nell'accrescimento netto (EBG, che corrisponde a 0,92* accrescimento lordo) ed il costo dell'accrescimento dipendano:

a) dal rapporto tra peso corporeo in una certa fase di crescita e peso adulto di riferimento (*standard reference weight,* SRW). Quest'ultimo rappresenta il PC che avrà un certo animale di una certa razza e sesso, quando il suo sviluppo scheletrico sia completo e quando il suo contenuto corporeo (al netto del contenuto dell'apparato digerente) sia tale da avere 250 g di grasso/kg di peso netto. Questo corrisponde ad un BCS 3 (scala 0-5) negli ovini. Il rapporto tra peso attuale e peso adulto definisce quindi in quale stadio della curva di crescita di trovi l'animale;
b) dal ritmo di accrescimento degli animali, che a sua volta dipende dalla quantità di energia disponibile in eccesso rispetto ai fabbisogni di mantenimento.

Questi due parametri consentono di definire delle curve di crescita specifiche per ciascun animale e le relative composizioni e costi energetici e proteici dell'accrescimento. Le equazioni complete utilizzate per la stima dei fabbisogni di accrescimento sono riportate in Tabella 2.10.

Tabella 2.9 - Equazioni utilizzate per la stima del costo energetico di mantenimento dovuto a stress da freddo secondo il sistema CSIRO

$\mathbf{NE}_{mcs}$ (NEm, kcal/d) = $[((SA*(LCT - T_g))/(I_{tot}))*0,239]*k_m$

dove:

- $\mathbf{I}_{tot}$, isolamento termico totale dell'animale (MJ/°C m² d) = TI + [1-0,3*(1-exp(-1,5 PIOGGIA/LANA))]*EI

L'isolamento termico totale include l'isolamento termico interno dovuto ai tessuti sottocutanei (TI), l'isolamento termico esterno dovuto all'azione della lana (EI) e l'effetto negativo della pioggia sull'isolamento termico esterno;

- **TI**, isolamento interno (°C m² d/MJ) =1,3
- **EI**, isolamento esterno (°C m² d/MJ) = (r/(r+LANA))*(1/(0,481 + 0,326 * (VENTO + 0,36)^{0,5})) + r *$\log_e$ ((r+LANA)/r)*(0,141-0,017*(VENTO+0,36)^{0,5})
- **LCT,** temperatura minima critica (°C) = 39 + (1,3/SA)*(EI) -(HE/SA)*(I_{tot})
- $\mathbf{k_m}$ = 0,64
- **SA**, superficie corporea (m²) = 0,09 kg PC^{0,67};
- $\mathbf{T_g}$ (°C) = temperatura media giornaliera
- **HE**, produzione endogena di calore (kcal/d) = MEm + (MEI – MEm)*(1-k_l). Nel caso di animali in accrescimento k_l è sostituito da k_g;
- **MEm**, fabbisogni di mantenimento in ME (kcal/d);
- **MEI**, ingestione di energia metabolizzabile (kcal/d).
- **r**, raggio degli animali = 120 mm adulti, 50 mm agnelli (< 6 mesi)
- **LANA**, spessore della lana (mm)
- **VENTO**, velocità del vento al suolo (km/h)
- **PIOGGIA**, pioggia (mm/d). Non usare negli animali stabulati.

Tabella 2.10 - Equazioni utilizzate per la stima dei fabbisogni energetici e proteici di accrescimento ed ingrasso in funzione delle variazioni di peso corporeo (VPC) [7].

Energia netta necessaria per le variazioni di peso corporeo (NEL (VPC)):

NE_L (VPC) (kcal di NE_L/d) = (VPC*0,001*EVG*0,92/k_g)*0,64

dove:

VPC = accrescimento lordo (incluse variazioni del contenuto gastrointestinale) (g/d);

EVG, NE contenuta nell'accrescimento netto (kcal/1000 g di EBG) = ((6,7 +R) + (20,3-R) / [1+exp (-6(P-0,4))])*239;

EBG, accrescimento netto = VPC *0,92;

P = peso corporeo attuale (in kg)/SRW (in kg);

SRW = PC di un certo animale di una certa razza, sesso ed età quando il suo sviluppo scheletrico sia completo e quando il suo contenuto corporeo (al netto del contenuto dell'apparato digerente) sia tale da avere 250 g di grasso/kg di peso netto. Questo corrisponde ad un BCS 3 (scala 0-5) negli ovini;

R = aggiustamento per il ritmo di accrescimento (o dimagrimento) quando VPC è noto
= VPC*0,001*0,92/(4,0*$SRW^{0,75}$) -1

k_g = efficienza di conversione della NE in ME per accrescimento ed ingrassamento; per pecore primipare esso è pari a 0,75 in lattazione ed 0,60 in asciutta; per giovani in accrescimento k_g = (1,42*ME-0,174 ME^2 + 0,0122 ME^3 -1,65)/ME;

k_l = 0,64 = efficienza di conversione della ME in NE_L.

Stima del contenuto lipidico e proteico dell'accrescimento:

Grasso (g/kg EBG) = (43+28R) + (601-28R)/ [1+exp (-6(P-0,4))]

Proteina Netta (g/kg EBG) = (212-4R) - (140-4R)/ [1+exp (-6(P-0,4))]

L'efficienza di conversione della NP in MP per l'accrescimento è pari a **0,7**, per cui **MP_{VPC}** (g/d) = Proteina netta/0,7

Pluripare

Per le pluripare il calcolo delle variazioni delle riserve corporee viene effettuato con riferimento al *body condition score* (scala 0-5)[26]. Lo stesso metodo è stato adottato, fra gli altri, anche dall'INRA e dal CSIRO. La stima delle variazioni in riserve adipose ed il corrispondente costo energetico viene effettuato tenendo conto dei seguenti inputs:

- $BCS_{attuale}$ = BCS al momento del razionamento;
- BCS_{target} = BCS a cui si vogliono portare le pecore;
- Giorni per BCS_{target} = giorni in cui si vuole raggiungere il BCS_{target};
- SRW = Peso dell'animale adulto, come precedentemente descritto per le primipare.

Sulla base di queste informazioni, è possibile stimare il costo energetico delle variazioni di peso in animali adulti con delle equazioni che mettono in relazione il BCS con il peso corporeo e con il suo contenuto lipidico (**GC**, grasso corporeo)[6]. Queste equazioni sono state rielaborate per adattarle al software ROC 3:

- $PC_{attuale}$ (kg) = (7,679* $BCS_{attuale}$+ 23,463)* SRW/42,7
- PC_{target} (kg) = (7,679* BCS_{target}+ 23,463) * SRW/42,7

- VPC_{totale} (g)= (PC_{target} - $PC_{attuale}$)*1000
- VPC (g/d)= VPC_{totale}/ Giorni per BCS_{target}

- $GC_{attuale}$ (kg) = (6,537 * $BCS_{attuale}$ +2,186) *0,01 * $PC_{attuale}$
- GC_{target} (kg) = (6,537 * BCS_{target} +2,186) *0,01 * PC_{target}

- Variazione GC_{totale} (g)= (GC_{target} - $GC_{attuale}$)*1000
- Variazione GC_{giorno} (g/d)= GC_{totale}/ Giorni per BCS_{target}

- Costo GC_{giorno} (kcal di NE/d)=9,6* GC_{giorno}

Il valore in energia netta è convertito in ME col coefficiente 0,75 per le pecore in lattazione e 0,60 per quelle in asciutta, in maniera simile a quanto proposto per i bovini da latte[15]. Il valore in ME è quindi convertito in NE_L o NE_M con il coefficiente che gli è proprio (0,64), al fine di calcolare il costo energetico netto delle variazioni di peso:

- in lattazione: NE_L (VPC) (kcal/d) = (Costo GC_{giorno}/0,75)*0,64
- in asciutta: NE_L (VPC) (kcal/d) = (Costo GC_{giorno}/0,60)*0,64

Fabbisogni di gravidanza

I fabbisogni di gravidanza sono stimati con il modello CSIRO, che a sua volta ha rielaborato le equazioni proposte dal modello ARC. Il contenuto energetico dell'utero gravido da 63 giorni di gravidanza al parto è stimato secondo il seguente modello matematico di Gompertz:

E_t (MJ/d)= exp(7,649 – 11,465 * exp(-0,00643 * t)) * PesoAgnelli/4

dove *t* è il tempo dal concepimento in giorni. Il fattore (PesoAgnelli/4) corregge la stima di Et, basata sull'ipotesi che il peso complessivo alla nascita della prole **(PesoAgnelli)** sia uguale a 4 kg, quando il PesoAgnelli è diverso da 4 kg a 147 giorni di gravidanza.

Il fabbisogno giornaliero in NE di gravidanza **(NEpreg)** al giorno *t* dal concepimento è calcolato con l'equazione precedente dopo aver convertito le unità energetiche da MJ a kcal con il fattore 239:

$$NEpreg\ (kcal\ di\ NE/d) = dE_t/dt = E_t\ 0{,}0737\ \exp(-0{,}00643 * t) * 239$$

La NEpreg è convertita in MEpreg con una efficienza di 0,13. La MEpreg è quindi moltiplicata per 0,64 al fine di esprimere i fabbisogni in termini in NE_L:

$$NE_L(preg) = (NEpreg/0{,}13) * 0{,}64$$

Fabbisogni energetici totali
Sono calcolati come somma dei fabbisogni di mantenimento, di lattazione, di variazione di peso corporeo e di gravidanza:

$$\mathbf{NE_L}\ (kcal/d) = NE_L\ (M) + NE_L\ (L) + NE_L\ (VPC) + NE_L\ (preg)$$

2.2.2. Fabbisogni proteici

Fabbisogni di mantenimento
I fabbisogni di mantenimento per gli animali adulti sono calcolati come proteina metabolizzabile (MP_M) necessaria per giorno e risultano dalla somma delle proteine necessarie per la lana, per le perdite urinarie endogene e per quelle metaboliche fecali[7]:

$$\mathbf{MP_M}\ \ (g/d) = LA + UPA + FPN$$

- LA (proteina per la lana) (g/d) = (lana pulita /365)/0,70
- UPA (proteina endogena urinaria) (g/d) = (0,147 * PC + 3,375)/0,70
- FPN (proteina metabolica fecale) (g/d) = (15,2 * DMI)/0,70

dove:
PC = peso corporeo, in kg;
Lana pulita = produzione annuale di lana pulita, in g;
DMI = ingestione giornaliera di sostanza secca, in kg;

Fabbisogni per la produzione di latte

I fabbisogni proteici per la produzione di latte sono calcolati a partire dal contenuto di proteina vera del latte oppure stimando la proteina vera a partire dalla proteina totale del latte (P totale *0,95 = P vera):

$\mathbf{MP_L}$ (g/d) = (10* P* Prod)/0,58

Dove:
Prod = produzione giornaliera di latte (kg/d)
G = grasso del latte, %
P =proteina vera del latte, %
0,58= fattore di conversione della MP in NP.

Il coefficiente di conversione della MP in NP qui proposto (0,58) è quello suggerito dal sistema INRA per pecore da latte[5, 13]. Questa efficienza è inferiore a quella utilizzata per i bovini da latte dai sistemi più diffusi (da 0,65 a 0,7) ed è inferiore a quella prevista per ovini dai sistemi NRC, CSIRO e AFRC. La bassa efficienza utilizzata dall'INRA per gli ovini è giustificata dal fatto che gli ovini hanno, per il fatto che producono lana, elevati fabbisogni di amino acidi solforati[5]. Questa asserzione è confermata dal fatto che la supplementazione delle razioni di pecore in lattazione con metionina e lisina rumino-protetta ha causato un notevole aumento della produzione di latte[14]. Inoltre, bisogna considerare che gli ovini tendono ad avere, a parità di stadio fisiologico, velocità di transito ruminali degli alimenti superiori a quelle dei bovini[28] e, di conseguenza, maggiori quantità di proteine alimentari non fermentate nel rumine e digerite nell'intestino. Siccome le proteine alimentari in genere hanno un valore biologico inferiore rispetto a quelle batteriche[28], è presumibile che a parità di razione si abbia una minore efficienza di utilizzazione della MP in pecore in lattazione rispetto a vacche in lattazione.

Fabbisogni di crescita

Per gli animali in accrescimento si veda quanto riportato sui fabbisogni proteici di crescita in Tabella 2.10. Per quanto riguarda gli animali adulti, non sono previste variazione dei fabbisogni al variare dello stato corporeo (BCS) degli animali.

Fabbisogni di gravidanza

In maniera simile ai corrispondenti fabbisogni energetici, i fabbisogni proteici di gravidanza sono stimato come proposto dal sistema CSIRO, che a sua volta ricalca quanto

riportato dall'ARC. Il contenuto proteico totale dell'utero gravido (Pt) da 63 giorni di gravidanza al parto è stimato secondo il seguente modello matematico di Gompertz:

P_t= exp(11,347 – 11,220 *exp(-0,00601*t))*PesoAgnelli/4

Il fattore (PesoAgnelli/4) corregge la stima di Pt quando il PesoAgnelli è diverso da 4 kg a 147 giorni di gravidanza.
Differenziando si ottiene il fabbisogno giornaliero di NP di gravidanza (NP_{preg}) al giorno *t* dal concepimento:

- NP_{preg} (g/d) = dPr/dt = P_t * [0,0674 exp(0,00601*t)]

La efficienza di utilizzazione della MP in gravidanza è considerata pari a 0,7:

- MP_{preg} (g/d) = NPpreg / 0,7

L'efficienza di conversione della MP in NP qui utilizzata è quella proposta dallo CSIRO ed è simile a quella proposta dall'AFRC e dall'NRC, mentre è molto superiore di quella (0,42) proposta dall'INRA. Questo porta al fatto che benchè i fabbisogni in NP stimati con le equazioni utilizzate da ROC 3 siano pressochè identici a quelli dell'INRA, le stime in termini di MP siano di molto inferiori rispetto a questo sistema[6].

Fabbisogni proteici totali
Sono calcolati come somma dei fabbisogni di mantenimento, di lattazione, di variazione di peso corporeo e di gravidanza:

MP (g/d)= MP_M + MP_L+ MP_{VPC} + MP_{preg}

2.3. Conclusioni

La stima dei fabbisogni energetici e proteici degli ovini rappresenta un aspetto fondamentale del razionamento alimentare. Numerosi sistemi sono stati sinora proposti per gli ovini, anche se solamente il sistema INRA riguarda esplicitamente le pecore da latte. Questo sistema adotta un approccio molto semplificato e totalmente empirico per la stima dei fabbisogni. Ciò ne facilita la stima, ma la rende molto suscettibile a tutti i fattori di variazione da essa non contemplati.

Data la vastità della letteratura scientifica disponibile sugli ovini e la disponibilità di sistemi per ovini molto più evoluti di quello francese, nel software ROC 3 sono state integrate equazioni di diversa origine al fine di poter tener conto, anche per gli ovini da latte, delle numerose variabili animali, alimentari e ambientali che condizionano la stima dei fabbisogni energetici e proteici. Questo nuovo sistema di stima dei fabbisogni sarà sottoposto a continue revisioni ed integrazioni. Il suo livello di complessità e gli *input* da esso richiesti dovranno sempre tener conto delle finalità squisitamente applicative del sofware ROC 3, ma anche della crescente mole di informazioni (metereologiche, economiche e nutrizionali) di cui dispongono i tecnici nutrizionisti e che può aiutare a stimare i fabbisogni in maniera sempre più accurata.

Bibliografia

1. Agricultural and Food Research Council. 1995. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
2. Agricultural Research Council. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Tech. Rev. Agric. Res. Council Working Party. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK.
3. Ball, A.J., J.M. Thompson, C.L. Alston, A.R. Blakely, G.N. Hinch. 1998. Changes in maintenance energy requirements of mature sheep fed at different levels of feed intake at maintenance, during weight loss and realimentation. Livest. Prod. Sci. 53:191-204.
4. Blaxter, K.L. 1977. Environmental factors and their influence on the nutrition of farm livestock. Pagine 1-16 in Nutrition and the climatic environment. Ed. W. Haresign, H. Swan, and D. Lewis. Butterworths, London.
5. Bocquier, F., M. Theriez, Brelurut A. 1987. Recommandations alimentaires pour le brebis en lactation. In: Alimentation des ruminants: revision du systèmes et des tables de l'INRA. Bull. Tech. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix, INRA, (70):199-211.
6. Cannas, A. 2000. Sheep and cattle nutrient requirement systems, ruminal turnover, and adaptation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System to sheep. Ph.D. dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.
7. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. Ruminants Subcommittee. 1990. Feeding standards for Australian livestock. Ruminants. CSIRO Publications, East Melbourne, Australia.
8. Ferrell, C.L. 1988. Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. J. Anim. Sci. 66 (Suppl. 3) : 23-34.
9. Fox, D.G., C.J. Sniffen, J.D. O'Connor, J.B. Russell, P.J. Van Soest. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. J. Anim. Sci. 70:3578-3596.
10. Institut National de la Recherche Agronomique. 1978. Alimentation des ruminants. Ed. R. Jarrige. INRA Publications, Versailles, France.
11. Institut National de la Recherche Agronomique. 1987. Alimentation des ruminants: revision du systèmes et des tables de l'INRA. Bull. Tech. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix, INRA, (70).
12. Institut National de la Recherche Agronomique. 1988. Alimentation des bovins ovins et caprins. Ed. R. Jarrige. INRA, Paris.
13. Institut National de la Recherche Agronomique. 1989. Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. Ed. R. Jarrige. INRA, Paris.
14. Lynch, G.P., T.H. Elsasser, C.J. Jackson, T.S. Rumsey, Camp M.J. 1991. Nitrogen metabolism of lactating ewes fed rumen-protected methionine and lysine. J. Dairy Sci. 66:2268-2276.
15. Moe, P.W. 1981. Energy metabolism of dairy cattle. J. Dairy Sci. 64:1120.

16. Morand-Fehr, P., D. Sauvant, J. Brun-Bellut. 1987. Recommandations alimentaires pour le caprins. In Alimentation des ruminants: revision du systèmes et des tables de l'INRA. Bull. Tech. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix, INRA, (70) :213-222.
17. National Research Council. 1985. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press, Washington D.C.
18. National Research Council. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th ed. National Academy Press, Washington D.C.
19. Ortigues, I., M. Doreau. 1995. Responses of the splanchnic tissues of ruminants to changes in intake: absorption of digestion end products, tissue mass, metabolic activity and implications to whole animal energy metabolism. Ann. Zootech. 44:321-346.
20. Pilla, A.M., L. Taibi, S. Dell'Aquila. 1993. Consumo di alimenti e composizione della dieta ingerita da pecore da latte alimentate ad libitum per quantità e qualità. Zoot. Nutr. Anim., 19:221-226.
21. Pulina, G., T. Bettati, F.A. Serra, A. Cannas 1996. Razi-O: costruzione e validazione di un software per l'alimentazione degli ovini da latte. Atti XII Convegno Nazionale S.I.P.A.O.C., Varese, 22-25 October 1996.
22. Pulina, G., A. Cannas 1999. Recenti acquisizioni sulla alimentazione degli ovini da latte. Atti del Seminario S.I.P.A.O.C. "Le produzioni ovine e caprine alle soglie del terzo millennio", Perugia, 26 novembre 1999: 11-26.
23. Pulina, G., A. Serra, A. Cannas, G. Rossi 1989. Determinazione e stima del valore energetico di latte di pecore di razza sarda. Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie, 43: 1867-1870.
24. Rattray, P.V., W.N. Garrett, N. Hinman, I. Garcia, J. Castillo. 1973. A system for expressing the net energy requirements and net energy content of feeds for young sheep. J. Anim. Sci. 36:115.
25. Ronchi, B., U. Bernabucci, G. Bertoni. 1993. Valutazione comparata del metodo body condition score (BCS) nelle razze ovine Sarda e Lacaune. Atti della Società Italiana Scienze Veterinarie, 47:1985-1989.
26. Russel, A.J.F., J.M. Doney, R.G. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. J. agric. Sci., Camb. 72:451-454.
27. Theriez, M., F. Bocquier, A. Brelurut, 1987. Recommandations alimentaires pour le brebis à l'entretien et en gestation. In Alimentation des ruminants: revision du systèmes et des tables de l'INRA. Bull. Tech. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix, INRA, (70) :185-197.
28. Van Soest P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.
29. Van Soest P.J., B. McCammon-Feldman, A. Cannas, 1994. The feeding and nutrition of small ruminants:application of the Cornell discount system to the feeding of dairy goats and sheep. Proceed. Cornell Nutrition Conference, Ithaca, New York:95-104.

Capitolo 3

LA NUTRIZIONE MINERALE E VITAMINICA E I FABBISOGNI IDRICI

Giovanni Annicchiarico e Luigi Taibi
MiPAF, Istituto Sperimentale per la Zootecnia Sezione di Segezia, Foggia

3.1. Nutrizione minerale

3.1.1. Classificazione

La cellula può contenere tracce di tutti gli elementi presenti nel mondo circostante, ma solo 25 elementi del sistema periodico sono considerati indispensabili alla vita (Tabella 3.1). Di essi 11, date le proporzioni con le quali sono presenti, vengono denominati *elementi plastici o macrocostituenti*. I restanti 14, presenti solo in piccole quantità, vengono denominati *microcostituenti od oligoelementi*, non hanno una funzione plastica, ma entrano come cofattori insostituibili in molecole biologicamente attive.
Un'ulteriore classificazione può essere effettuata sotto l'aspetto zootecnico, in funzione delle quantità richieste nella razione, (escludendo gli elementi che entrano a far parte dei costituenti organici della cellula che non si trovano liberi allo stato elementare, H, C, O, N), suddividendoli in *macroelementi* (quantità superiori a 100 ppm) e in *microelementi o elementi traccia* (quantità inferiori a 100 ppm).
Gli elementi minerali non possono essere sintetizzati dagli animali, quindi devono essere somministrati con la dieta in quantità utili a coprirne i fabbisogni. Essi hanno una maggiore o minore importanza, non in base alla loro concentrazione all'interno dell'organismo animale, ma secondo la funzione biologica che esplicano. Infatti, i *microelementi* entrano soprattutto in molecole biologicamente attive, quali enzimi, cofattori di enzimi, vitamine, ormoni ecc., che hanno funzioni importantissime nella regolazione e nel controllo delle vie metaboliche e nella sintesi di molecole. Una carenza o la mancata sintesi di alcune molecole nell'organismo si evidenziano con forme patologiche. Alcuni *macroelementi*, quali Ca e P, oltre alle funzioni biologiche (il Ca è un fattore di regolazione della permeabilità cellulare e dell'eccitabilità neuro-muscolare, mentre il P è coinvolto nel meccanismo di trasporto dell'energia (ATP/ADP)), possono avere anche una funzione strutturale: la maggior parte del calcio e del fosforo è infatti concentrata nelle ossa e nei denti.

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 67-88

Tabella 3.1 - Macro e microcostituenti della materia vivente [3]

Categoria	Elemento	In %	Simbolo	Numero atomico	*Principali funzioni riconosciute*
Macrocostituenti	Idrogeno	9.80	H	1	Entrano tutti a far parte dei costituenti organici della cellula (glucidi, lipidi, proteine)
	Carbonio	21.15	C	6	
	Azoto	3.10	N	7	
	Ossigeno	62.43	O	8	
	Sodio	0.08	Na	11	Catione che interviene nel determinismo del potenziale d'azione e nell'equilibrio acido-base
	Magnesio	0.04	Mg	12	Cofattore di molti enzimi
	Fosforo	0.95	P	15	Componente dello scheletro e nelle reazioni di trasporto dell'energia
	Zolfo	0.16	S	16	Aminoacidi solforati e nella struttura delle proteine
	Cloro	0.08	Cl	17	Anione biologico, anione del Na e K
	Potassio	0.23	K	19	Catione del potenziale di membrana
	Calcio	1.65	Ca	20	Cofattore di enzimi, regolatore della contrazione muscolare, costituente della membrana, costituente principale dell'osso
Microcostituenti	Ferro	0.005	Fe	26	Cofattore di molti enzimi ossidativi
	Zinco	0.0025	Zn	30	Cofattore di molti enzimi
	Rame	0.0004	Cu	29	Cofattore di molti enzimi ossidativi
	Manganese	0.00005	Mn	25	Attivatore di numerosi enzimi (arginasi, peptidasi, ecc.)
	Iodio	0.00005	J	53	Indispensabile per la sintesi degli ormoni tiroidei
	Bromo	0.002	Br	35	Azione non chiarita
	Fluoro	0.009	F	9	Protezione dello smalto dei denti
	Cobalto	tracce	Co	27	Costituente della Cianocobalamina o vit. B_{12}
	Molibdeno	tracce	Mo	42	Cofattore di alcuni enzimi
	Selenio	tracce	Se	34	Cofattore enzimatico
	Nichel	tracce	Ni	28	Azione non chiarita
	Vanadio	tracce	V	23	Azione non chiarita
	Stagno	tracce	Sn	50	Azione non chiarita
	Silicio	tracce	Si	14	Azione non chiarita

3.1.2. Contenuto in macro elementi dei principali integratori naturali

Nella maggior parte dei casi gli alimenti che compongono la razione sono in grado di apportare tutti gli elementi minerali necessari per la copertura dei fabbisogni. Negli animali ad elevata produzione la somministrazione di minerali nelle diete viene effettuata mediante l'uso di integratori, oppure tramite mangimi commerciali integrati, appositamente formulati e specifici per ogni fase fisiologica. Spesso, però, soprattutto in animali, quali gli ovini e i caprini al pascolo, in cui la spinta produttiva non è ancora così elevata, l'apporto minerale della razione deve essere semplicemente corretto con l'aggiunta di sali apportatori di uno o due elementi principali (es. Ca e P). In natura esistono sali minerali ricchi in un determinato elemento che, opportunamente somministrati, contribuiscono ad ottenere un buon equilibrio minerale della razione. A tale scopo in Tabella 3.2, 3.3 e 3.4 vengono riportati i sali più comunemente utilizzati come apportatori dei principali macroelementi.

Tabella 3.2 - Sali minerali ricchi in Ca e P[4]

Nome del sale	%Ca	%P	Note
Carbonato di _Ca	40		Uso frequente
Solfato di Ca	29		Aumenta l'escrezione urinaria di Ca e P
Cloruro di Ca	36		
Fosfati di Ca	15-19	22-24	
Citrato di Ca	21		Assorbimento elevato
Gluconato di Ca	9		Assorbimento elevato
Formiato di Ca	31		Assorbimento elevato
Lattato di Ca	13		Assorbimento elevato
Acetato di Ca	25		Assorbimento elevato
Acido fosforico		31	
Fosfato di Na (mono bi anidro e non)		2-25	Na 16-19%
Fosfato di K (mono o bi)		17-22	K 28-44%
Fosfato di ammonio (mono o bi)		23-27	N 12-21%

Tabella 3.3 - Sali minerali ricchi in Mg [4]

Nome del sale	%Mg	%altri minerali	Note
Ossido di Mg	60		Assorbimento buono
Idrato di Mg	40		Aumenta l'escrezione urinaria di Ca e P
Carbonato di Mg	29		
Cloruro di Mg	12	Cl 35	
Solfato di Mg	20	S 26	Diminuisce l'utilizzazione di Ca e P
Solfato di Mg idrato	10	S 13	Diminuisce l'utilizzazione di Ca e P

Tabella 3.4 - Sali minerali ricchi in Na [4]

Nome del sale	%Na	%altri minerali
Cloruro di Na	39	Cl 60
Bicarbonato di Na	27	
Solfato di Na	32	S 23

3.1.3. Fabbisogni e fattori che influenzano il loro soddisfacimento

I fabbisogni in macro e microelementi degli ovini (espressi in % della s.s.) sono riportati nelle tabelle 3.5 e 3.6. Sotto l'aspetto pratico é estremamente difficile equilibrare le reali necessità dell'animale con la somministrazione di tali elementi. Infatti, da una parte il fabbisogno non è costante, ma varia in funzione di fattori legati all'animale, all'ambiente e agli alimenti (Figura 3.1) e dall'altra non sempre si è a conoscenza della composizione chimica degli alimenti a disposizione per la formulazione della dieta e quindi degli effettivi principi nutritivi apportati.

Per *i fattori legati all'animale* occorre tenere presente:

a) l'età; è noto che nella fase di accrescimento dei giovani animali si ha una elevata ritenzione di minerali sia per la formazione dello scheletro nel quale si concentrerà, una volta raggiunta la maturità, il 99% del Ca, l'80% del P, il 65% del Mg, il 40% del Na e il 5% del K presenti nell'intero organismo, che per la formazione dei tessuti, mentre negli animali adulti, con il progredire dell'età, il tasso di assorbimento dei vari minerali diminuisce;
b) la fase fisiologica in cui l'animale si trova (asciutta gestazione o lattazione); la ritenzione dei vari minerali nell'ultima fase della gestazione aumenta del 20-40% per la crescita del o dei feti. Ciò vale anche per i primi mesi di lattazione in cui raggiunge i valori massimi in corrispondenza del picco produttivo;
c) variazioni del peso corporeo.

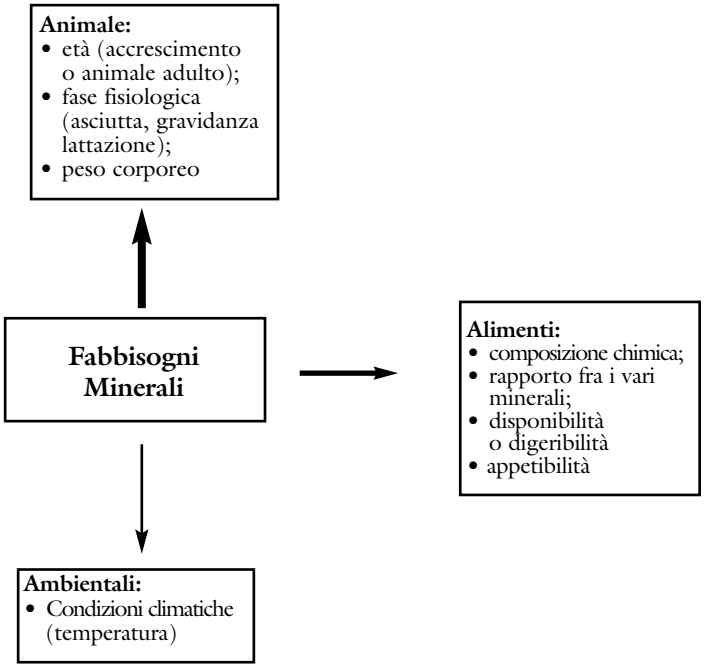
I fattori legati agli alimenti che compongono la razione sono relativi a:

a) contenuto dei vari minerali che sono direttamente correlati alla loro presenza nel terreno e alla tecnica colturale impiegata (concimazioni e non);
b) digeribilità e la disponibilità dei minerali che variano in funzione del contenuto in SS degli alimenti, della fase fenologica dei vegetali e dalla stagione di raccolta (differente grado di lignificazione) e del diverso rapporto fra i vari minerali;
c) appetibilità dei vari alimenti, soprattutto dei differenti integratori minerali che, tranne il sale pastorizio, non è elevatissima (tale problema riguarda più i bovini che gli ovini).

I fattori legati alle condizioni climatiche (stress da caldo o da freddo) influenzano la regolazione dell'equilibrio acido-basico e la quantità di minerali ritenuti o escreti con le urine.

Tabella 3.5 - Apporti alimentari raccomandati in macroelementi (in % SS della razione) [4, 11]

Macro elemento	Apporto
Sodio	0,04-0,15
Cloro	----------
Calcio	0,20-0,82
Fosforo	0,16-0,37
Magnesio	0,12-0,18
Potassio	0,50-0,80
Zolfo	0,14-0,26



Nota: la dimensione della freccia indica la maggiore o minore importanza dei fattori.

Figura 3.1 - Fattori che influenzano il fabbisogno in minerali

Tabella 3.6 - Apporti alimentari raccomandati in microelementi(mg/kg SS o ppm) [4, 5, 7].

Elemento	Apporto	Soglia di tossicità
Ferro	30-50	
Rame	3-10	15
Manganese	20-40	1000
Zinco	30-50	250
Selenio	0,1	0.5
Iodio	0,5-1,2	8
Cobalto	0,1	10
Molibdeno	0,5	3
Fluoro	tracce	

3.1.4. Utilizzazione digestiva e interferenze sull'attività microbica del rumine

A livello ruminale i *macroelementi*, oltre ad un'azione nutritiva per la flora microbica, esercitano anche un'azione fisico chimica e regolatrice del contenuto ruminale (pressione osmotica, pH e tasso di diluizione); mentre gli oligoelementi hanno soprattutto una funzione trofica per i microrganismi entrando a far parte in numerosi enzimi o cofattori vitaminici (es. il Co nella vit. B12) che sono fondamentali per le sintesi ruminali e la crescita microbica.
I rapporti fra i vari elementi (es Ca/P, Ca/Mg ecc.) e le eccedenze e/o carenze di alcuni minerali possono avere un effetto deprimente o stimolante sulla loro utilizzazione. Ad esempio, nel caso di carenze determinano una riduzione delle sintesi ruminali e quindi della crescita microbica. I valori di pH ruminale, condizionati dal tipo di dieta e dalla modalità di somministrazione della razione, possono influire sulla solubilità dei minerali (ad es. il Mg riduce la sua solubilità all'innalzarsi del pH). D'altra parte essi stessi, a loro volta, svolgono un'azione tampone (fosfati e carbonati) nel mantenere il pH a valori ottimali per le sintesi microbiche.

3.1.5. Carenze e/o eccessi minerali ed effetti sullo stato metabolico nutrizionale

L'apporto sbilanciato dei minerali necessari al fabbisogno nelle varie fasi del ciclo produttivo può dar luogo a carenze o eccessi primari e indotti di uno o più minerali. Le ripercussioni possono riguardare in un primo momento la riduzione della potenzialità produttiva e successivamente la manifestazione di sintomi patologici sia acuti che cronici, secondo la gravità e la durata della carenza. In Tabella 3.7 vengono riportate le funzioni principali dei *macro e microelementi* apportati con la dieta e i principali sintomi di carenza o eccesso.

Tabella 3.7 - Ruolo biologico e principali sintomi di carenza/eccesso dei minerali [6, 15]

Elementi	Principali funzioni	Sintomi di carenza	Sintomi di eccesso
Calcio	Ossa, contrazione muscolare, attivatore enzimatico	Rachitismo, osteomalacía, febbre da latte	Ca : P 7:1 con fosforo adeguato
Fosforo	Ossa, legami energetici, fosfolipidi e tessuto nervoso	Rachitismo, osteomalacia	Ossa deboli, calcoli urinari
Magnesio	Costituente delle ossa, attivatore della contrazione muscolare,equilibrio acido-basico metabolismo proteico e lipidico	Perdita di appetito, ridotto accrescimento, ipereccitabilità, tetania da erba, scoordinamento, convulsioni	Riduzione ingestione, diarrea
Sodio	Pressione osmotica, equilibrio acido-basico, permeabilità cellulare, trasmissione impulso nervoso	Depressione appetito, privazione del gusto	Diarrea, sete anoressica, salivazione, dolore addominale, spasmi muscolari
Potassio	Pressione osmotica, equilibrio acido-basico, trasmissione impulso nervoso	Rapido declino dell'ingestione di cibo e acqua; perdita di vigore, pica	problemi cardiaci, edema
Cloro	Bilancio elettrolitico	Spesso confusi con i sintomi da carenza di sodio	
Zolfo	aminoacidi solforati	Diminuzione delle *performance* produttive dovute ad una carenza di a.a. solforati	Diarrea, disidratazione, acidosi, danno a fegato e polmoni
Rame	Enzimi, formazione emoglobina e cartilagine, formazione delle ossa	Decolorazione dei peli, riduzione della crescita laminite	Anoressia, ittero, dolori addominali, crisi emolitica
Zinco	Tessuto epidermico, formazione dello scheletro, cicatrizzazione delle ferite	Dermatide interdigitale, diminuzione della fertilità, della funzione immunitaria, dell'ingestione e della crescita	Raramente anemia riduzione della formazione delle ossa e dell'accrescimento
Manganese	Accrescimento, scheletro e riproduzione	Turbe riproduttive, anomalie dello scheletro, assorbimento, riduzione della crescita	Distruzione della flora ruminale, riduzione dell'appetito e della crescita, anemia
Cobalto	Costituente della vit. B12	Inappetenza	Crescita ridotta, scoordinamento muscolare, aumento dell'emoglobina e del PCV
Selenio	Antiossidante, costituente di enzima	Riduzione della fertilità, distrofia muscolare, cisti ovariche e diminuzione della risposta immunitaria	Aborto, perdita di pelo, zoppie, inappetenza, morte
Molibdeno	Metabolismo delle basi puriniche	Non avviene la conversione della xantina in acido urico	Diarrea, anoressia, malformazione delle ossa, disordini riproduttivi
Fluoro	Costituente delle ossa e dei denti		Macchie dei denti, zoppie, secchezza della pelle e dei peli
Ferro	Emoglobina e vari enzimi	Anemia	Diminuzione ingestione e crescita
Iodio	Ormoni tiroidei	Gozzo, aborto	Cronico: riduzione dell'ingestione e della crescita del pelo, lacrimazione; acuto: eccessiva salivazione, anoressia, aborto, problemi respiratori , ecc.

Macroelementi

Calcio e Magnesio

L'ipocalcemia è una sindrome patologica associata alla riduzione della concentrazione del Ca nel plasma, che dà luogo ad alcune risposte fisiologiche, come il rallentamento del battito cardiaco e la paralisi dei muscoli scheletrici. Si manifesta con un'incidenza differente in capre e pecore ed è influenzata anche da una certa predisposizione genetica. Questa patologia si manifesta all'inizio della lattazione, generalmente dopo il primo parto, e può insorgere alcuni giorni prima o dopo il parto, quando la domanda di Ca è più elevata. Nella pecora la concentrazione di Ca nel plasma può cadere da valori normali di 9-10 mg/100 ml a 2-3 mg/100 ml, mentre nella capra si può ridurre a valori pari fino al 50% del normale.

L'ipomagnesiemia, invece, può successivamente intervenire come fattore complicante in tali circostanze e si può, ad esempio, manifestare in presenza di agenti chelanti che riducono l'attività fisiologica del livello di Ca e/o del Mg in circolazione. A questo riguardo, una razione adeguata che va incontro ai cambiamenti nei fabbisogni, soprattutto negli animali ad elevata produzione, è fondamentale, come ad esempio l'introduzione di un concentrato integrato con tali minerali un mese prima del parto.

L'ipomagnesiemia, come il nome indica, è una condizione associata ad una drastica caduta del livello di Mg nel plasma o nel siero da valori normali di 2,0-2,5 a valori inferiori a 1 mg/100ml. Questa patologia è anche conosciuta con altri nomi come tetania da lattazione, tetania da erba e tetania transitoria. I segni neurologici che accompagnano la carenza di Mg sono attacco tetanico e convulsioni: l'animale si alza e si corica frequentemente e sta in piedi con difficoltà. In casi acuti si può arrivare all'arresto cardiaco. L'ipomagnesiemia in alcuni casi è direttamente correlata con la carenza di Mg della dieta, ma è possibile anche una carenza indotta, ad esempio a causa di una pesante fertilizzazione con K e N del pascolo. Inoltre, la presenza di agenti chelanti negli alimenti, può essere causa di carenze di Mg. In alcuni casi la carenza di Ca può essere associata alla carenza di Mg e i segni clinici della carenza di Ca nascondono quelli della carenza di Mg.

Relazioni tra Calcio, Fosforo e vitamina D

Le patologie dello scheletro come rachitismo, osteoporosi, osteomalacia o combinazioni di queste non sono del tutto infrequenti nelle pecore e nelle capre e solitamente Ca, P e vit. D sono coinvolti. I sintomi di tali patologie non sono specificamente dovuti solo ad una carenza di Ca, ma possono essere causati da una carenza di P, da un rapporto Ca/P anomalo o da una carenza di vit. D.

Eccessi di alcuni macroelementi

Calcio e Fosforo

Urolitiasi è il nome attribuito alle malattie che coinvolgono depositi insolubili come ossalato di Ca, carbonati o fosfati, silice o complessi di magnesio ammonio fosfato, che si formano nel rene o nella vescica e possono successivamente bloccare l'uretra o l'uretere. L'urolitiasi si manifesta in aree con clima secco, sia fresco che caldo dove si ha una bassa quantità di acqua ingerita e/o eccessiva perdita di liquidi con conseguente concentrazione dell'urina. Tali patologie sono anche incentivate da particolari situazioni alimentari, quali razioni ricche in proteine, con alta concentrazione energetica, con squilibri minerali (alto o basso rapporto Ca/P, alto rapporto Mg/Ca, alto contenuto in silice solubile o basso contenuto in Na e K). La presenza di forme organiche di calcoli può essere determinata dalla composizione del pascolo durante il periodo caldo della stagione, oppure da pecore che pascolano su pascoli dominati da alcuni tipi di leguminose.

Sodio

Il fabbisogno fisiologico di Na dei ruminanti è stato profondamente studiato e ben definito per gli ovini. In generale gli ovini e i caprini, quando vi è la necessità, sono capaci di una elevata efficienza nella ritenzione di Na. D'altra parte l'aggiunta di NaCl alla razione(0.5%) è pratica comune e la somministrazione di quantità elevate di NaCl (oltre il 2-5% della dieta), quando sono somministrate razioni altamente digeribili o c'è un rischio di urolitiasi, ha il vantaggio di promuovere la diuresi e ridurre il rischio della formazione di calcoli.

Microelementi

Rame

Sintomatologia: negli ovini la prima manifestazione di una carenza di rame è la mancanza di pigmentazione della lana nera. Una disponibilità variabile di rame durante il periodo di pascolamento, può portare alla produzione di un vello a strisce con una parte pigmentata in coincidenza con le fasi in cui la disponibilità di rame è sufficiente. All'aumentare della deficienza, si ha una progressiva mancata formazione delle increspature del vello (nelle razze la cui lana normalmente le presenta), contemporaneamente, si ha una diminuzione della produzione della lana, del peso corporeo e della crescita del feto (nel caso di gravidanza), con sviluppo di anemia. Pecore fortemente deficitarie in rame manifestano sintomi quali la produzione di pochi agnelli, i quali possono nascere con grosse cisti cavitative che progrediscono nella demielinizzazione

del cervello e della corda spinale: tale patologia è conosciuta con il nome di atassia enzootica. Tutti questi sintomi possono essere corretti con una sufficiente integrazione con rame, eccetto che per le manifestazioni dovute alla degenerazione del sistema nervoso: infatti, la progressiva demielinizzazione viene arrestata dalla disponibilità metabolica di adeguati livelli di rame, ma non regredisce. Elevate concentrazioni in molibdeno (20-100 ppm sulla SS della razione), in presenza di solfati, interferiscono marcatamente con il metabolismo del rame determinandone la carenza.

Diagnosi di carenza: i segni di deficienza di rame appaiono generalmente quando l'erba del pascolo contiene meno di 5 ppm di Cu e 1 ppm o meno di molibdeno sulla SS. Quando il livello di molibdeno è apprezzabile, la deficienza di rame si può manifestare anche con concentrazioni di 10 ppm o maggiori. I fegati di pecore carenti che producono agnelli atassici, generalmente contengono meno di 10 ppm di Cu, mentre sintomi di carenza si possono manifestare già con valori inferiori a 50 ppm. Le pecore normalmente alimentate hanno una concentrazione di 100-400 ppm e a livello ematico una concentrazione di 0,7-1,2 mg/l mette a riparo da qualsiasi stato carenziale.

In pascoli carenti, la distribuzione di circa 7 kg/ha di solfato di Cu porta la loro concentrazione in Cu ad un buon livello per alcuni anni, oltre ad avere un effetto positivo sull'incremento della produzione di foraggio. Dove la concimazione non è possibile, la carenza può essere curata con la somministrazione per via orale di solfato di Cu nella dose di 10 mg/giorno di Cu per 2 o 3 settimane, oppure per iniezione sottocutanea, ma ciò a volte provoca dei danni ai tessuti locali.

Tossicità: a differenza dei bovini, che sono relativamente tolleranti verso l'eccesso di Cu, gli ovini possono subire intossicazioni in alcune circostanze. La somministrazione di massicce dosi di sale di Cu nelle pecore ha come effetto la chiusura del canale esofageo che, by passando il rumine, comporta l'assorbimento a livello intestinale di quantità tali da determinare la morte in poche ore. Nei pascoli la cui erba presenta elevate concentrazioni di Cu (> 10 ppm sulla SS), la conseguente lieve interferenza nell'assorbimento dal molibdeno, può causare nella pecora l'accumulo di grosse quantità di Cu nel fegato (> di 8000 ppm sulla SS) e l'intossicazione cronica da Cu. In particolari condizioni di *stress*, il Cu accumulato può essere rilasciato aumentando la concentrazione nel sangue periferico, il che può indurre una massiccia emolisi con blocco dei tubuli renali, forte aumento di volume dei reni che generalmente porta alla morte. Le razze merinizzate appaiono meno sensibili rispetto alle altre razze ovine. Quando esiste il rischio di intossicazione, la somministrazione di un supplemento di molibdeno offre un certo controllo nell'assorbimento del Cu.

Manganese
La carenza di Mn negli ovini coinvolge sia la crescita che l'aspetto riproduttivo; i sintomi si manifestano con un enorme sviluppo delle ossa e successiva difficoltà di movimento e di equilibrio e fenomeni di atassia in animali giovani.
Fabbisogno: da varie prove sperimentali effettuate si è visto che gli ovini richiedono almeno 32 ppm di Mn/kg di SS, mentre le capre 20 ppm o più. Nei pascoli e nelle specie foraggere, il Mn è largamente presente fino a raggiungere concentrazioni di alcune centinaia di ppm e raramente va al di sotto di 40 ppm, quindi appare evidente che solo raramente gli animali allevati al pascolo possono andare incontro ad una deficienza di questo elemento.
Tossicità: un'ingestione giornaliera eccessiva può deprimere l'appetito e il ritmo di accrescimento. E' stato osservato che il Mn è un antagonista nell'assorbimento del ferro in quanto ne può deprimere l'assorbimento con mancata formazione di emoglobina, (ad esempio in agnelli che ingeriscono fino a 5000 ppm di Mn).

Zinco
Una carenza di Zn indotta artificialmente o naturalmente negli ovini comporta i seguenti sintomi: il feto cessa di crescere in poche settimane; la crescita della lana è ridotta o nulla con deterioramento delle increspature e perdita delle fibre; la formazione della keratina viene sconvolta e la cicatrizzazione delle ferite viene rallentata, predisponendo gli animali a patologie interessanti il tessuto, quali la pedaina e la mastite. Negli agnelli e nei capretti si può verificare ipogonadismo, mentre in animali sessualmente maturi i testicoli diminuiscono di volume, la libido si riduce e la spermatogenesi cessa.
Fabbisogno: le alterazioni dovute alla carenza di Zn sono tutte reversibile con una adeguata supplementazione: con la somministrazione di diete contenenti 17 ppm di Zn l'agnello cresce regolarmente, mentre con 32 ppm riprende normalmente la crescita dei testicoli e la produzione di sperma. La concentrazione ottimale in Zn della dieta dovrebbe avere un valore compreso tra 17 e 33 ppm., mentre non si sono manifestati sintomi di intossicazione da Zn in ovini che hanno consumato diete contenenti fino a 500 ppm e oltre.

Ferro
Il ferro è un elemento largamente distribuito negli alimenti vegetali. Gli animali al pascolo difficilmente vanno incontro ad una carenza di Fe, in quanto buone fonti alimentari sono le foglie verdi e molte leguminose e il tegumento dei semi, mentre alimenti poveri sono oltre al latte anche i semi di cereali. Più del 90% del ferro dell'organismo è combinato sotto forma proteica, la più importante è

l'emoglobina che contiene il 0.34% di Fe. Le altre proteine contenenti ferro sono la transferrina che ha la funzione di trasportare il Fe da una parte all'altra dell'organismo e la ferritina che ha la funzione di costituire una riserva di ferro organica.
La Fe carenza determina l'anemia, abbastanza comune in animali giovani allattanti in rapido accrescimento, dato che il latte ha un basso contenuto in Fe. Negli agnelli l'anemia non è frequente in quanto l'alimentazione lattea è integrata con un supplemento alimentare. Mentre, negli animali adulti al mantenimento il fabbisogno di Fe non è elevato in quanto si ha un circolo di recupero del Fe dalla distruzione e neosintesi dell'emoglobina; solo il 10% del Fe sfugge a tale ricircolo. L'eccesso di Fe della dieta, può causare disturbi alimentari ed è noto che deprime l'utilizzazione del fosforo.

Iodio
La carenza di iodio comporta l'insorgenza del gozzo che, nella pecora (e nella capra), appare come un grosso rigonfiamento al di sotto della mascella e intorno alla trachea ed è causato da un ingrossamento della ghiandola tiroidea. Oltre che quale risultato di una carenza primaria o indotta di I, il gozzo può essere determinato da un malfunzionamento genetico della ghiandola tiroidea. Il gozzo è molto comune ed evidente in animali giovani, mentre negli adulti l'ingrossamento della tiroide è palpabile, ma non sempre visibile. Se la carenza di I è elevata, il gozzo generalmente è accompagnato da altri sintomi di ipotiroidismo quali la diminuzione o l'arresto della crescita della lana o dei peli, una caduta della produzione lattea, mentre negli agnelli si manifesta debolezza, scoordinamento degli arti, incapacità di poppare il latte ed in alcuni casi può portarli fino alla morte. Nei maschi adulti si osserva mancanza di libido e il peggioramento della qualità del seme, mentre nelle femmine si ha una manifesta irregolarità del ciclo estrale ed un abbassamento del tasso di concepimento.
La carenza di I può essere indotta dal consumo di piante o prodotti contenenti agenti gozzigeni, molti dei quali manifestano il loro effetto solo in presenza di carenza marginale di I. Tali agenti sono alcaloidi o glucosidi cianogenetici, che liberano tiocianato o isotianato o goitrina nel rumine. Questi alcaloidi antitiroidei sono contenuti in Leucaena sp., nelle crucifere in genere e negli alimenti a base di farine di semi di lino e di soia. In alcune specie comunemente pascolate (loietto perenne e trifoglio bianco) sono presenti anioni monovalenti gozzigeni (perclorato, tiocianato e nitrato) che bloccano il meccanismo di trasporto dello I nella tiroide. Inoltre, sono stati osservati gozzi congeniti, di origine genetica, in alcune razze di pecore (con un autosoma recessivo) e in capre. L'assenza della

funzione tiroidea appare a livello della formazione della tireoglobulina, e nella successiva mancata produzione normale di ormone tiroidei; ciò crea un aumento di stimolo al rilascio di ormoni nella ghiandola determinando il gozzo.
Il fabbisogno minimo di I per le pecore è di circa 200 µg/d. Quando questo fabbisogno non viene raggiunto, l'escrezione urinaria di I va al di sotto di 50 µg/d e la concentrazione nel latte è inferiore a 8 µg/100ml. Il livello di I nel latte, negli ormoni tiroidei e nelle proteine leganti I del sangue sono dei buoni indicatori dell'apporto di I alimentare e dello stato della tiroide.
La supplementazione di I è una buona pratica per prevenire i sintomi di carenza e una dieta completa deve contenere circa 0,5-1,2 mg/kg di SS. La supplementazione terapeutica di I può essere somministrata come sale iodato, attraverso una dose orale di 360 mg di potassio iodato alla fine del terzo o quarto mese di gravidanza, oppure attraverso una singola iniezione intramuscolare 1 o 2 mesi prima del parto risolvendo entrambe le carenze, primaria o indotta.

Selenio
La funzione biologica ascrivibile al Se, quale componente dell'enzima glutatione perossidasi, è la prima linea di difesa per la funzione antiossidante dell'organismo per la protezione della componente lipidica delle membrane cellulari.
La carenza di Se è stata osservata in pecore e altri animali al pascolo. La più comune manifestazione della carenza di Se in agnelli è la distrofia muscolare o malattia dei muscoli bianchi, mentre nelle pecore si ha una grossa perdita di fertilità e una elevata mortalità neonatale. Una carenza di Se o la risposta al trattamento a base di Se si ha quando la dieta ha un contenuto di 0,02 ppm o meno di Se; valori di 0,06 ppm sono considerati sufficienti per prevenire le manifestazioni di carenza e 0,1 ppm forniscono un buon margine di sicurezza.
In alcune aree geografiche, disordini riproduttivi sono stati prevenuti con la somministrazione di Se e vit. E, e non con il solo Se. La carenza di Se negli animali a rischio può essere prevenuta e corretta attraverso delle iniezioni intramuscolari periodiche, oppure attraverso la somministrazione orale di un sale di Se (generalmente selenite di Sodio), mentre con l'uso di rulli di sale di Se si ha difficoltà a regolare l'ingestione di Se. L'uso del sale per la concimazione di un pascolo carente, ad esempio 2 kg/ha di Se, può portare la concentrazione di Se ad un buon livello per circa tre anni. Il rischio di tale pratica è un eccessivo consumo di Se dovuto ad un rapido assorbimento del Se da parte delle piante e la contaminazione superficiale della vegetazione durante il trattamento
Tossicità: una eccessiva concentrazione di Se nelle piante foraggere, tossica

per gli animali al pascolo, è stata evidenziata in alcune località degli Stati Uniti, dell'Irlanda, dell'Australia, di Israele e della Russia. Alcune piante edibili possono accumulare concentrazioni tossiche di Se da terreni seleniferi o anche da terreni con una concentrazione molto bassa. Alcuni terreni sono ricchi in Se in una forma non disponibile per alcune piante foraggere, ma disponibile per piante accumulatrici che, con la loro morte, cedono Se al terreno in una forma disponibile per le piante foraggere. Sono stati riportati valori di 260 ppm di Se/SS nel pascolo e 6000-15000 ppm nelle piante accumulatrici. Negli animali che ingerisco più di 5 ppm nella loro dieta, sono stati riscontrati di caduta del pelo, emaciazione, atrofia del cuore e del fegato, cirrosi epatica e infiammazione dell'intestino e del rene. Gli ovini sembrano non essere seriamente affetti da gravi intossicazioni da Se, comunque generalmente manifestano una perdita di appetito, di peso corporeo e disordini riproduttivi. Alcuni composti ed elementi hanno mostrato di ridurre la tossicità del selenio attraverso una depressione dell'assorbimento, un aumento dell'escrezione o la modifica del metabolismo del Se nei tessuti (es. bromobenzene, S, As, Ag, Hg, Cu e Cd). In generale, nei pascoli che notoriamente inducono selenosi, occorre evitare di portare gli animali o farlo solo in alcuni periodi.

Cobalto

Carenza di Cobalto (anemia perniciosa): dopo i primi casi registrati nel diciottesimo secolo in Gran Bretagna, sono stati registrati nel mondo casi di malattie di origine sconosciuta che colpivano i ruminanti al pascolo in determinate aree. In tutti questi casi, le manifestazioni consistevano in una progressiva perdita di appetito e di peso corporeo insieme ad una profonda anemia, che risultavano fatali, a meno che gli animali non venissero spostati su di un altro pascolo. Finalmente nel 1935, in Australia, è stata ottenuta una risposta positiva ad una dose orale di cobalto somministrata ad una pecora con i sintomi suddetti e la deficienza di cobalto è stata rapidamente confermata come la principale causa della malattia. Carenze di cobalto si manifestano in alcuni tipi di terreni: calcarei sabbiosi, siliceo sabbiosi, terreni provenienti da rocce granitiche, pomice dilavata, foreste argillose, torba e argillosi pesanti, quando contengono meno di 5 ppm di Co, oppure quando viene estratto meno di 0,25 ppm di Co con una soluzione di acido acetico al 2,5%.

Funzioni del cobalto: la carenza di cobalto è stata studiata per almeno 15 anni prima che ne fosse determinata la funzione nutrizionale nei ruminanti. L'atten-

zione è stata rivolta alle somiglianze tra la *dyscrasian blood* nella pecora e l'anemia perniciosa nell'uomo. Nel 1948 è stato scoperto che il Co è il costituente del fattore anti-anemia perniciosa (Vitamina B_{12}), che spiega il ruolo del Co nei ruminanti. Si è chiarito che la sola funzione del Co è quella di garantire una adeguata sintesi microbica di vitamina B_{12} nel rumine e che tutti gli aspetti della sindrome di deficienza di Co possono essere spiegati come carenza di vitamina B_{12}. Infatti una somministrazione parenterale di Co non ha utilità in quanto non raggiunge il rumine, mentre la vitamina B_{12} somministrata per via parenterale, ha dimostrato precisamente il coinvolgimento biochimico del Co a livello ruminale. *Diagnosi di carenza:* nei ruminanti, il Co ingerito è trattenuto principalmente nel fegato, quasi esclusivamente come componente della Vit.B_{12}. I fegati di pecore con stati carenziali, spesso, ne contengono meno di 0,1 ppm, comunemente tra 0,01 e 0,05, mentre in animali non carenti generalmente si trovano valori compresi tra 0,1 e 0,3 ppm. La concentrazione di Co nel sangue è generalmente troppo bassa per una determinazione precisa, ma nel siero di pecora il livello di vit.B_{12} fornisce una buona indicazione della disponibilità di cobalto di origine alimentare. In pecore fortemente deficitarie di vit.B_{12}, la concentrazione è costantemente al di sotto di 0,2 ng/ml, mentre valori normali vanno da 1 a 3ng/ml. Nei fegati di soggetti carenti in vit.$_{B12}$, la concentrazione, generalmente è inferiore a 0,1 μg/g di fresco, mentre in soggetti normali i valori si aggirano intorno a 1 μg/g o maggiori. Una pecora adulta richiede giornalmente un apporto di 0,1mg di cobalto per ottimizzare le *performance* produttive ed un agnello abbisogna di quantitativi anche superiori. Tale quantità viene fornita generalmente con una razione o un pascolo contenente 0,1 ppm di cobalto sulla SS ingerita. Per i caprini il fabbisogno non è conosciuto precisamente, ma può essere ragionevolmente assimilabile a quello della pecora.

Molibdeno

Il Molibdeno gioca un ruolo fondamentale come componente dell'enzima xantino-ossidasi e di altri enzimi, ma in nessuna specie sono state rilevate carenze, mentre nei ruminanti la potenzialità tossica è di considerevole importanza. È evidente che gli effetti del molibdeno nei ruminanti dipendono largamente da quelli del Cu immagazzinato, dal suo metabolismo (come visto nel paragrafo sul rame) e dalla disponibilità di solfato nella dieta. Molto è stato scritto sulla relazione tra Cu-Mo-S che, quasi certamente, esercita una grande influenza nel rumine sull'assorbimento e accumulo del Cu. È noto, infatti, che il solfato viene ridotto a solfito dai microrganismi ruminali, e combinandosi con il Mo forma il tio-molibdato e successivamente il composto insolubile tio-

molibdato di Cu che viene escreto. Quando il Cu alimentare viene reso indisponibile da questa reazione e le riserve corporee vanno ad esaurirsi, l'animale inevitabilmente soffre degli effetti da carenza di rame.

Fluoro
Nella nutrizione dei ruminanti non sono stati riscontrati ruoli essenziali del fluoro. Per contro, giovani pecore esposte ad eccesso di F, presentano denti tipicamente macchiati, irregolari ed enormemente sviluppati. Nei soggetti adulti si manifestano esostosi delle ossa lunghe e delle mandibole, mentre nelle pecore, con la caduta della dentizione, si manifestano problemi nel pascolamento e nella masticazione che influenzano la crescita della lana e l'accrescimento degli agnelli.

3.2. Nutrizione Vitaminica

3.2.1. Classificazione
Le vitamine, sono composti organici indispensabili al mantenimento della vita, dell'accrescimento e della salute degli animali. Nel 1912 Funk coniò il termine vitamines da vital amines (amine vitali), cioè sostanze che contengono azoto in forma aminica. Oggi è noto che solo alcune vitamine contengono azoto aminico, ma il termine viene generalmente accettato da tutti. Non essendo possibile fare una classificazione razionale basata sulla costituzione chimica o sulle proprietà biologiche, le vitamine vengono classificate secondo la loro solubilità in *liposolubili ed idrosolubili* (Tabella 3.8).
I ruminanti sono in grado di sintetizzare le vitamine del gruppo B nel rumine e la vitamina C nelle cellule dell'organismo, mentre le altre devono essere introdotte con gli alimenti, come tali o come loro precursori. In Tabella 3.8 e 3.9 sono riportate le funzioni biologiche e le principali manifestazioni di carenza o eccessi vitaminici.

Tabella 3.8 - Classificazione delle vitamine in base alla loro solubilità

Vitamine	
Liposolubili	**Idrosolubili**
A,D,E,K e F	Complesso B (B_1, B_2, B_5 o ac. pantotenico, B_6, PP, ac. folico, B_{12}, biotina) e vit. C

Tabella 3.9 - Funzioni biologiche e principali sintomi di carenza o di eccesso di vitamine nei ruminanti [6]

Vitamine	Principali funzioni	Sintomi di Carenza	Sintomi di eccesso
A	Visione, trofismo dei tessuti; sintesi del glucosio; e accrescimento delle ossa	Cecità crepuscolare; ipercheratosi; lesioni scheletriche; turbe riproduttive	Ipercheratosi; iperostosi; più o meno con gli stessi sintomi della carenza
D	Formazione delle ossa; fosforilazione; accrescimento osseo	Rachitismo (in animali in accrescimento); osteomalacia (negli adulti)	Decalcificazione dello scheletro e calcificazione dei tessuti molli
K	Formazione della protrombina	Emorragie spontanee e ritardo nella coagulazione del sangue	Relativamente non tossica
E	Antiossidante ,protegge la vit. A; influenza la struttura muscolare e la funzionalità degli epiteli dell'apparato riproduttore	Distrofia muscolare; encefalomalacia; turbe riproduttive	Relativamente non tossica
B_1 o tiamina	Coenzima della decarbossilazione	Polineuriti; disturbi cardiovascolari	Relativamente non tossica
B_2 o riboflavina	Coenzima FMN e FAD; deidrogenasi	Dermatiti e perdita di peli, enteriti	Non tossica
B_6 o piridissina	Coenzima PAL; transamminasi	Convulsioni, neuriti; anemie, dermatiti	Convulsione e morte
PP Nicotinamide o niacina	Coenzima NAD e NADP; deidrogenasi	Dermatiti; diarrea; demenza, irritabilità; infiammazione e ulcerazione bocca e lingua	Vasodilatazione con pruriti e pelle scottata, fegato grosso
Ac. pantotenico	Coenzima A e acetilazione	Dermatiti, perdita pelo, enteriti scarso accrescimento	Relativamente non tossica
Biotina	Coenzima carbossilasi	Dermatiti e perdita peli	Non tossica
Inositolo	Fattore lipotropico per il fegato	Scarso accrescimento	Non tossica
Colina	Donatore gruppi metilici, fattore lipotropico ed epatoprotettore	Degenerazione grassa del fegato	Diarrea persistente
Ac. folico	Unità monocarboniosa e sintesi basi	Anemia, leucofenia	Non tossica
B_{12} o cianocobalamina	Reazioni di isomerizzazione gruppo metilico labile	Anemia, disturbi nervosi o accrescimento ridotto	Non tossica
C	Trasporto idrogeno, attivazione ac. folico; formazione collageno	Emorragia e anemia	Non tossica

3.2.2. Fabbisogni vitaminici e principali fonti alimentari

Vitamine liposolubili

Vitamina A

La vitamina A, denominata anche *retinolo*, è un alcol insaturo solubile nel grasso e nei solventi del grasso. Si accumula generalmente nel fegato, nel

tuorlo d'uovo e nel grasso del latte. Negli alimenti vegetali esiste sotto forma dei precursori carotenoidi che, all'interno dell'organismo, a livello della parete intestinale, vengono convertiti in retinolo. Più gli alimenti sono verdi e più sono ricchi in precursori di vitamina A. Negli animali allevati al pascolo, come gli ovini, le carenze in vitamina A sono molto rare, sia per la ricchezza in precursori del pascolo che per l'accumulo a livello epatico. Le carenze si manifestano con cecità crepuscolare e turbe riproduttive. I fabbisogni in vitamina A per le diverse categorie di ovini sono riportati in Tabella 3.10.

Vitamina D

Se ne conoscono diverse forme: le più importanti sono *l'ergocalciferolo* (D_2) e il *colecalciferolo* (D_3), mentre i loro precursori sono ergosterolo e il 7-deidrosterolo. Le provitamine vengono convertite in vitamine nel sottocute ad opera della luce solare ultravioletta (290-315 nm). Le vitamine D sono più stabili all'ossidazione della vitamina A e la D_3 è più stabile della D_2.

La carenza di Vitamina D porta a rachitismo e osteomalacia, che non sono disturbi specifici, in quanto possono essere causati anche dalla carenza di Ca e P o da un loro squilibrio. Anche gli eccessi di vitamina D possono provocare patologie, come il deposito di calcio nel cuore e nelle arterie. Generalmente negli animali adulti con alimentazione al pascolo o che usufruiscono di una normale esposizione alla luce del sole, non si verificano stati carenziali, mentre in animali giovani in accrescimento o in animali gravidi, durante il periodo invernale è consigliabile una integrazione dato che il fieno è povero in vitamina D. Gli alimenti di origine animale ricchi in vitamina D sono l'olio di fegato di merluzzo e di ippoglosso e il tuorlo d'uovo. Negli animali adulti il fabbisogno è di 2000 UI/kg di SS.

Tabella 3.10 – Fabbisogni alimentari di Vit. A e β-carotene per kg di PV/giorno[4]

Tipo	**Vit A (U.I.)**	**β carotene (mg)**
Mantenimento e crescita	33	60
Gravidanza	66	120
Lattazione	50	90

Vitamina E

E' rappresentata da otto forme di composti attivi di cui quella più diffusa e più attiva è l'α-tocoferolo. La vitamina E è largamente distribuita nelle erbe verdi

giovani e soprattutto nella parte fogliare. La vitamina E, viene facilmente distrutta dall'ossidazione, così con la fienagione le perdite possono arrivare anche al 90% mentre con l'insilamento sono leggermente inferiori. Gli stati carenziali si manifestano con patologie che colpiscono i muscoli scheletrici: l'agnello assume posizioni innaturali e anormalità di conformazione, che vanno sotto il nome di malattia del muscolo bianco e irrigidimento dell'agnello. Gli apporti consigliati sono riportati in Tabella 3.11.

Tabella 3.11 - Integrazioni alimentari consigliate in vitamina E [4]

Categoria	Vit E (mg/kg concentrato)
Agnelli	50-100
Pecore	25-50

Vitamina K

Scoperta nel 1935 e detta anche *fattore della coagulazione o antiemorragico,* esiste sotto forma di diversi composti ad attività vitaminica, tra cui il più importante che si trova in natura è il *fillochinone*. La vitamina K è abbastanza resistente alla temperatura, ma viene facilmente distrutta dall'esposizione alla luce solare. Le principali fonti alimentari di vitamina K sono alcuni alimenti verdi, quali erba medica, cavolo e ravizzone, mentre tra gli alimenti di origine animale ne sono ricchi il tuorlo d'uovo (dipende dall'alimentazione) e la farina di pesce. Gli ovini sono anche in grado di assorbire la vitamina K sintetizzata nel grosso intestino da parte dei batteri (ad esempio, E. coli). Per tali motivi non sono state segnalate carenze di questa vitamina nella specie, al contrario che nei bovini in cui la carenza è stata riscontrata a seguito di ingestione di trifoglio dolce contenente cumarolo responsabile della diminuzione del livello di trombina nel sangue.

Vitamine idrosolubili

Tutte le vitamine del gruppo B e la vitamina C vengono sintetizzate nel rumine ad opera della microflora ivi residente; insieme a quelle fornite con la dieta, in generale riescono a coprire le esigenze degli ovini. Una carenza vitaminica può verificarsi più facilmente per la sola vitamina B_{12} (cianocobalamina), la cui sintesi microbica è condizionata dalla presenza di una adeguata fonte di cobalto (vedi paragrafo sul cobalto).

3.3. Consumi idrici

Gli animali assumono l'acqua sia attraverso gli alimenti che con l'acqua di bevanda. Il bilancio idrico (Figura 3.2) è il risultato della differenza tra l'acqua ingerita (acqua di bevanda e acqua contenuta negli alimenti) e l'acqua eliminata, secondo tre differenti vie: 1) acqua escreta attraverso le feci e le urine, legata all'utilizzazione digestiva e metabolica degli alimenti; 2) l'acqua secreta contenuta nelle produzioni (latte); 3) l'acqua utilizzata per la termoregolazione, escreta sotto forma di vapore acqueo attraverso le vie respiratorie e di sudorazione tramite la cute. Il fabbisogno idrico degli ovini è influenzato dalla quantità di sostanza secca ingerita e dalla natura e composizione degli alimenti (soprattutto proteine e minerali), dalla temperatura ambientale, dal peso corporeo, dalla quantità di latte prodotto e dallo sviluppo del contenuto uterinico per gli animali in fine gestazione. I valori medi di acqua consumata dagli ovini, espressi in litri/kg di SS ingerita sono riportati in Tabella 3.12.

Tabella 3.12 - Valori approssimativi della quantità di acqua ingerita dagli ovini per kg di SS ingerita in stabulazione invernale (temperatura media di 15°C)[9]

Categoria	Litri/kg di SS
1. Ovini in accrescimento o all'ingrasso	2,0
2. Pecore in mantenimento o all'inizio della gestazione	2,0-2,5
3. Pecore a fine gestazione:	
Con 1 agnello	3,0-3,5
Con 2 - 3 agnelli	3,5-4,5
4. Pecore in lattazione	
Primo mese (con 2 l di latte)	4,0-4,5
Mesi successivi	3,0-3,5

I quantitativi illustrati in tabella vanno aumentati, rispettivamente, del 30, 50 e 100% per temperature medie di 20, 25 e 30°C.

La valutazione del fabbisogno idrico degli animali al pascolo è di notevole difficoltà. Gli animali alimentati con l'erba, generalmente, ingeriscono un quantitativo di acqua superiore ai loro fabbisogni giornalieri, ma esso dipende oltre che dal contenuto di umidità dell'erba, anche dalla temperatura ambientale e dalla durata dell'esposizione al sole. Inoltre, gli ovini, nelle condizioni semi aride degli ambienti meridionali, sono capaci di adattarsi e ridurre le abbeverate a 2 alla settimana e a sopperire al fabbisogno idrico mediante la produzione di acqua dalla mobilizzazione del grasso di riserva (Laticauda o razze nord africane).

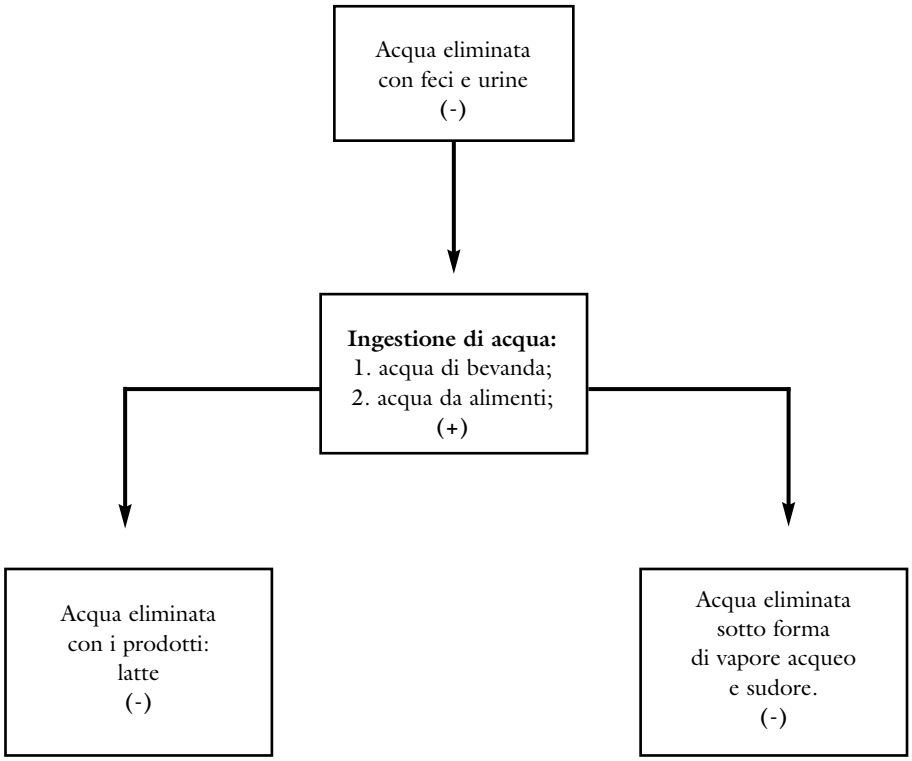


Figura 3.2 – Bilancio idrico animale

Bibliografia

1. Masoero P. , Giulio L., Ferrara B. 1977 - UTET Trattato di Scienza e Tecnica delle produzioni Animali Vol. IV “Fisiologia della Nutrizione”
2. Falaschini A., Verona O. 1977 - UTET Trattato di Scienza e Tecnica delle produzioni Animali Vol. III “Alimentazione Degli Animali In Produzione Zootecnica”
3. Bortolami R., Callegari E., Beghelli V. 1985 – “La materia vivente” Anatomia e Fisiologia degli Animali Domestici - Edagricole.
4. AA.VV. 1985 - “Valutazione degli alimenti e dello stato metabolico nutrizionale dei ruminanti” Ed. Associazione Italiana Allevatori.
5. AA.VV. 1992 - “Ovinicoltura” Ed. UNAPOC.
6. Assonapa 1996 - “L’allevamento ovino” 2a Edizione.
7. World Animal Science – Production-System Approach C1 “Sheep and Goat Production” I.E. COOP Editor.
8. Gueguen L., Lamand M., Meschy F. 1988 - “Nutrution Minérale” - Alimentation des Bovins, Ovins, et Caprins, INRA Paris.
9. Jarrige R. 1988 - “Ingestion et digestion des aliments” - Alimentation des Bovins, Ovins, et Caprins, INRA Paris.
10. NRC 1980 - “Mineral Tolerance of domestic Animals” Washington, D.C. National Academy of Sciences.
11. NRC 1985 - “Nutrient Requirement of Sheep” Sixth Revised - National Academy Press.
12. Puls R. 1988 - “Mineral Levels in Animal Health”. Clearbrood, B.C.: Sherpa International.
13. Underwood E.J. 1971 - “Trace Elements in Human and Animal Nutrition” 3rd ed. N.Y. : Academy Press.
14. Salt Institute - University of Illinois “Salt and Trace Minerals and Copper Toxicity in Sheep”.
15. Bell B. 1997 - “Mineral Nutrition in Sheep” OMAFRA.
16. McDonald P., Edwards R. A., Greenhalg J. F. D. – 1976 – “Animal Nutrition” 2nd Edition Longman Editor.

Capitolo 4

L'INGESTIONE ALIMENTARE

Marcella Avondo e Salvatore Bordonaro
Dipartimento di Scienze Agronomiche, Agrochimiche e delle Produzioni Animali, Università di Catania

4.1. Meccanismi regolatori dell'ingestione

Nella pratica di razionamento degli ovini l'ingestione volontaria rappresenta uno degli aspetti più trascurati, sebbene negli ultimi anni l'argomento sia stato oggetto di grande interesse scientifico. Gli studi effettuati hanno consentito di comprendere meglio, ma non ancora in modo esauriente, i complessi meccanismi fisiologici coinvolti nell'ingestione. E' stata ipotizzata l'esistenza di due centri ipotalamici: un centro della sazietà e un centro dell'appetito; essi sarebbero regolati da recettori presenti in diversi tratti del digerente che, sensibili alla concentrazione di alcune sostanze (glucosio nei monogastrici; acidi grassi volatili, in particolare acetico e propionico, nei ruminanti) o allo stato di tensione delle pareti del rumine, invierebbero segnali di *feedback* ai centri suddetti. L'ingestione e i conseguenti processi di assorbimento danno luogo all'accumulo di un "pool energetico" (con aumento dei metaboliti presenti nel sangue) (Figura 4.1) che andrà destinato a diversi scopi: la produzione di calore corporeo, l'accrescimento del feto, la produzione di latte, ecc. Semplificando si può affermare che quanto maggiori sono le richieste dei vari tessuti (in altre parole quanto maggiori sono le esigenze nutritive), tanto più intensamente i metaboliti verranno allontanati dal sangue. L'abbassamento del loro tasso ematico consentirà all'animale di continuare ad assumere altro alimento finchè non sarà raggiunto un accumulo di metaboliti tale da dar luogo al segnale di blocco del centro ipotalamico dell'appetito. Poiché i processi di assorbimento e l'assimilazione da parte dei vari tessuti si verificano generalmente molto dopo la fine del pasto, si ipotizza che l'animale abbia la capacità di intuire, sulla base dell'esperienza (*learning associations*) l'effetto nutritivo di un dato alimento dalle sue proprietà organolettiche.
Di effetto più immediato sono altri segnali che provengono dai recettori sensibili allo stato di tensione delle pareti del tratto digerente, per cui foraggi grossolani, a bassa velocità di transito, determinano uno stato di riempimen-

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 89-109

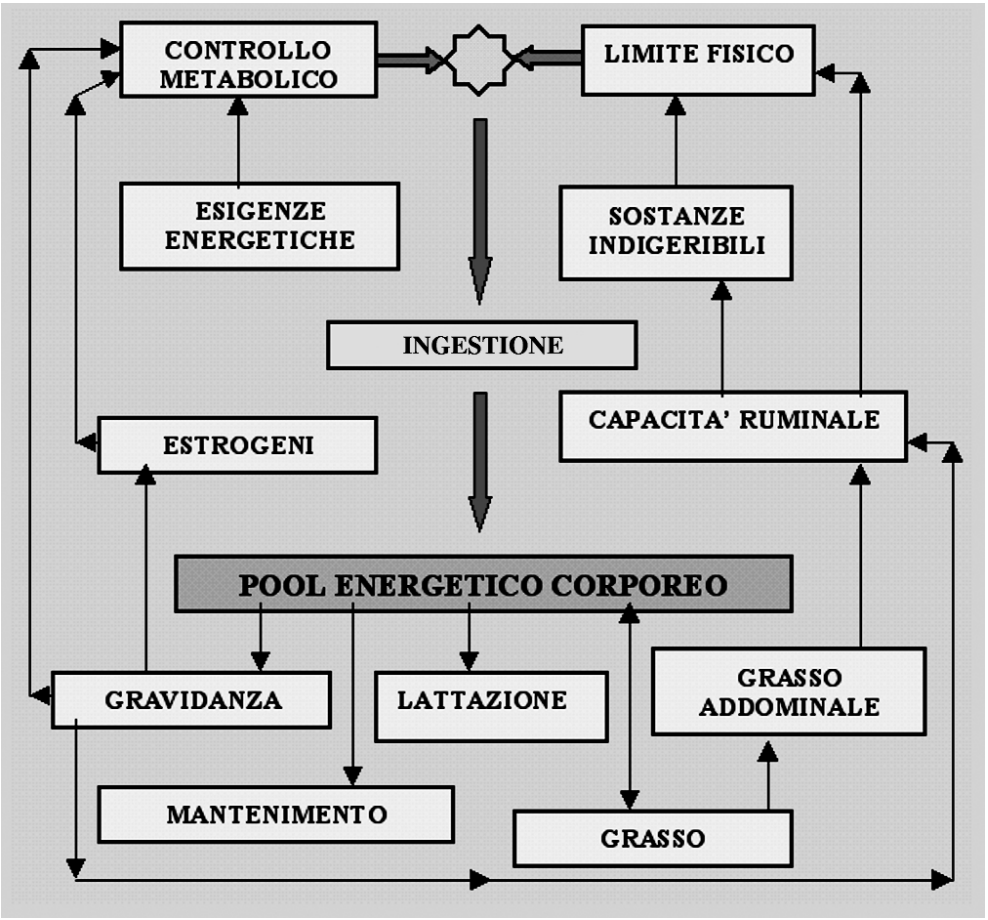


Figura 4.1 – Meccanismo di controllo dell'ingestione[18]

to del rumine che impedisce l'ulteriore assunzione di cibo. Un simile effetto di riempimento lo esercitano inoltre il grasso viscerale o lo stato di gravidanza avanzata, come dimostrano i ridotti livelli di ingestione solitamente riscontrabili in pecore al 4°-5° mese di gestazione o in pecore grasse. Lo stato di sazietà sarebbe quindi determinato dall'insieme dei segnali fisici, metabolici e di *learning associations.*[18]

È tuttavia da sottolineare che il tasso ematico di metaboliti o il livello di tensione delle pareti ruminali che portano allo stato di sazietà sono spesso superiori rispetto a quelli raggiunti per soddisfare le esigenze nutritive. Ciò può spingere l'animale a continuare ad assumere alimento oltre i suoi fabbisogni, determinando dismetabolie o ingrassamento eccessivo, oltre ad uno spreco di alimenti

con inutile aumento dei costi di produzione. Ciò si verifica soprattutto in ovini alimentati in stalla. Questi ultimi, più degli animali al pascolo, manifestano spesso una capacità di ingestione superiore alle reali esigenze, come dimostrano alcune ricerche condotte su pecore in lattazione alimentate in diverse condizioni sperimentali[23, 26, 36]. A fronte di produzioni di latte medio-basse, si possono rilevare ingestioni di sostanza secca anche superiori ai 2 kg, con apporti nutritivi evidentemente eccedenti rispetto alle effettive esigenze. Ciò è peraltro confermato dagli elevati incrementi ponderali (in un caso addirittura superiori ai 10 kg) e dal manifestarsi, in alcuni casi, di sovraffaticamento epatico e di lesioni podali di evidente origine dismetabolica.
Le varie teorie sulla regolazione del consumo di alimenti per *feedback* trascurano l'aspetto relativo all'appetibilità dell'alimento che può indurre gli animali a continuare a mangiare a dispetto di tutti i meccanismi regolatori, ingrassando, o a ridurre l'ingestione anche in presenza di foraggi di buon valore nutritivo. Gli stimoli dettati da odorato, tatto e gusto possono infatti agire in competizione con i fattori che controllano l'ingestione: alimenti contaminati da muffe, insilati mal conservati, paglie trattate con alcali o semplicemente essenze foraggere dal sapore poco gradito possono interferire sul funzionamento dei meccanismi regolatori.

4.2. Fattori che influenzano l'ingestione

4.2.1. Ruolo dei fattori animali

Va premesso che è molto difficile fare valutazioni circa gli effetti delle singole variabili sull'ingestione, in quanto essa è la conseguenza dell'interazione fra numerosissimi fattori relativi all'animale, agli alimenti e all'ambiente.
In natura il consumo volontario consente agli animali di far fronte ai propri fabbisogni nutritivi, grazie ad una innata fisiologica tendenza ad autoregolarsi. Una delle cause di variazione dell'ingestione è rappresentata dal peso corporeo cui è correlato, da un lato, il metabolismo basale che incide sulle esigenze nutritive, dall'altro il volume ruminale. Un metodo empirico, ma diffusissimo, per stimare la capacità di ingestione dei ruminanti è proprio quello di calcolarla come percentuale del peso corporeo (per gli ovini all'incirca dal 4 al 5,5%). In effetti, non considerando la razza di appartenenza, la correlazione tra peso e ingestione di pecore adulte risulta evidente (Tabella 4.1); tuttavia, analizzando la regressione nell'ambito di ciascun tipo genetico, non sempre si riscontra la stessa tendenza. Anzi, in questo caso si può affermare che, poiché un aumento di peso, al di sopra del peso maturo, è indice di ingrassamento, l'ingestione

Tabella 4.1 - Ingestione di sostanza secca e peso corporeo in diverse razze ovine

Razza	Peso corporeo kg	Ingestione di sostanza secca kg/capo/d
Frisona orientale	74,8	2,49
Lacaune	73,2	2,67
Chios	60,0	2,24
Delle Langhe	58,0	1,83
Manchega	57,0	2,24
Massese	52,4	1,98
Comisana	57,4	1,99
Churra	50,0	1,83
Sarda	42,2	1,55

tende a diminuire. È stato rilevato [3] che in ovini adulti l'ingestione cresce con il peso fino a 50 kg, quindi decresce.
La lattazione, incidendo sulle esigenze nutritive, gioca un ruolo primario sull'ingestione degli ovini: è accertato che le pecore in lattazione consumano più alimento rispetto alle pecore in asciutta. Solitamente il consumo aumenta dal parto fino alla quarta settimana di lattazione e comincia a declinare dalla settima settimana. Tale andamento va comunque soggetto a forti variazioni in funzione dell'andamento climatico e del numero di agnelli partoriti. E' stato comunque osservato che le correlazioni tra ingestione e produzione di latte studiate da diversi autori sono molto variabili (con valori dei coefficienti di correlazione tra 0,2 e 0,8)[33]. Di norma, infatti, l'aumento della capacità d'ingestione dopo il parto non segue puntualmente l'aumento di produzione. Ciò determina, come succede nella vacca da latte, una fase in cui la pecora, per far fronte alle aumentate esigenze nutritive, è costretta a ricorrere alla mobilizzazione dei grassi di riserva. Qualsiasi tentativo di stima della capacità di ingestione della pecora in lattazione dovrebbe quindi tener conto della sua fisiologica tendenza a mobilizzare riserve corporee nei primi mesi di lattazione e a recuperarle successivamente. Pertanto, il calo di ingestione che ci si aspetterebbe nella fase successiva al picco di lattazione non è sempre così spiccato. In diverse esperienze sperimentali[15, 26, 29, 35] su pecore da latte sono state riscontrate, nel corso della lattazione, riduzioni di ingestione non superiori al 20% a fronte di riduzioni di produzione lattea mediamente pari al 65% (Tabella 4.2).

Tabella 4.2 - Ingestione di sostanza secca e produzione di latte

Settimane di lattazione	Razza	Ingestione g SS/d	Produzione di latte g/d
3	Comisana[26]	2670	2026
8		2634	1025
14		2149	693
7-9	Massese[35]	2200	1068
12-14		2200	588
16-18		2050	346
6	Comisana[15]	1323	1077
10		1373	783
14		1820	488
18		1428	424
5 dall'asciutta	Sarda[29]	2539	1095
4 dall'asciutta		2079	1005
3 dall'asciutta		2521	976
2 dall'asciutta		2042	856
1 dall'asciutta		2153	721

In proposito, è stata messa a punto un'equazione per la stima dell'ingestione in stalla di razze ovine italiane da latte[28], che tiene conto oltre che del peso dell'animale e della produzione di latte anche delle variazioni ponderali giornaliere che, in un animale adulto, non possono che essere la conseguenza del deposito o della mobilizzazione di riserve corporee:

$$I = -0{,}545 + 0{,}095\ PM + 0{,}65\ LN + 0{,}0025\ dPC$$

dove:
I = ingestione di SS in kg/capo/d;
PM = peso metabolico in kg;
LN = produzione giornaliera di latte normalizzato (6,5% di grasso e 5,8% di proteina) in kg;
dPC = variazioni di peso in g/d.

Infine si deve evidenziare che anche lo stato di benessere dell'animale incide sull'ingestione. Una qualsiasi condizione di stress "negativo" provoca, tra le prime risposte comportamentali, la riduzione dell'ingestione. È dimostrato che deficienze o eccessi proteici o minerali, eccessi di sostanze tossiche e stati patologici, condizioni metereologiche estreme (caldo-umido, freddo intenso, forte vento), tutti fattori che creano condizioni di malessere nell'animale, diminuiscono la capacità di ingestione.

4.2.2. Ruolo delle caratteristiche chimico-nutritive e fisiche degli alimenti

In considerazione dei meccanismi metabolici e fisici coinvolti nella regolazione dell'ingestione si può affermare che, ad eccezione dei casi in cui si disponga di alimenti di elevatissimo valore nutritivo, è molto difficile che l'ingestione sia funzione solo dei fabbisogni degli animali.

Lo stato di sazietà è legato al tipo di alimento a disposizione dell'animale: alimenti ad elevata densità energetica fanno raggiungere il livello soglia di metaboliti o comunque fanno innescare il meccanismo di "*learning association*", determinando il blocco dell'ulteriore assunzione di alimenti, prima che i prestomaci abbiano raggiunto un grado di riempimento sufficiente per determinare lo stato di sazietà. Per contro, foraggi grossolani determinano uno stato di sazietà da ingombro ruminale prima che il livello di metaboliti raggiunga il valore soglia. Negli ovini da latte, la cui dieta è costituita prevalentemente da foraggi, l'ingombro ruminale diventa una delle principali cause di variazione dell'ingestione. La maggior parte dei tentativi di stima del consumo di foraggi negli ovini, basata sulla loro composizione chimico-nutritiva, ha evidenziato il significativo ruolo del contenuto in pareti cellulari, ben rappresentato dalla percentuale di NDF, in quanto esso condiziona il grado di riempimento ruminale. Nella Tabella 4.3 vengono riportate diverse equazioni di stima dell'ingestione in funzione del contenuto di NDF; le correlazioni risultano sempre negative.

Altri parametri strettamente correlati con la digeribilità e la velocità di transito ruminale, quali la lignina o l'ADF, non hanno dato gli stessi soddisfacenti risultati. In particolare la lignina, se considerata indipendentemente dalla famiglia botanica di appartenenza del foraggio, può risultare correlata positivamente all'ingestione. Ciò è piuttosto anomalo, tenuto conto che l'aumento del contenuto di lignina è espressione dell'invecchiamento della pianta. La causa di tale anomalia va ascritta alla peculiare struttura delle leguminose, caratterizzate sempre da elevati livelli di lignina associati a bassi livelli di NDF e ad ingestioni elevate.[24]

La riduzione della lunghezza di trinciatura del foraggio e, in misura estrema, la

Tabella 4.3 - Equazioni di regressione tra ingestione di sostanza secca (g/kg peso metabolico) e contenuto di NDF dei foraggi [22]

Categoria di foraggi	Equazioni di regressione
Tutti i foraggi[24]	I = 107,4 – 0,644 NDF
Fieni di erba medica[2]	I = 104,6 – 0,488 NDF[3]
Fieni vari[24]	I = 117,4 – 0,760 NDF
Tutti i foraggi[30]	I = 134,5 – 1,10 NDF
Foraggi di graminacee[31]	I = 95,3 + 6,70 NDF – 0,0668 NDF[2]
Polifiti[13]	I = 136,5 – 0,12 NDF
Fieni vari[22]	I = 96,5 – 0,38 NDF – 0,0000004 NDF[4]

macinazione seguita da pellettatura, possono determinare sostanziali incrementi di ingestione, soprattutto in presenza di foraggi molto grossolani. Ciò si verifica non soltanto a causa della conseguente diminuzione dell'effetto d'ingombro del foraggio, ma anche in quanto la riduzione in particelle più piccole rende pressocchè impossibile l'azione selettiva che gli ovini normalmente svolgono nei confronti delle porzioni più digeribili del fieno. Ciò determina un ulteriore aumento di ingestione legato alla riduzione del tempo dedicato alla scelta. Inoltre riduce i tempi di masticazione, aumenta la densità dell'alimento e la velocità di transito ruminale.[37]
Un discorso a parte meritano gli insilati i cui consumi sono strettamente legati alle loro caratteristiche di fermentazione: insilati ben conservati possono dar luogo a ingestioni paragonabili a quelle riscontrabili con foraggi freschi o affienati.[8] Per contro, se gli insilati risultano molto fermentati, l'elevata percentuale di acidi grassi volatili determina un effetto metabolico che sommato all'effetto di ingombro provoca lo stato di sazietà già a bassi livelli di ingestione. Inoltre la scarsa disponibilità di carboidrati fermentescibili, associata ad elevati livelli di azoto non proteico, comporta una diminuita efficienza della sintesi di proteine microbiche, con conseguente riduzione della funzionalità ruminale. È stato osservato che insilati ricchi di umidità determinano consumi più bassi rispetto agli stessi insilati sottoposti a preappassimento. D'altra parte, l'inumidimento degli insilati non determina la stessa riduzione d'ingestione. Si può quindi facilmente dedurre che l'umidità non ha un effetto diretto sull'ingestione, mentre determina un effetto indiretto, innescando fermentazioni anomale, con elevate produzioni di acido butirrico, azoto ammoniacale e, in casi estremi, ammine tossiche. Queste sostanze determinano sostanziali modi-

fiche delle caratteristiche sensoriali degli insilati, riducendone l'appetibilità e, di conseguenza, l'ingestione volontaria. Inoltre sia le ammine che alcuni acidi grassi volatili sembra abbiano un'azione inibente sulla motilità ruminale, il che determinerebbe il difficile smaltimento della massa accumulata nel rumine e il blocco dell'ulteriore assunzione di insilato. La riduzione della lunghezza di trinciatura prima dell'insilamento può determinare sostanziali incrementi di ingestione degli insilati. La causa di tali incrementi non è soltanto da ascrivere al minore effetto di ingombro di un trinciato corto, ma soprattutto alla migliore conservazione del foraggio. Infatti riducendo la lunghezza di trinciatura, aumenta il grado di costipazione della massa da insilare, aumenta l'intensità di fuoriuscita dei succhi cellulari e ciò non può che comportare un miglioramento nello svolgimento delle fermentazioni in silo.

4.3. L'ingestione al pascolo

Le sollecitazioni ambientali cui è sottoposto l'ovino al pascolo rendono molto più complessa la previsione dell'ingestione di erba, rispetto ad ovini alimentati in stalla. Inoltre, poiché gli animali hanno libero accesso al pascolo a loro disposizione, oltre ai fattori animali e alle caratteristiche qualitative dell'erba, entrano in gioco aspetti comportamentali che possono modificare sensibilmente la capacità di ingestione.

4.3.1. Biomassa e struttura

Tra le caratteristiche del pascolo potenzialmente influenti sul comportamento alimentare, la disponibilità di erba rappresenta uno dei parametri maggiormente studiati. In linea di massima, al crescere della biomassa aumenta la capacità di ingestione. Esistono però forti interferenze di natura comportamentale che rendono meno evidente tale correlazione: il consumo di erba al pascolo è il risultato del prodotto ingestione/minuto (R) x durata di pascolamento (T); al diminuire della biomassa, R diminuisce in quanto in tali condizioni l'animale riesce ad assumere solo piccole quantità di erba per ciascuna prensione. E' stato dimostrato che gli ovini tendono a compensare la ridotta disponibilità di erba prolungando il tempo dedicato a pascolare [2, 9, 34] riuscendo, entro certi limiti di biomassa, a raggiungere gli stessi livelli di ingestione ottenibili in condizioni di pascolo abbondante.
Gli studi sul comportamento alimentare degli ovini hanno evidenziato l'importante ruolo, nella regolazione del consumo di erba, della struttura del

pascolo - la *sward canopy* degli anglosassoni - che rappresenta la combinazione di diversi parametri quali l'altezza delle piante, il rapporto tra foglie e steli, la lunghezza degli internodi, la densità intesa come numero di piante per unità di superficie e quant'altro può caratterizzare la distribuzione spaziale della fitomassa aerea. Tutti questi parametri, infatti, sembra contribuiscano a modificare le modalita' di prensione dell'erba da parte degli animali.[20] Sul ruolo della biomassa e della struttura del pascolo verrà trattato in maniera più approfondita nel capitolo relativo al pascolamento.

4.3.2. Caratteristiche qualitative del pascolo

La qualità dell'erba, sia essa espressa in termini di digeribilità, valore d'ingombro, contenuto proteico o di carboidrati strutturali, può influenzare l'ingestione al pascolo.

Livelli qualitativi molto elevati possono consentire il raggiungimento dell'ingestione "potenziale", quella ingestione che consente all'animale di coprire le proprie esigenze senza limitazioni di natura fisica. Generalmente i livelli di ingestione riscontrabili in pascoli molto digeribili sono sensibilmente superiori rispetto a pascoli più lignificati. È anche vero che con valori elevati di digeribilità aumentano le possibilità che l'animale raggiunga rapidamente lo stato di sazietà a causa del prevalere del controllo metabolico dell'ingestione.[11]

Nostre esperienze sperimentali hanno evidenziato che l'ingestione di pecore in lattazione aumenta al crescere del tenore in proteina grezza e al diminuire del contenuto di carboidrati strutturali dell'erba[15], probabilmente in funzione della maggiore facilità di prensione del boccone e della maggiore velocità di masticazione legate a tali caratteristiche. Sulla base dei dati di ingestione disponibili abbiamo evidenziato che, tra i componenti chimici dell'erba, il tenore medio in proteina grezza può costituire, da solo, un buon indicatore della qualità del pascolo, ai fini dell'influenza che tale parametro esercita sulla capacità di ingestione volontaria degli ovini. In particolare, abbiamo riscontrato che valori di proteina grezza inferiori al 16% della sostanza secca denotano caratteristiche qualitative del pascolo non elevate, testimoniate dai bassi livelli d'ingestione rilevabili in tali condizioni.

In ogni caso le correlazioni tra componenti chimici e ingestione, considerando diverse tipologie di pascolo, sono piuttosto deboli. Parlando di pascoli naturali polifiti è infatti difficile con un unico, indifferenziato dato di composizione chimica avere chiara l'effettiva situazione qualitativa del pascolo. Un dato medio infatti non evidenzia tutte le differenze qualitati-



Figura 4.2 - Pascolo denso, basso e uniforme: l'ingestione risulta molto elevata, l'attività selettiva pressocchè nulla

ve tra essenze e non tiene certamente conto della distribuzione spaziale delle suddette essenze, aspetto quest'ultimo di rilevante significato per il comportamento selettivo.

A parità di composizione chimico-nutritiva infatti, in un pascolo denso e uniformemente distribuito, dove l'animale difficilmente esercita attività selettiva (che sottrae tempo all'attività ingestiva) i livelli di ingestione risultano più elevati rispetto ad un pascolo meno denso e di struttura eterogenea.

La selezione, pertanto, assume un ruolo molto rilevante, non soltanto sulla qualità della dieta, ma anche sull'ingestione di erba, rappresentando un fattore limitante sull'ingestione più di quanto non lo sia la disponibilità di foraggio.[21] Un tipico esempio del ruolo limitante del comportamento selettivo sull'ingestione è rappresentato dal caso in cui gli ovini manifestano una spiccata tendenza selettiva, nei confronti di determinate essenze foraggere, in quanto caratterizzate da elevato valore nutritivo o semplicemente da caratteristiche sensoriali particolarmente apprezzate dagli animali. Quando queste essenze, a causa dell'azione selettiva, cominciano a diminuire, gli animali riducono l'assunzione di erba, anche se la disponibilità di biomassa e la qualità del pascolo risultano ancore elevate[32].

Per quanto riguarda i criteri che inducono gli ovini a scegliere, alcuni fra i più autorevoli autori nel campo della selezione alimentare dei ruminanti [4, 27], hanno



Figura 4.3 - Pascolo molto eterogeneo. L'ingestione può risultare limitata a causa della spiccata attività selettiva

evidenziato una sorta di "saggezza" selettiva che consente agli animali di ingerire alimenti in funzione delle loro esigenze nutritive e di scartare gli alimenti tossici. Si ipotizza che tale capacità possa essere trasmessa agli agnelli dalle madri.
In generale comunque gli ovini manifestano la tendenza a selezionare le parti morfologiche della pianta e le essenze piu digeribili e più ricche di proteina grezza. Poichè tali caratteristiche sono prerogativa degli apici delle piante e delle essenze biologicamente più giovani, la scelta sembra dettata dalla facilità di riconoscimento e di prensione. La tendenza selettiva verso una dieta più proteica e digeribile risulta tanto più spiccata quanto maggiore è il numero di specie botaniche presenti al pascolo, a condizione che l'etereogeneità botanica sia accompagnata da una corrispondente differenziazione nella distribuzione spaziale delle diverse essenze[10]. In erbai di veccia e orzo che, dal punto di vista strutturale risultano specie a portamento molto diversificato, il vantaggio di avere contemporaneamente due tipologie di foraggio dalle caratteristiche chimico-nutritive in un certo qual modo complementari, viene talvolta vanificato dalla spiccatissima attività di selezione manifestata dalle pecore. La particolarità del comportamento alimentare in queste condizioni di pascolo sta nel fatto che le pecore non selezionano esclusivamente una delle due



Figura 4.4 - Pascolo botanicamente molto eterogeneo ma strutturalmente compatto. La pecora può manifestare difficoltà a selezionare le parti preferite

essenze, ma selezionano le due essenze in tempi diversi: per esempio, durante le prime ore pascolano esclusivamente la veccia con una eccezionale capacità di scartare eventuali porzioni di orzo casualmente incluse nella prensione. Nelle ore successive, con la stessa meticolosità, selezionano esclusivamente l'orzo. Pertanto, per evitare conseguenze negative a seguito di una selezione troppo spinta, è essenziale mantenere il pascolo ad altezze limitate (non superiori agli 8-10 cm) e a densità elevate, mediante opportune scelte agronomiche e un carico adeguato.

Per quanto riguarda l'azione selettiva tra parti morfologiche della stessa pianta, le specie a portamento eretto, come la maggior parte delle graminacee foraggere, offrono una maggiore possibilità di scelta rispetto alle specie a portamento strisciante, come molte leguminose spontanee o coltivate (Tabella 4.4).

La sensibilità del gusto alla presenza di zuccheri solubili (come nelle graminacee) o di particolari sostanze (come nelle crucifere o in alcune composite) spinge talvolta gli animali a preferire essenze più lignificate rispetto ad altre di maggior valore nutritivo. Un esempio del genere viene riportato nella Tabella 4.5:

Tabella 4.4 - Contenuto proteico e di sostanza organica digeribile della pianta intera e delle parti selezionate in diverse essenze del pascolo

Essenza botanica	Portamento	PG % SS		Sostanza organica digeribile % SS	
		Pianta Intera	Parti selezionate	Pianta intera	Parti selezionate
Graminacee					
Orzo	Eretto	18,2	25,4	68,1	72,0
Bromus spp	Eretto	15,8	23,7	69,1	73,7
Miscuglio	Eretto	10,1	16,8	62,6	69,8
Miscuglio	Eretto	8,8	11,3	73,4	76,6
Miscuglio	Eretto	10,8	16,7	-	-
Leguminose					
Veccia	Strisciante	20,9	22,2	66,4	69,1
Trifolium spp	Strisciante	21,4	26,5	75,1	75,6
Miscuglio	Strisciante	16,4	18,0	68,4	68,2
Miscuglio	Strisciante	16,8	20,7	-	-

Dati personali

in un pascolo composto dal 35% di graminacee spontanee, dal 25% di veccia, dal 25% di trigonella e dal 6% di crucifere, abbiamo riscontrato che le pecore scartavano totalmente dalla loro dieta la trigonella, di cui è nota la scarsa appetibilità, preferendo altre essenze meno proteiche e digeribili. Il risultato di tale comportamento è stato un livello proteico della dieta selezionata più basso rispetto a quello del pascolo disponibile, contrariamente a quanto solitamente avviene[16].

Tabella 4.5 - Composizione floristica e chimica di un pascolo e della relativa dieta selezionata da pecore in lattazione[16]

	Composizione floristica del pascolo %	Composizione floristica della dieta selezionata	PG % SS	NDF % SS
Veccia	25	23	20,8	33,7
Trigonella	25	0	18,8	27,9
Graminacee varie	35	52	8,8	43,9
Crucifere varie	6	16	18,3	35,7
Pascolo disponibile	-	-	14,4	36,8
Dieta selezionata	-	-	12,8	39,5

4.3.3. Integrazione alimentare

Il comportamento alimentare degli ovini al pascolo può subire delle modifiche sostanziali quando viene fatto uso di un supplemento alimentare. La reazione comportamentale più evidente è rappresentata dalla variazione del livello di ingestione di erba. A seguito della somministrazione di un supplemento, infatti, l'ingestione di erba il più delle volte diminuisce anche sensibilmente; talvolta può restare invariata; in casi estremi può anche aumentare.

A questo punto, quindi, è necessario definire il "tasso o effetto di sostituzione" (S), che rappresenta la variazione della quantità di foraggio consumato per unità di supplemento ingerito, entrambi espressi in termini di sostanza secca o di energia[12].

Il valore di (S) oscilla normalmente tra 0 e 1, ma, in condizioni particolari, può anche risultare inferiore a 0 o superiore a 1. È evidente che tanto minore è il valore dell'effetto di sostituzione, tanto maggiore risulta, in definitiva, l'ingestione totale di alimenti.

L'effetto di sostituzione assume valori molto diversi in funzione di numerose variabili legate alle caratteristiche del pascolo e del supplemento. La risposta dell'animale al supplemento può variare in funzione della disponibilità e del livello qualitativo dell'erba. Quando la quantità di erba è ridotta o la qualità è scadente, il supplemento determina un aumento dell'ingestione totale di sostanza secca ed un aumento delle prestazioni produttive degli animali, poichè in tali condizioni è scarso o nullo l'effetto di sostituzione. Invece in condizioni opposte, l'efficacia dell'integrazione alimentare risulta presocchè vanificata a causa dell'elevato effetto di sostituzione[25]; un buon pascolo infatti consente livelli di ingestione molto elevati e, in molti casi, sufficienti a soddisfare i fabbisogni della pecora. Un apporto di concentrato (che di solito viene facilmente ingerito in quanto poco voluminoso e molto appetito dagli ovini) determina quindi una inevitabile riduzione dell'ingestione al pascolo.

Variazioni della quantità o della qualità del supplemento somministrato possono determinare risposte diverse in relazione alle condizioni del pascolo, in quanto le caratteristiche quali-quantative dei due alimenti interagiscono, influenzando la funzionalità ruminale. Generalmente all'aumentare della quantità di supplemento somministrato, si verifica un aumento del tasso di sostituzione[1, 19]. Il tenore proteico del supplemento può influenzare l'ingestione[5]: nostre esperienze sperimentali ci inducono a ipotizzare che le pecore sono in grado di autoregolare l'input alimentare in funzione delle esigenze proteiche. Pertanto, quando il livello proteico dell'erba è elevato, un supplemento ad alto tenore proteico determina sensibili riduzioni dell'ingestione. Al contrario, in presenza di un pascolo fortemente lignificato, un elevato livello proteico del

concentrato (20-22% di PG) può addirittura determinare un incremento di ingestione di foraggio (in questo caso l'effetto di sostituzione del concentrato risulterebbe inferiore a 0), a causa del miglioramento della funzionalità ruminale conseguente ad un adeguato apporto proteico.
In definitiva, poiché il pascolo rappresenta l'alimento meno costoso, l'obiettivo dell'allevatore, salvo esigenze particolari, deve essere quello di massimizzare l'ingestione di erba; nel caso in cui si ritenga comunque necessario somministrare un supplemento, si dovrebbe fare in modo che l'effetto di sostituzione sia minimo, adattando la quantità e le caratteristiche del supplemento alle caratteristiche del pascolo. Pertanto, ad eccezione dei casi in cui l'erba sia ad uno stadio biologico molto avanzato, il tenore in proteina grezza del concentrato non dovrebbe superare il 14-15% della SS, in quanto si deve tener conto della tendenza selettiva degli animali nei confronti delle parti di pianta e delle essenze più proteiche. Infatti, anche nelle condizioni di pascolo meno favorevoli alla selezione (alta densità, altezza non superiore ai 20 cm, uniformità strutturale e/o botanica) l'animale è quasi sempre in grado di selezionare. Tale selezione consente di assumere al pascolo diete caratterizzate da un livello proteico superiore di almeno il 15% rispetto alla dotazione proteica dell'erba disponibile[14].

4.4. La previsione dell'ingestione al pascolo nella pecora da latte

4.4.1. L'ingestione di sostanza secca

È ormai chiaro che l'ingestione al pascolo è conseguenza di un meccanismo comportamentale molto complesso, influenzato da numerosissimi parametri di diversa natura, tra loro interagenti. Ciò ne rende difficile la previsione.
Gli studi finalizzati allo sviluppo di modelli d'ingestione per ovini sono stati principalmente condotti su tipi genetici a prevalente attitudine alla produzione di carne o lana, allevati in condizioni climatiche molto diverse dalle nostre e in situazioni di pascolo relativamente uniformi, sia in termini di struttura che di composizione botanica. Peraltro, a differenza dei tipi da carne o lana che vengono tenuti sempre al pascolo, le pecore da latte, poiché devono essere sottoposte a 2 mungiture giornaliere, effettuano un pascolamento breve (generalmente della durata di 5-8 ore al giorno). Inoltre, poichè le fasi della lattazione a maggiori esigenze nutritive spesso coincidono con periodi di scarsa disponibilità foraggera, ne consegue la necessità, almeno nelle prime fasi della lattazione, di somministrare un supplemento alimentare a base di fieni e concentrati.
Per le ragioni anzidette non è consigliabile l'utilizzazione dei modelli d'inge-

stione esistenti sviluppati in condizioni ambientali, in sistemi di allevamento e con tipi genetici così diversi dai nostri[16].
In una sperimentazione di circa 10 anni condotta al fine di sviluppare un modello comportamentale di ovini da latte al pascolo, sono stati raccolti numerosi dati di ingestione individuale e di comportamento selettivo[7]. Tali dati ci hanno consentito di proporre un modello d'ingestione applicabile ai sistemi mediterranei.
Nelle situazioni di pascolo da noi analizzate, caratterizzate da grande eterogeneità botanica e strutturale e da caratteristiche chimico-nutritive spesso scadenti, l'ingestione risulta influenzata dai seguenti parametri: biomassa, livello di proteina grezza e di sostanza secca dell'erba, altezza dell'erba, produzione di latte e integrazione alimentare. I dati disponibili hanno consentito di identificare le condizioni per cui un pascolo diventa "limitante per l'ingestione":

- Proteina Grezza > 16% SS e biomassa< 10 q/ha

oppure:

- Proteina Grezza ≤ 16% SS e biomassa <25-30 q/ha.

L'altezza dell'erba influenza significativamente l'ingestione quando il pascolo presenta buone caratteristiche qualitative (PG>16%) mentre risulta ininfluente quando il pascolo è scadente (PG≤16%). In quest'ultimo caso infatti l'ingestione risulta inibita principalmente dalle caratteristiche chimico-nutritive sfavore-

Tabella 4.6 - Modello di previsione dell'ingestione al pascolo (5-6 ore) di pecore da latte (g SS/d)

Per PG ≤ 16% SS
$I^a = 335,6 + 113,5\ B^b + 0.28\ L^c - 0,56\ S^d$
Per PG > 16% SS
$I^a = 997,1+73,9\ B^b - 27,4\ A^e + 20,4\ SS^f + 0,16\ L^c - 1,24\ S^d$

a Ingestione g SS/d
b Biomassa, t SS/ ha;
c Latte normalizzato al 6,5% di grasso e 5,8% di proteina28
d Supplemento in termini proteici, g/d di proteina grezza somministrati in stalla; (fieno concentrati, altri alimenti)
e Altezza dell'erba, cm.
f Sostanza secca dell'erba , %

voli, piuttosto che dalla struttura. Dall'elaborazione dei dati è scaturita la formulazione di due equazioni lineari per la stima dell'ingestione, diversificate per i due livelli di qualità del pascolo (PG ≤ 16; PG > 16)[7] (Tabella 4.6).

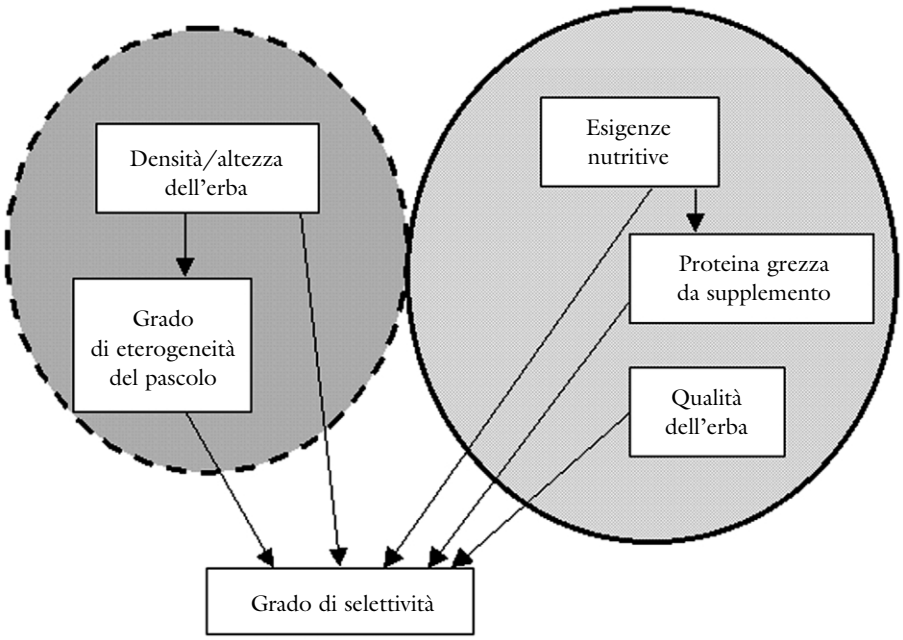


Figura 4.5 - Ruolo di alcuni parametri relativi al pascolo, al management e all'animale, sul grado di selettività esercitato dagli ovini al pascolo. I parametri all'interno del cerchio tratteggiato influiscono sulla selezione in funzione della facilità di prensione; i parametri all'interno del cerchio continuo influiscono sulla selezione in funzione delle esigenze dell'animale[6]

4.4.2. Il livello proteico della dieta selezionata

Nell'allevamento della pecora da latte, una razionale integrazione alimentare dovrebbe tener conto, oltre che della quantità di erba ingerita, anche delle caratteristiche qualitative di tale alimento che, alla luce delle precedenti considerazioni, difficilmente coincidono con quelle dell'erba disponibile al pascolo. Nella Figura 4.5 viene riportato uno schema dei fattori che influenzano la selezione. Sulla sinistra della figura, circondati da una linea tratteggiata, sono riportati i parametri che influiscono sulla facilità di prensione selettiva: il grado di etereogeneità del pascolo e la struttura. Infatti, come già visto, le pecore, di fronte a un pascolo morfologicamente molto differenziato, manifestano maggiore capacità ad individuare le parti di pianta più appetite. Inoltre, una ridotta densità dell'erba associata ad altezze superiori ai 10 ÷ 15 cm rende più facile la scelta. La parte destra della figura racchiude, in una linea continua, quelle variabili che, in vario modo, influenzano la selezione in quanto inducono l'animale all'autoregolazione dell'assunzione di sostanze nutritive: le esigenze nutritive che, se elevate, portano gli animali a selezionare meno intensamente, al fine di raggiungere maggiori livelli di ingestione; la qualità del pascolo che, se di scarso valore nutritivo, comporta una maggiore ricerca da parte delle pecore delle parti di pianta o delle essenze più digeribili e proteiche; la quantità di proteina grezza fornita con il supplemento, che, se elevata, induce gli animali a selezionare meno intensamente per contenere l'input proteico.

Poiché gli ovini mostrano una spiccata attività selettiva soprattutto nei confronti delle parti più proteiche, è stato individuato un indice di selettività per la proteina grezza (ISPG) definito dal rapporto tra proteina grezza della dieta selezionata e proteina grezza dell'erba disponibile[6].

Sulla base di osservazioni del comportamento selettivo effettuate su circa 300 pecore in lattazione è stata sviluppata la seguente equazione lineare per la stima dell'indice di selettività della proteina grezza.

ISPG = 1,7643 - 0,00152 * S - 0,01869 * PG

dove:

ISPG = indice di selettività per la proteina grezza
S=supplemento (g proteina grassa/d);
PG=contenuto proteico dell'erba disponibile (% SS).

PG dieta selezionata = PG * ISPG

I modelli per la previsione dell'ingestione di sostanza secca al pascolo e del contenuto di proteina grezza della dieta selezionata sono inclusi nel programma di razionamento Razi-O-3.

Bibliografia

1. Allden W.G., 1969. The summer nutrition of weaner sheep: the voluntary feed intake, body weight change, and wool production of sheep grazing the mature herbage of sown pasture in relation to the intake of dietary energy under a supplementary feeding regime. Aust.J.Agric.Res., 20: 499-512.
2. Allden W.G. Whittaker I.A. Mc D., 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Aust.J.Agr.Res., 21: 755-766.
3. Arnold G. W., Birrell H.A., 1977. Food intake and grazing behaviour of sheep varying in body condition. Anim. Prod. 24, 343-353.
4. Arnold G.W., Dudzinsky. 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. Elsevier, North Holland, N.Y.
5. Avondo M., Bordonaro S., Marletta D., Guastella A.M., D'Urso G., 1997. Effetti del livello proteico del supplemento sull'ingestione al pascolo di ovini in lattazione. Atti XII Congresso Nazionale ASPA, Pisa, pp. 251-252.
6. Avondo M., Bordonaro S., Marletta D., Guastella A.M., Scannavino M., D'Urso G., 2000. Fattori che influenzano l'attività selettiva degli ovini al pascolo. Atti XIV Congresso Nazionale SIPAOC, Vietri sul Mare (SA), pp. 347-350.
7. Avondo M., Bordonaro S., Marletta D., Guastella A.M., D'Urso G., 2001. A simple model to predict the herbage inake of grazina dairy ewes in semi-extensive mediterranean systems. Livest. Prod. Sci., in corso di stampa.
8. Bianchi M., Errante J., Fortina R., 1990. Prove di razionamento di pecore da latte con fieno silo. L'informatore Agrario, 17, 27-30.
9. Brown D., Salim M., Chavalimu E., Fitzhugh H., 1988. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of Pennisetum purpureum and Cajanus cajan foliage as utilized by lactating goats. Small Rumin.Res., 1:59-65.
10. Black J.L. Kenney P.A., 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pasture. Aust.J.Agric.Res., 35: 565-578.
11. Conrad J.R., Pratt A.D., Hibbs J.W., 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. J.Dairy Sci., 47, 54.
12. Dulphy J.P., 1978. Quantités ingérées et phénomènes de substitution; consequences pour le rationnement. In « La vache laitière », INRA, pp. 87-97.
13. Dulphy J.P., Jailler M., Jamot J., Bousquet H., 1990. Amélioration de prévision de la valeur alimentaire de certains foins au laboratoire. Fourages, 121, 65-78.
14. D'Urso G., 1997. Studio comportamentale degli ovini al pascolo. Atti Seminario "Aspetti produttivi e riproduttivi innovativi per l'ovinicoltura italiana. Contributo del P.F. RAISA". Macomer. pp 57-78.

15. D'Urso G., Avondo M., Biondi L., 1993. Effects of supplementary feeding on grazing behaviour of Comisana ewes in a Mediterranean semi-extensive production system. Anim. Feed Sci. Techn., 42, 259-272.
16. D'Urso G., Avondo M., Bordonaro S., Marletta D., Guastella A.M., 1998. Effect of sustained-release somatotropin on performance and grazing behavior of ewes housed at different stocking rates. J. Dairy Sci., 81, 958-965.
17. Elsen J.M., Wallach D., Charpenteau J.L., 1988. The calculation of herbage intake of grazing sheep: a detailed comparison between models. Agric.Syst., 26, 123-160.
18. Forbes J.M.1995. Voluntary food and diet selection in farm animals. Ed. CAB International, Wallingford (UK).
19. Freer M., Dove H., Axelsen A., Donnelly J.R., Mc Kinney G.T., 1985. Responses to supplements by weaned lambs grazing mature pasture or eating hay in yards. Aust.J.Exp.Agric., 25: 289-297.
20. Hodgson J., 1985. The control of herbage intake in grazing ruminant. Proc.Nutr.Soc., 44: 339-346.
21. Iskander F.D., 1973. Factors affecting feeding habits of sheep grazing foothill ranges of Northern Utah. PhD.Dissertation. Utah State Univ., Logan.
22. Lanari D., Ribaldi E., D'Agaro E., 1993. Equazioni di stima dell'energia lorda, della digeribilità della sostanza organica e dell'ingestione volontaria di sostanza secca in ovini per alcune categorie di alimenti italiani. Zoot. Nutr. Anim., 19, 57-71.
23. Lanza M., Biondi L., Pennisi P., Petriglieri R., Keshtkaran A.N. 1994. Sostituzione delle fave con un concentrato appositamente formulato. Atti del Convegno "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini", Bella, cap. 3.
24. Macchioni P., Bosi P., Casini L., 1990. Ricerche sulla previsione dell'ingestione volontaria di foraggio negli ovini. Zoot.Nutr.Anim., 16, 323-330.
25. Newton J.E., Young N.E., 1974. The performance and intake of weaned lambs grazing S24 perennial ryegrass, with and without supplementation. Anim.Prod., 18: 191-199.
26. Pauselli M., Morgante M., Duranti E., Casoli C., Ranucci S., Mahrabi H. 1993. Effetto dell'alimentazione sulla produzione e sullo stato metabolico di pecore in lattazione. Atti X Congresso Nazionale ASPA, Bologna,: 325-331
27. Provenza F.D., 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. J. Range Manag., 48, 2-17.
28. Pulina G., Bettati T., Serra F.A., Cannas A. 1996. Razio-O: costruzione e validazione di un software per l'alimentazione degli ovini da latte. Atti XIII Congr. Naz. S.I.P.A.O.C.,: 11-14
29. Pulina G., Rossi G., Cannas A., Brandano P., Rassu S.P.G., Serra A., 1992. The use of a pelletted feed as stimulator of chewing activity in dairy sheep. Proceedings of 43° Annual Meeting of the EAAP.

30. Reid R.L., Jung G.A., Thayne W.V., 1988. Relationship between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: a retrospective study. J.Anim.Sci., 66, 1275-1291.

31. Rohweder D.A., Barnes R.F., Jorgensen N., 1978. Proposed hay grading standard based on laboratory analysis for evaluating quality. J.Anim.Sci., 47, 747-759.

32. Ruyle G.B. and Dwyer Don D., 1985. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. J.Anim.Sci., 61: 349-353.

33. Serra A., 1998. La valutazione degli alimenti ed il razionamento negli ovini da latte. Tesi di dottorato.

34. Theriez M., 1983. Comportement alimentaire et ingestion de l'herbe par les brebis au paturage. Proceedings of the VIIIème Journées de la Recherche ovine et caprine, December, Paris, France, 111-140.

35. Trimarchi G., Rossi G., Secchiari P., Ferruzzi G., 1981. Influence de la concentration energetique de la ration sur les performances des brebis laitieres. Atti dell'"International Symposium on Pastoral Sheep Farming Systems in Intensive Economic Environments". Tel Aviv, 8-13 Marzo.

36. Trimarchi G., Ferruzzi G., Secchiari P., Poli P., Andreotti L., Buonaccorsi A. 1994. Effetti della somministrazione "ad libitum" di fieno e concentrato in pecore da latte. Atti del Convegno "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini", Bella, cap. 6.

37. Van Soest J.P., 1994. Nutrition Ecology of the Ruminant. Second Edition. Cornell University Press. Ithaca, New York.

Capitolo 5

TECNICHE DI ALIMENTAZIONE DELLE PECORE E STIMA DEL VALORE ENERGETICO E PROTEICO DEGLI ALIMENTI

Antonello Cannas
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

5.1. Concetti introduttivi

5.1.1. Differenze nutrizionali tra ovini e bovini

L'alimentazione degli ovini, ed in particolare di quelli da latte, è spesso basata su informazioni derivate dai bovini, specie che, come è noto, è stata oggetto di studi approfonditi. Sebbene tutti i ruminanti siano tra loro abbastanza simili, essi si differenziano in diversi processi metabolici, necessitano di specifici *standard* di razionamento e presentano peculiari problemi alimentari legati alle specifiche modalità di allevamento.

Alcune delle più importanti differenze tra ruminanti sono legate alla loro mole. I piccoli ruminanti (ovini e caprini) sono 10-12 volte meno pesanti dei grandi ruminanti (bovini e bufalini), ma ambedue i gruppi hanno un volume totale dell'apparato digerente (Figura 5.1) che varia in maniera direttamente proporzionale al peso corporeo[23, 52], senza differenze associabili alle mole[14]. Tuttavia, all'aumentare del peso corporeo corrisponde un incremento dei fabbisogni di mantenimento meno che proporzionale rispetto alle variazioni di peso. I fabbisogni di mantenimento, infatti, sono in media proporzionali al peso metabolico (PM = peso corporeo^{0,75}). Il sistema INRA[32] stima che i fabbisogni di mantenimento siano pari a 56,1, 65,3 e 70,0 kcal NE_L/kg di PM negli ovini, nei caprini e nei bovini, rispettivamente. Ciò significa che i fabbisogni di mantenimento di una vacca di 600 kg (PM= kg 121,2) sono più alti di quelli di una pecora di 60 kg (PM= kg 21,6) solamente di 7 volte e di quelli di una capra di 60 kg solamente di 6 volte. Se si divide il volume dell'apparato digerente per i fabbisogni di mantenimento è possibile stimare un indice legato alla capacità digestiva (volume di apparato digerente disponibile per unità di fabbisogni di mantenimento). La curva della capacità digestiva (Figura 5.1) mostra che i grandi ruminanti hanno un volume maggiore di apparato digerente per unità di fabbisogni energetici di mantenimento rispetto ai piccoli ruminanti.

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 111-165

Molte sostanze nutritive (cellulosa, emicellulosa, proteine ed amidi insolubili) hanno una bassa velocità di degradazione e sono tanto più fermentate dai batteri ruminali quanto più permangono nel rumine. Se piccoli e grandi ruminanti sono alimentati con lo stesso alimento, questi ultimi tenderanno ad avere una maggiore digeribilità delle sostanze a bassa velocità di degradazione che non i piccoli ruminanti, perché la maggiore capacità digestiva consente loro di ritenere per tempi più lunghi gli alimenti nel rumine (Tabella 5.1). Questa differenza nella digeribilità è mantenuta anche a livelli nutritivi molto più elevati di quello di mantenimento[9].

Ci sono importanti implicazioni pratiche legate a queste differenze: per compensare la loro bassa capacità digestiva e soddisfare i fabbisogni, i piccoli ruminanti devono aumentare la velocità di transito degli alimenti nel rumine ed

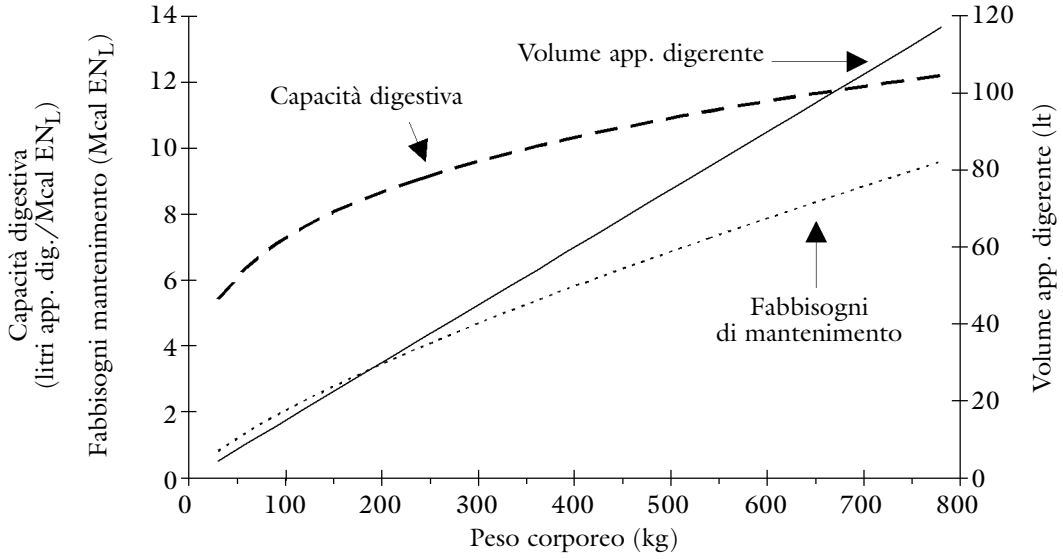


Figura 5.1 - Variazioni del volume dell'apparato digerente, dei fabbisogni di mantenimento e della capacità digestiva al variare del peso corporeo nei ruminanti. Per rendere più chiaro il grafico si è ipotizzato che i fabbisogni di mantenimento siano pari a 65 kcal NE_L/kg di PM per tutto il campo di variazione di peso corporeo considerato, mentre è noto che questi fabbisogni variano anche in funzione della specie considerata. Il sistema INRA[32], ad esempio, riporta fabbisogni di mantenimento pari a 56,1, 65,3 e 70,0 kcal NE_L/kg di PM negli ovini, nei caprini e nei bovini, rispettivamente.

avere livelli di ingestione più elevati rispetto ai grandi ruminanti. Questo comporta, nei piccoli ruminanti, riduzioni dei tempi di ritenzione ruminale e minori coefficienti di digeribilità delle frazioni a bassa velocità di degradazione (soprattutto fibra), che sono però compensati da maggiori ingestioni giornaliere di sostanze digeribili.

Tabella 5.1 - Digeribilità e tempi di ritenzione in ruminanti alimentati a volontà con fieno di Dactylis sp. di media qualità [74, 75].

	Capre	Pecore	Giovenche
Peso corporeo (kg)	29	30	555
Ingestione di sostanza secca			
g/d	700	650	7830
g/kg peso corporeo	24,3	21,7	14
Digeribilità (%)			
Sostanza secca	47	47	54
NDF	44	44	52
Tempo di ritenzione dell'alimento			
Rumine (h)	28	35	47
Apparato digerente (h)	52	70	79
Rapporto: rumine/app. digerente	54	50	59

Questi meccanismi spiegano perché pecore in lattazione possano avere livelli di ingestione tra il 5% ed il 7% del peso corporeo, mentre vacche in lattazione raramente raggiungano il 4%.

Un'altra strategia utilizzata dai piccoli ruminanti per limitare gli effetti della loro bassa capacità digestiva è quella di essere più selettivi dei grandi ruminanti: essi, infatti, scelgono gli alimenti o le loro parti a più alta velocità di degradazione (foglie, germogli, piante meno fibrose), la cui digeribilità è meno condizionata dai tempi di ritenzione ruminale[76]. L'esigenza di selezionare gli alimenti si manifesta nei piccoli ruminanti con la particolare conformazione della bocca e con una maggiore mobilità labiale e linguale. La selettività dei ruminanti, tuttavia, non può essere spiegata solo in termini di differenze in capacità digestiva. Ad esempio, benché ovini e caprini siano specie di mole simile, quando posti contemporaneamente su pascoli con vegetazione mista (erbacea ed arbustiva) tendono ad avere un comportamento alimentare differente, con maggiore scelta di essenze arboree ed arbustive da parte dei caprini rispetto agli ovini[33].

I piccoli ruminanti differiscono dai bovini e dai bufalini anche per l'attività masticatoria (ingestione + ruminazione). Gli ovini ed i caprini, infatti, per ingerire e ruminare 1 kg di SS hanno bisogno da 9 a 16 volte più tempo dei grandi ruminanti[21]; questo a causa di un'attività masticatoria meno potente e della necessità di sminuzzare le particelle più finemente per consentirne il passaggio attraverso i compartimenti dell'apparato digerente[75,76]. Queste differenze si sono manifestate chiaramente quando vacche (Frisone) e pecore in lattazione (Sarde) sono state alimentate unicamente con lo stesso alimento pellettato (Tabella 5.2).

Tabella 5.2 - Ingestione e attività masticatoria di vacche e pecore in lattazione alimentate esclusivamente con un alimento pellettato (Rossi, citato da[78]).

Parametro		Vacche	Pecore
Ingestione	(kg SS/d)	8,4	1,2
Tempo di ingestione	(min/d)	110,7	56,0
Tempo di ruminazione	(min/d)	19,4	78,5
Tempo totale di masticazione	(min/d)	130,1	134,5
Efficienza di ingestione	(min/kg di SS)	13,1	46,3
Efficienza di ruminazione	(min/kg di SS)	2,3	64,9
Efficienza di masticazione	(min/kg di SS)	15,4	111,2

In questa prova, mentre le pecore hanno impiegato più di un ora per ruminare 1 kg di SS, le vacche hanno ruminato pochissimo; allo stesso tempo, a fronte di una normale produzione di latte nelle pecore, le vacche hanno mostrato chiari segni di acidosi ruminale ed hanno avuto una produzione di latte a bassa concentrazione lipidica.

Siccome esiste un limite nel tempo che un ruminante può spendere giornalmente per ruminare[80], se si usano razioni con fieno lungo l'ingestione tende ad essere limitata dalla dimensione della fibra più nei piccoli che nei grandi ruminanti. Ad esempio, l'ingestione di ovini e bovini di diverse età è stata confrontata utilizzando tre razioni di diversa qualità, somministrate lunghe o finemente macinate e pellettate[30]. I risultati di questa ricerca (Tabella 5.3) hanno evidenziato che con la macinazione e la pellettatura: a) l'ingestione aumentava più nelle pecore che nei bovini; b) l'ingestione aumentava più nei giovani che negli

adulti; c) l'ingestione aumentava proporzionalmente di più nelle razioni scadenti che in quelle di buona qualità. Anche nelle razioni macinate, tuttavia, l'ingestione totale di sostanze digeribili era più alta con le razioni di qualità migliore rispetto a quelle di qualità più scadente.

Tabella 5.3 - Effetto della macinazione e della pellettatura di razioni di diverso valore qualitativo sull'ingestione in ovini e bovini[30].

			OVINI			BOVINI		
		Età (mesi)	6	18	36	6	18	36
		Peso corporeo (kg)	49	72	83	272	464	614
DIETA	**FORMA**	**INGESTIONE**						
A	Lunga[a]	g/kg di PM	57,5	52,7	71,6	83,1	92,3	78,0
	Macinata e pellettata[b]	g/kg di PM	91,8	77,0	92,5	98,3	76,5	81,7
		Differenza in %	+60	+46	+ 29	+18	-21	+5
B	Lunga [a]	g/kg di PM	47,1	44,4	54,4	79,6	73,9	68,0
	Macinata e pellettata[b]	g/kg di PM	83,1	77,2	87,4	104,3	89,1	88,4
		Differenza in %	+76	+74	+61	+31	+21	+30
C	Lunga[a]	g/kg di PM	58,2	51,0	74,0	83,1	91,6	86,3
	Macinata e pellettata[b]	g/kg di PM	86,9	63,8	82,1	99,9	91,5	86,7
		Differenza in %	+49	+25	+11	+20	0	0

A= loietto disidratato, 2° taglio, raccolto 7 settimane dopo il 1° taglio (PG 19%, NDF 59%, ADL 3%);
B= loietto disidratato, 2° taglio, raccolto 12 settimane dopo il 1° taglio (PG 17%, NDF 64%, ADL 4%);
C= 60% fieno di tipo B + 40% orzo macinato e pellettato;
[a] = lungo per i bovini, trinciato grossolanamente (griglia da cm. 5) per gli ovini;
[b] = macinato (griglia da cm 1,44) e pellettato con filiera da 16 mm.

L'intensa attività di ruminazione degli ovini e dei caprini può avere importanti implicazioni quando la razione include granelle, perché ne riduce notevolmente la dimensione delle particelle e ne aumenta la digeribilità. Quindi, i piccoli ruminanti tendono a ruminare le granelle più finemente dei bovini. Questo potrebbe spiegare perché razioni ad elevata digeribilità (>66%) siano state digerite meglio dagli ovini, mentre quelle a bassa digeribilità siano state utilizzate meglio dai bovini[42].

In sintesi, rispetto ai grandi ruminanti gli ovini ed i caprini:
a) devono avere livelli di ingestione più elevati per soddisfare i loro fabbisogni di mantenimento, con conseguente maggiore velocità di transito ed minore digeribilità della fibra;
b) tendono ad essere più selettivi;
c) sono più influenzati nell'ingestione alimentare dalla quantità e dalla dimensione della fibra degli alimenti;
d) devono spendere più tempo per ingerire e ruminare ciascun kg di alimento;
e) tendono ad avere una maggiore digeribilità delle granelle e delle razioni ricche di energia.

5.1.2. Stima del valore nutritivo degli alimenti: peculiarità dei piccoli ruminanti

In Italia il razionamento alimentare degli ovini da latte è generalmente effettuato con il sistema francese dell'INRA[32]. In questo sistema, il valore nutritivo degli alimenti viene stimato nell'ipotesi che gli animali siano alimentati con livelli nutritivi molto vicini al mantenimento. È noto, però, che il valore energetico diminuisce all'aumentare del livello d'ingestione, per l'effetto depressivo dell'aumento della velocità di transito sulla digeribilità delle frazioni a bassa velocità di degradazione. L'INRA[32] indirettamente tiene conto di questo fatto nel caso dei bovini da latte, aumentando i fabbisogni energetici in funzione del livello nutritivo e della quantità di concentrati apportati dalla razione. Nessuna correzione viene considerata, invece, nel caso degli ovini. Tuttavia, a parità di livello nutritivo la velocità di transito tende ad essere più elevata negli ovini che nei bovini[76]. Oltretutto, il livello nutritivo nelle pecore in lattazione è spesso molto alto ed è simile o superiore a quello di vacche ad elevato livello produttivo.
Questi fatti suggeriscono che la valutazione degli alimenti effettuata col sistema francese possa non essere adatta per pecore in lattazione con elevati livelli produttivi. In verità, diverse prove sperimentali hanno segnalato l'inadeguatezza del sistema INRA negli ovini[7, 22, 54, 55]. Questa ipotesi è rafforzata dai risultati di Serra e colleghi[69] che, sulla base di esperimenti riportati nella letteratura scientifica, hanno calcolato la differenza tra energia teoricamente ingerita (calcolata dai diversi autori delle pubblicazioni usando il sistema INRA[32]) ed i fabbisogni degli animali (calcolati tenendo conto della produzione quanti-qualitativa di latte, del peso corporeo e delle sue variazioni). La regressione fra livello nutritivo e la suddetta differenza (Figura 5.2), ha evidenziato, dopo l'eliminazione di 3 *outliers*, una consistente divergenza fra energia teoricamente ingerita dagli animali e loro fabbisogni. Per la maggioranza degli esperimenti considerati questa differenza era positiva e cresceva all'aumentare del livello nutritivo. Un

andamento simile è stato osservato anche quando questa differenza è stata espressa come percentuale delle UFL teoricamente ingerite per giorno (Figura 5.3). In sostanza, questi risultati suggeriscono che nel sistema francese la sovrastima del valore energetico degli alimenti aumenta al crescere del livello nutritivo. È possibile, però, che questa differenza sia dovuta ad una combinazione della sovrastima del valore energetico e della sottostima dei fabbisogni energetici delle pecore ad alto livello produttivo. L'effetto del livello nutritivo sul valore degli alimenti negli ovini è noto già da tempo[9,59]. Sarebbe in ogni caso importante verificare se la penalizzazione rilevata con i dati riportati nella Figura 5.2 sia in qualche modo legata anche al contenuto di NDF della razione, come suggerito da Van Soest[76]. Purtroppo, nella base di dati utilizzata solamente alcune delle pubblicazioni riportavano il contenuto in NDF degli alimenti.
Lo studio del valore nutritivo degli alimenti negli ovini richiederebbe la conduzione di prove di digeribilità su pecore in lattazione. Queste prove dovrebbero essere utilizzate per calcolare bilanci energetici che consentano di valutare la

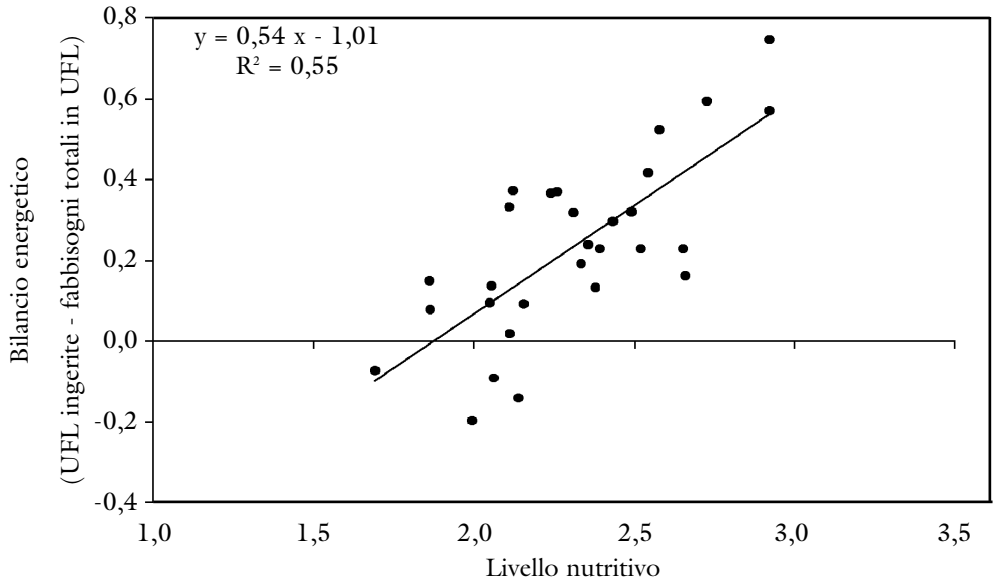


Figura 5.2 - Relazione fra livello nutritivo (in multipli del mantenimento) e bilancio energetico (UFL ingerite-fabbisogni totali in UFL) di pecore in lattazione.

rispondenza dei sistemi di razionamento correntemente utilizzati e di proporre correzioni in base alle principali variabili fisiologiche, nutrizionali ed ambientali. Il valore proteico degli alimenti per ruminanti è calcolato, da ciascuno dei sistemi di alimentazione più utilizzati, in maniera identica per tutte le specie. Tuttavia, quanto detto precedentemente sulle differenze tra piccoli e grandi ruminanti fa sospettare che le proteine alimentari possano essere utilizzate in maniera differente tra questi due gruppi di animali. In particolare, le differenze potrebbero essere determinate dalle diverse velocità di transito e dalla diversa modalità ed intensità di ruminazione.

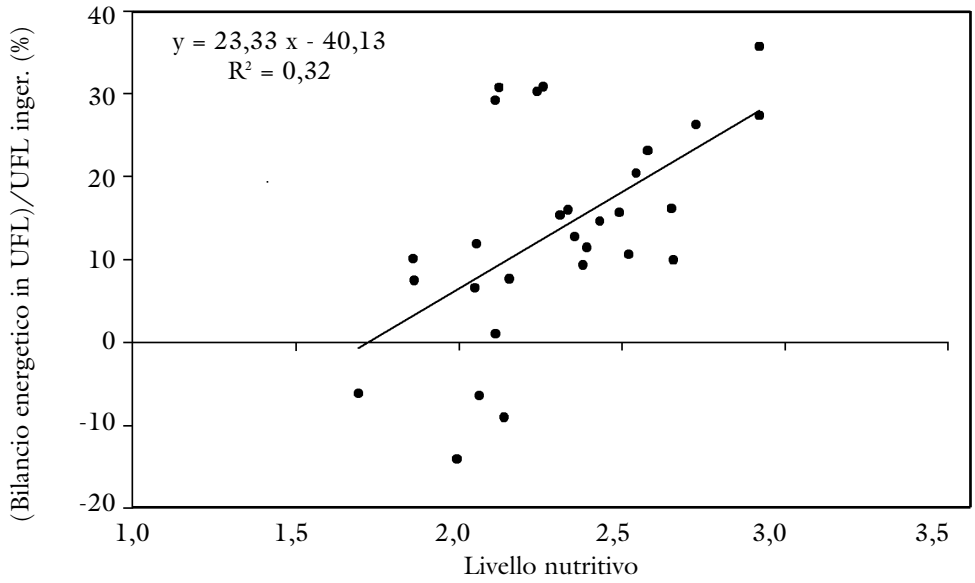


Figura 5.3 - Relazione fra livello nutritivo (in multipli del mantenimento) e bilancio energetico giornaliero per UFL ingerita (bilancio energetico in UFL/ingestione totale UFL) di pecore in lattazione.

Gli studi sulla utilizzazione dell'azoto alimentare e sull'efficienza batterica in pecore ad elevato livello produttivo sono tuttavia molto limitati. Oltretutto, in tutti i principali sistemi [1, 32, 47] l'efficienza di sintesi di proteina batterica per unità di sostanza organica fermentata nel rumine è considerata costante (ed uguale fra le diverse specie di ruminanti). Tuttavia, risultati sperimentali ottenuti su bovini da latte suggeriscono che questa efficienza tenda ad aumentare al crescere del livello di ingestione, a causa della riduzione del *turnover* batterico nel rumine e della diminuzione dei costi di mantenimento dei batteri[62, 76]. Questa variazione di efficienza è stata osservata anche in ovini con livelli di ingestione inferiori a quelli comunemente osservati in pecore in lattazione[25]. Considerata la variabilità di tipi di razioni e di livelli di ingestione riscontrabili negli allevamenti ovini da latte, è possibile che i sistemi di valutazione degli alimenti sinora utilizzati possano dare stime errate del valore proteico della razione in tutte quelle situazioni che si discostano da quelle di riferimento. A riprova di ciò, c'è la considerazione che il sistema INRA spesso porta a formulare razioni per pecore in lattazione con una concentrazione proteica troppo bassa (si veda il paragrafo 5.1.4).

5.1.3. Stima del valore energetico e proteico degli alimenti nel software ROC 3

In considerazione delle limitazioni del sistema INRA, il software ROC 3, riportato nel CD allegato a questo libro, stima il valore energetico e proteico degli alimenti con le equazioni proposte da Van Soest[34, 76, 77]. Queste equazioni sono state messe a punto per la specie bovina, con l'obbiettivo di tener conto degli effetti delle variazioni del livello di ingestione sulla digeribilità e sul valore energetico e proteico degli alimenti.

L'adattamento di questo sistema agli ovini è stato attuato tenendo conto di alcuni importanti presupposti:

a) a parità di livello di ingestione di NDF (ingestione come % del peso corporeo), la velocità di transito ed il contenuto ruminale (espresso come percentuale del peso corporeo) non differiscono tra le due specie[14, 19];
b) a parità di livello nutritivo (**Ln**, rapporto fra energia totale ingerita e energia necessaria per il solo mantenimento), la velocità di transito tende ad essere più elevata negli ovini che nei bovini[76]. Secondo calcoli preliminari[78], le due specie hanno la stessa velocità di transito quando il livello nutritivo dei bovini è superiore di una unità rispetto a quello degli ovini (ad es., quando gli ovini sono a Ln 1 ed i bovini a Ln 2). In questa situazione, il livello di ingestione delle sue specie è pressoché identico;
c) anche negli ovini, come nei bovini, all'aumentare della velocità di transito la digeribilità degli alimenti diminuisce. Questo effetto è tanto più marcato

quanto più è scadente l'alimento (bassa digeribilità ed alto contenuto di fibra). Quindi, esso è pressoché nullo con alimenti molto digeribili (ad es. granella di frumento) ed è molto marcato con alimenti poco digeribili (fieni maturi, paglie) o finemente macinati.

d) per ogni aumento unitario del livello nutritivo (ad es. passando da Ln 1 a Ln 2 o da Ln 2 a Ln 3), il valore energetico netto degli alimenti diminuisce in maniera lineare di una percentuale fissa, chiamata *discount* (fattore di correzione). Ogni alimento ha il suo specifico *discount*, che può essere stimato con apposite equazioni.

Valore energetico

Il valore energetico degli alimenti è stimato a partire dal loro contenuto in TDN_m, cioè di sostanze nutritive digeribili misurato a livelli nutrititivi di mantenimento, ed in NDF. Sulla base di queste informazioni è possibile stimare il valore energetico, in termini di energia netta latte a livelli nutritivi pari a 3 volte il mantenimento, con l'equazione di Van Soest [34, 76, 77]:

$$\mathbf{NE_{L\ 3m}}\ (\text{Mcal/kg di SS}) = 0{,}01\ TDN_m\ [2{,}86\text{-}(35{,}5/(100\text{-NDF}))]$$

dove: TDN_m e NDF sono espressi come % della SS

Questa equazione determina un decremento del valore nutritivo, passando dal mantenimento a Ln=3, proporzionale al contenuto fibroso degli alimenti ed inversamente proporzionale al loro TDN_m. Questo implica che al crescere del Ln, gli alimenti più fibrosi (ad es. paglie o fieni maturi), e quindi meno digeribili, siano più penalizzati che non quelli molto digeribili (ad esempio granelle di cereali).
Qualora gli animali siano alimentati con livelli nutritivi diversi da 3, il valore di $NE_{L\ 3m}$ viene corretto con l'equazione di Mertens[39], che consente di stimare il *discount*, cioè la percentuale di cui deve essere abbassata (o innalzata) la concentrazione energetica degli alimenti per ogni Ln in più (od in meno) rispetto a quello di riferimento:

$$\mathbf{D}\ (\%) = 0{,}033+0{,}132\ \text{NDF}-0{,}033\ TDN_m$$

La concentrazione in NE_L degli alimenti, stimata al livello nutritivo specifico **(d)** del gruppo di animali di cui si sta facendo la razione, è quindi pari a:

$$NE_{L\ d}\ (\text{Mcal/kg di SS}) = NE_{L\ 3m}\ (1\text{-}(\text{Ln-}3)\ *(D\ *0{,}01))$$

dove Ln (livello nutritivo) è pari all'energia totale ingerita diviso l'energia necessaria per il mantenimento (in maniera meno precisa, Ln può essere fatto pari a: fabbisogni totali/fabbisogni di mantenimento). Come già detto, tenendo conto del fatto che le equazioni proposte sono state messe a punto sui bovini e del fatto che a parità di stadio fisiologico i piccoli ruminanti hanno velocità di transito degli alimenti superiori di quelle tipiche dei bovini, per ovini e caprini bisogna considerare un livello nutritivo superiore di una unità rispetto a quello reale[78].
Questo approccio concettualmente si discosta da quello INRA[32] per il fatto che quest'ultimo sistema non tiene conto degli effetti del Ln sulla digeribilità e dal sistema NRC[48] per il fatto che le penalizzazioni non sono uguali per tutti gli alimenti (4% per Ln secondo questo sistema) ma sono tanto più elevate tanto meno è digeribile e più è fibroso un alimento.

Valore proteico

Le equazioni proposte da Van Soest[35, 76, 77] consentono anche di stimare la quantità di proteina metabolizzabile **(MP)** apportata dagli alimenti. La MP rappresenta la quantità di proteina alimentare non fermentata nel rumine (proteina escape, **EP**) e microbica **(BP)** digeribile nell'intestino. La MP concettualmente corrisponde all PDI del sistema INRA. Il calcolo del valore in MP di ciascun alimento viene effettuato al livello nutritivo specifico degli animali in razionamento:

MP (g/kg SS) = EP +BP

EP (g/kg di SS) = PG * 0,1 (100 – PD_d –ADIP)
BP (g/kg di SS) =1,05 * EP + 112/[Ln * (PG-4)]

dove:
PG = concentrazione proteica dell'alimento (% sulla SS);
PD_d = PG degradabile nel rumine (% della PG) ad un certo livello nutritivo:
- se il livello nutritivo è pari a 3, $PD_d = PD_{3m}$
- se il livello nutritivo è minore di 3, $PD_d = PD_{3m} * (1+ (Ln-3) *(D *0,01))$
- se il livello nutritivo è maggiore di 3, $PD_d = PD_{3m} * (1- (Ln-3) *(D *0,01))$

PD_{3m} = valore di digeribilità ruminale delle proteine calcolato ipotizzando un livello nutritivo pari a 3. Varia da alimento ad alimento e può essere ricavato dall'archivio alimenti di ROC3 o utilizzando, fra gli altri, i valori di DIP pubblicati dallo NRC[48] per bovini da latte, i valori di Van Soest[76], ed i valori di Licitra e colleghi[35], che però sono riferiti ad un Ln pari a 4;

D= stesso *discount* utilizzato per il valore energetico;
Ln= stesso livello nutritivo utilizzato per il valore energetico;
ADIP = proteina legata all'ADF (frazione C)[76] (espressa come % della PG).
Un esempio di stima del valore energetico e proteico di un alimento è riportato nell'appendice.

5.1.4. Parametri di razionamento per pecore da latte

Energia

Le concentrazioni energetiche ottimali (UFL o NE_L/kg di SS, date dal rapporto tra fabbisogni energetici complessivi ed ingestione alimentare) delle razioni possono essere stimate utilizzando il software ROC 3. Tuttavia, come riferimento di massima riportiamo dei valori stimati sulla base di dati ricavati dalla letteratura scientifica su pecore da latte[69] (Tabella 5.4). Queste concentrazioni, ottenute utilizzando le stesse unità di misura dell'INRA ma innalzando artificiosamente i fabbisogni energetici in maniera da compensare dal sovrastima del valore energetico degli alimenti evidenziata nel paragrafo 5.1.2, mostrano un andamento anomalo per le basse produzioni di latte. Infatti, in questo caso le concentrazioni energetiche aumentano con l'aumentare del peso corporeo, in contrasto con quanto atteso sulla base delle conoscenze relative alla proporzionalità tra fabbisogni e peso corporeo. Questo fenomeno, spiegabile, secondo gli autori, con la particolare struttura della base dei dati a disposizione, potrà essere corretto con un ampliamento della stessa base di dati e con riscontri sperimentali. Nonostante queste limitazioni, la Tabella 5.4 rappresenta un riferimento utile per tarare le concentrazioni energetiche della razione.

Tabella 5.4 - Concentrazioni energetiche (UFL/kg SS) calcolate nell'ipotesi di bilancio energetico degli animali uguale a zero[69].

LN[a]	**PESO CORPOREO (kg)**								
(kg/d)	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0,5	0,65	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,69
1	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
1,5	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82
2	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87
2,5			0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92
3					0,99	0,98	0,98	0,97	0,96
3,5							1,01	1,01	1,00
4									1,03

[a] Produzione di latte normalizzato al 6,5% di grasso[58].

Proteine

La concentrazione ottimale di proteina della razione dovrebbe essere stimata dividendo i fabbisogni in proteina metabolizzabile (PDI o MP, a seconda del sistema considerato) per la SS ingerita. Con i sistemi di alimentazione più comuni[1, 32, 47] questo approccio porta a formulare razioni con concentrazioni proteiche piuttosto basse, oscillanti intorno al 12-15% a seconda del peso corporeo e dei livelli produttivi. Tuttavia, numerosi esperimenti condotti su pecore in lattazione hanno messo in evidenza che spesso si raggiungeva il massimo livello produttivo con concentrazioni proteiche intorno al 17%-18% sulla SS, sia nella fase iniziale della lattazione[28, 29, 61] che nella seconda metà della lattazione[17, 57]. Questo accadeva soprattutto quando le razioni contenevano un'elevata quantità di proteina non fermentescibile nel rumine e di alto valore biologico. Infatti, con pecore molto produttive le proteine batteriche non sono probabilmente capaci di soddisfare completamente i fabbisogni proteici, analogamente a quanto avviene nelle vacche in lattazione. Serra e colleghi[69] hanno stimato dei valori di massima per le concentrazioni di PG delle razioni utilizzate da pecore di diverso peso corporeo e livello produttivo (Tabella 5.5). Queste concentrazioni di PG sono più elevate di quelle generalmente ottenibili utilizzando i sistemi più diffusi e comportano, di fatto, ingestioni giornaliere di PG superiori, per kg di peso corporeo, rispetto a quelle consigliate per i bovini da latte. Questo fatto può essere spiegato con gli elevati fabbisogni in aminoacidi solforati, come la metionina e la cistina, necessari per la produzione della lana. La metionina è spesso l'amino acido limitante primario anche nei bovini, che non hanno i fabbisogni specifici per la produzione della lana. La frequente carenza di questi amino acidi spiegherebbe la bassa efficienza di utilizzazione delle proteine tipica degli ovini[10]. In accordo con questa ipotesi, l'integrazione delle razioni con metionina e lisina rumino-protette ha indotto maggiori produzioni di latte in pecore da carne[38]. Un'altra spiegazione delle elevate concentrazioni proteiche richieste dalle pecore deriva dal fatto che esse hanno generalmente velocità di transito molto elevate, con conseguente elevato *escape* delle proteine alimentari. Pertanto, è probabile che esse coprano i propri fabbisogni proteici con proteine alimentari non fermentate nel rumine in misura maggiore di vacche con livelli produttivi equivalenti. Siccome le proteine di origine alimentare hanno generalmente un valore biologico inferiore a quello delle proteina batteriche, è presumibile che negli ovini si abbia un maggiore spreco di proteine rispetto ai bovini. Gli effetti combinati di quantità e qualità delle proteine, intesa sia in termini di fermentescibilità che di composizione aminoacidica, possono influenzare notevolmente la produzione di latte delle pecore (Figura 5.4).

Tabella 5.5 - Concentrazioni proteiche (% di PG della razione sulla SS) di riferimento per pecore in lattazione[69].

LN [a]	PESO CORPOREO (kg)								
(kg/d)	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0,5	16,6	15,8	15,1	14,8	14,5	14,0	13,7	13,3	12,9
1	17,7	16,9	16,5	15,9	15,6	15,0	14,5	14,3	13,9
1,5	18,5	17,7	17,4	16,7	16,4	15,9	15,7	15,2	14,8
2	19,1	18,7	18,1	17,7	17,2	16,6	16,4	15,9	15,7
2,5			18,9	18,3	17,8	17,5	17,0	16,6	16,4
3					18,6	18,0	17,6	17,3	16,9
3,5							18,3	17,8	17,6
4									18,0

[a] Latte normalizzato al 6,5% di grasso e col 5,5% di proteina vera[58].

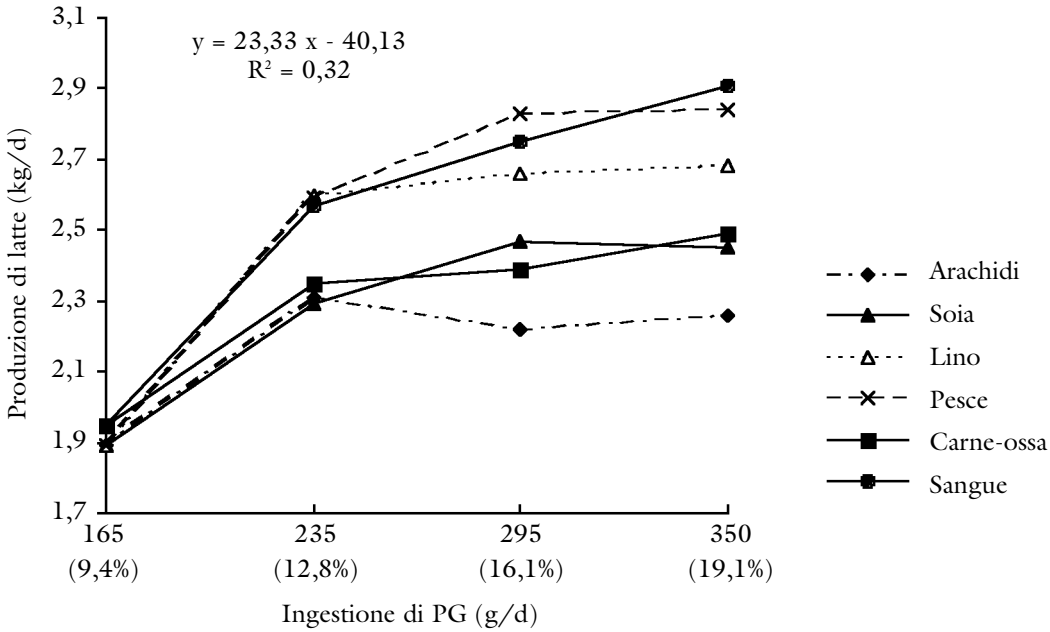


Figura 5.4 - Effetto dell'utilizzazione di diverse farine proteiche in dosi crescenti in pecore (67 kg di peso corporeo) nel primo mese di lattazione. I valori più bassi di proteina corrispondono a razioni costituite da fieno, granella di orzo e melasso. L'ingestione è stata ristretta a 1,8 kg/d di SS per tutte le razioni. I numeri tra parentesi rappresentano la concentrazione di PG delle razioni (adattato[29, 61]).

Carboidrati non strutturali

I carboidrati non strutturali (**NSC**) sono composti principalmente da amido e zuccheri semplici. Quando gli NSC sono stimati per differenza (come 100-$NDF_{N\text{-}free}$ - PG - ceneri - grassi) includono anche le pectine. Gli NSC rappresentano una sorgente di energia fondamentale per i batteri ruminali, anche se un eccesso di NSC può indurre acidosi ruminale ed altri disordini digestivo-metabolici. Le ricerche sull'effetto degli NSC negli ovini in lattazione sono scarse ed i loro risultati appaiono, a prima vista, contrastanti. In pecore Finnish nelle prime settimane di lattazione[11], razioni con rapporto foraggi/concentrati di 60:40 hanno indotto una produzione di latte notevolmente inferiore a quella di pecore alimentate con razioni in cui il rapporto foraggi/concentrati era di 20:80. In pecore di razza Frisona orientale, alimentate, a partire dal 120 giorno di lattazione, con razioni a diversa concentrazione di amidi + zuccheri, l'ingestione e la produzione di latte sono state più elevate nelle pecore con razioni al 20% di amidi + zuccheri rispetto a quelle con razioni al 35%[20], sebbene queste ultime abbiano causato variazioni di peso significativamente maggiori (comunicazione personale). Pecore di razza Sarda con più di 3 mesi di lattazione sono state alimentate con razioni con concentrazioni proteiche dal 14% al 21% comparate a due livelli di NSC e di energia (in media: 29% NSC e 1,55 Mcal NE_L vs 40% NSC e 1,65 Mcal NE_L)[17]. Le pecore alimentate con il livello più basso di NSC hanno avuto una maggiore ingestione ed hanno prodotto più latte rispetto alle pecore con il 40% di NSC. In un'altra prova, abbiamo[15] studiato l'effetto di tre diversi rapporti foraggi: concentrati (90:10, 70:30, 50:50) in pecore da latte a fine lattazione. I risultati sperimentali hanno evidenziato che al diminuire del rapporto foraggi:concentrati diminuiva la produzione di latte ed aumentava il peso corporeo, evidenziando una ripartizione dell'energia alimentare sempre più spinta verso l'ingrassamento col crescere della quantità di NSC della razione. In queste prove sembra emergere l'indicazione di un diverso meccanismo di azione degli NSC a seconda dello stadio di lattazione: nella prima parte le pecore hanno presumibilmente un bilancio energetico negativo e gli NSC contribuiscono a tamponare il *deficit* energetico e vengono utilizzati per produrre latte, nella seconda parte le pecore sono probabilmente in bilancio energetico positivo e gli NSC inducono, più che produzione di latte, deposizione di grasso corporeo.

L'uso di razioni con elevate concentrazioni di NSC induce notevoli produzioni di propionato nel rumine. Ciò determina una notevole attività gluconeogenetica, una stimolazione della produzione di insulina e quindi una stimolazione della lipogenesi ed una diminuzione della lipolisi, con effetti positivi sulla

deposizione di grasso corporeo e negativi sulla produzione di latte, secondo un meccanismo proposto da Ørskov[50]. Questo meccanismo potrebbe non agire od essere molto meno efficiente nella prima fase della lattazione per gli alti livelli di ormone somatotropo (**ST**) presenti in questo periodo. Quest'ormone tende ad indirizzare l'utilizzazione dell'energia (e quindi degli NSC) verso la produzione di latte piuttosto che verso la deposizione di grasso corporeo[53]. L'ormone ST, oltre che essere presente in concentrazioni elevate nella prima parte della lattazione, tende ad essere più alto negli animali geneticamente superiori, nei quali aumenta soprattutto la persistenza della lattazione[53]. Gli elevatissimi incrementi produttivi ottenuti in pecore da latte trattate con bST[27] sembrano indicare la possibilità di agire in questo senso anche nella specie ovina.
Per poter meglio definire strategie alimentari per pecore in lattazione sarebbe quindi importante chiarire quando avviene il cambiamento nelle modalità di utilizzazione dell'energia da parte degli animali (da produzione di latte a deposizione di grasso) e quale tipo di integrazione alimentare al pascolo stimola di meno il meccanismo gluconeogenetico suddescritto e consente maggiori produzioni di latte. Valori preliminari della concentrazione ottimale di NSC nella razione sono riportati nella Tabella 5.7.

Fibra

La quantità di fibra della razione influenza sia l'ingestione alimentare che le fermentazioni ruminali. Nonostante ciò, le informazioni sulla quantità ottimale e sulla quantità minima di fibra della razione sono estremamente scarse. In uno studio finalizzato alla definizione dei fabbisogni in fibra, pecore in lattazione alimentate *ad libitum* con alimenti unici pellettati al 32% di NDF, caratterizzati da un basso contenuto di particelle fibrose più lunghe di 1,2 mm, non hanno avuto disordini digestivi o produttivi ed hanno evidenziato livelli di ingestione pari al 4,75% del peso corporeo e livelli produttivi simili a quelli di animali alimentati con alimenti unici pellettati a maggior contenuto fibroso[56]. Avondo e Cannas[3] hanno studiato le concentrazioni medie di NDF delle razioni scelte da pecore in lattazione alimentate al pascolo, con integrazione di concentrati e fieno in ovile. Gli animali della sperimentazione sono stati divisi in classi in funzione del loro livello produttivo (Tabella 5.6 e Figura 5.5).
I risultati hanno evidenziato che:

a) le concentrazioni medie di NDF della razione erano massime (41% sulla SS) per le due classi di pecore meno produttive e quindi diminuivano gradualmente sino a raggiungere un minimo del 32,4% per gli animali che producevano più di 1700 g/d di latte normalizzato al 6,5%; un andamento simile

è stato osservato per la concentrazione media in NDF del foraggio (pascolo +fieno) ingerito dalle pecore, anche se in questo caso le concentrazioni erano maggiori, in maniera quasi costante per tutte le classi, di circa il 5% rispetto alla media della razione; questo fatto suggerisce una sorprendente abilità delle pecore nel regolare l'ingestione di fibra;

b) il livello di ingestione di SS era massimo (4,05% del PC) con razioni al 37% di NDF, mentre le produzioni di latte più elevate si avevano quando il livello di ingestione della SS era del 3,7% del PC e quello dello NDF era del 1,2% del PC; quest'ultimo valore è molto vicino a quello (1,25% del PC) ritenuto ottimale da Mertens[39, 40, 41] per vacche da latte;

L'insieme dei dati di questo esperimento consente anche di suggerire, in maniera del tutto preliminare, dei valori ottimali di NDF della razione, tali cioè da consentire di mantenere una buona produzione di latte e di massimizzare l'ingestione di foraggi. Questi valori possono essere ottenuti, per ciascuna delle classi produttive riportate nella Tabella 5.6 e nella Figura 5.5, come somma della concentrazione media della razione più una deviazione standard. In questo modo, infatti, vengono comprese, per ciascuna classe produttiva, l'84% delle misurazioni.

Con quanto detto sulle concentrazioni ottimali di PG, di NSC e di NDF è possibile ipotizzare dei valori di riferimento sulla composizione chimica della razione in funzione del livello produttivo degli animali (Tabella 5.7). In particolare,

Tabella 5.6 - Livelli di ingestione e concentrazioni di NDF delle razioni di pecore in lattazione (PC 51,5 ± 8,3) alimentate al pascolo[3].

LN[a] (g/d)	n.	Ingestione SS (% del PC)	Ingestione NDF (% del PC)	NDF razione (% SS)	NDF foraggio (%SS)	NDF ottimale[b] (%SS)
< 500	108	2,78 ± 0,71	1,14 ± 0,29	41,0 ± 3,5	46,3 ± 4,8	45,0
500–799	275	3,29 ± 0,79	1,36 ± 0,36	41,4 ± 3,8	46,9 ± 5,4	45,0
800–1099	156	3,62 ± 1,07	1,43 ± 0,41	39,9 ± 4,6	45,0 ± 5,5	44,5
1100–1399	51	4,05 ± 0,93	1,46 ± 0,31	36,6 ± 4,6	41,5 ± 6,1	41,0
1400–1699	22	3,74 ± 0,89	1,30 ± 0,34	35,0 ± 3,9	38,7 ± 5,0	39,0
1700–2100	9	3,72 ± 0,84	1,20 ± 0,27	32,4 ± 0,8	37,5 ± 2,3	33,0

[a] Produzione di latte normalizzato al 6,5% di grasso[58];

[b] Concentrazione di NDF della razione che dovrebbe consentire di mantenere la produzione lattea massimizzando l'ingestione di foraggio.

il valore ottimale di NSC della razione può essere stimato sottraendo dal 100% della SS le concentrazioni ottimali in NDF (Tabella 5.6), in PG (Tabella 5.5), in ceneri (8-10%) e lipidi (2-3%). Le concentrazioni massime di NSC e di PG e minime di NDF si dovrebbero avere all'inizio della lattazione. Le concentrazioni minime di NSC e di PG e massime di NDF si dovrebbero avere invece nella seconda metà della lattazione.

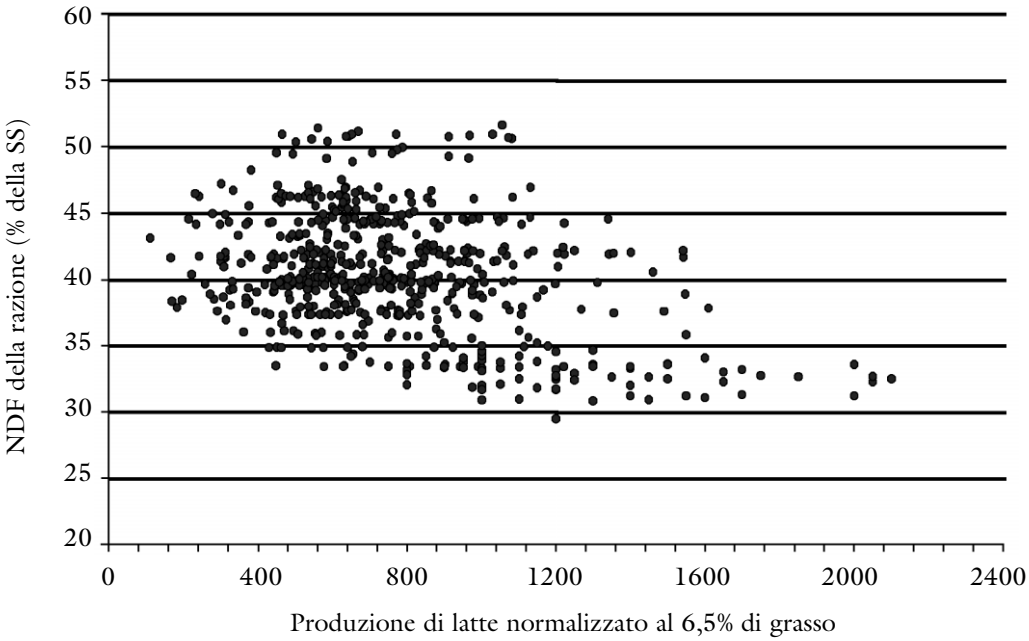


Figura 5.5 - Relazione tra produzione di latte normalizzato al 6,5% di grasso e concentrazione di NDF della razione[3].

Tabella 5.7 - Concentrazioni ottimali di NDF, PG e NSC in funzione del livello produttivo delle pecore. Le stime sono riferite a pecore di 50 kg di peso corporeo.

	Classe di produzione di latte normalizzato al 6,5%					
	<500	**500–799**	**800-1099**	**1100–1399**	**1400–1699**	**1700–2100**
NDF (%SS)	45,0	45,0	44,5	41,0	39,0	33,0
PG (%SS)	14,5	15,0	15,5	16,3	16,7	17,3
NSC (%SS)	28,0	28,0	28,0	31,0	33,0	38,0

Dimensione della fibra

Come già precedentemente accennato, esistono differenze sostanziali tra bovini e ovini nella capacità masticatoria e nella dimensione minima della fibra capace di stimolare la ruminazione. Per questa ragione i suggerimenti generalmente considerati per i bovini da latte sulla dimensione della fibra e sulla quantità ottimale di fibra lunga[40, 41] non possono essere trasferiti automaticamente all'alimentazione degli ovini da latte. Le ricerche di Rossi (Tabella 5.2) confermano chiaramente questa asserzione.

La dimensione minima delle particelle alimentari capaci di stimolare la ruminazione ha un ruolo molto importante nella alimentazione degli ovini. Razioni eccessivamente ricche di fibra lunga limitano l'ingestione, a causa della bassa velocità di degradazione ruminale e dell'elevato effetto di ingombro della fibra stessa. Un altro aspetto da considerare è relativo alla possibile esistenza di un limite massimo nel numero di ore che un ruminante può spendere nell'attività di ruminazione (10 ore per giorno[80]), per cui razioni troppo fibrose sono ingerite in quantità limitate anche perché richiedono tempi di ruminazione eccessivi.

Per queste ragioni la trinciatura e la macinazione degli alimenti hanno, come già detto, effetti particolarmente benefici per gli ovini (Tabella 5.3). Altri risultati sperimentali mettono in evidenza come anche in pecore in lattazione la trinciatura fine della base foraggera possa aumentare il livello di ingestione e la produzione di latte in maniera rimarchevole[2] (Tabella 5.8).

Ulteriori conferme sull'importanza della dimensione della fibra e sulle peculiarità dei piccoli ruminanti provengono dai risultati di una prova sperimentale che prevedeva che pecore Dorset, Finnish e Dorset x Finnish nelle prime settimane di lattazione fossero alimentate con razioni identiche nella composizioni e diverse solo nella lunghezza di trinciatura del fieno (fieno macinato con griglia da 1 mm, da 2,4 mm e da 12 mm)[13] (Tabella 5.9). Infatti, sia l'ingestione che la produzione di latte hanno mostrato una tendenza all'aumento, la produzione giornaliera di grasso non è variata e la produzione giornaliera di proteine è addirittura significativamente aumentata con la riduzione della dimensione della fibra. La digeribilità della sostanza secca della razione è solo leggermente diminuita al ridursi della dimensione della fibra mentre quella dello NDF è diminuita notevolmente. La riduzione della dimensione della fibra in effetti tende ad aumentare la velocità di transito, riducendo la digeribilità dello NDF. Il valore energetico della razione, tuttavia, non è necessariamente influenzato negativamente dalla riduzione della dimensione della fibra. Sembrerebbe, infatti, che la produzione di calore da parte dell'animale diminuisca in maniera notevole al diminuire della lunghezza delle particelle. Ciò è dovuto in parte al mino-

Tabella 5.8 - Effetto della dimensione delle particelle e del momento del taglio sull'ingestione e sulla produzione lattea di pecore dalla 1ª alla 4ª settimana di lattazione[2].

Tipo di insilato		Insilato			Ingestione	Latte	Accrescimento
		PG	pH	DP[a]	insilato [b]		agnelli
Lunghezza	Taglio	(%)		(%)	(kg SS/d)	(kg/d)	(g/d)
Corto	Anticipato	16,6	3,75	74	1,45	2,67	254
	Tardivo	11,8	3,96	82	1,03	2,17	199
Lungo	Anticipato	16,6	3,75	28	0,93	2,17	200
	Tardivo	11,7	4,22	10	0,76	1,72	156

[a] DP: dimensione delle particelle (% < 50 mm);
[b] La razione era completata con 800 g di concentrato capo/d col 15,5% di PG.

re lavoro fisico richiesto per l'ingestione, la ruminazione e la motilità dell'apparato digerente ed in parte al diverso rapporto fra acidi grassi volatili, con aumento del rapporto propionato/acetato nel rumine[45, 51].
In sostanza, la macinazione delle frazioni fibrose spesso comporta aumento del livello di ingestione, diminuzione della digeribilità ed aumento dell'efficienza di trasformazione dell'energia metabolizzabile in energia netta. Nel complesso si ha, in genere, un aumento dell'energia disponibile per le produzioni. Negli ovini questo può essere particolarmente importante vista la loro capacità di utilizzare senza problemi digestivi razioni macinate molto finemente.
Un problema molto importante nell'alimentazione delle pecore al pascolo nelle aree mediterranee è che in certi periodi dell'anno (inverno, spesso anche autunno) si ha di frequente scarsa disponibilità di erba.
Gli allevatori in questi casi integrano la razione con fieno e concentrati. Questi ultimi spesso tendono a sostituire gran parte della razione base, a causa del fatto che spesso il fieno è poco ingeribile per la sua eccessiva fibrosità. Ciò può comportare un'inadeguata risposta produttiva degli animali, per effetto della diminuzione del contenuto in fibra della razione, a cui gli allevatori cercano di rimediare con l'innalzamento del livello di integrazione con concentrati. Le elevate dosi di concentrati ed il basso numero di somministrazioni giornaliere spesso provocano l'insorgenza di acidosi o di chetosi, con la conseguenza di diminuire la produzione di latte, di peggiorarne la qualità (diminuzione del grasso e minore attitudine casearia) e, soprattutto, di ridurre la carriera produttiva delle pecore.
Per tentare di risolvere questi problemi, di grande rilevanza per gli allevamenti

ovini, Rossi e colleghi[65] hanno messo a punto un alimento unico pellettato (**AUP**) da utilizzare in sostituzione dei concentrati o della razione base. In altri termini, si tratta di un alimento impiegabile dallo zero al cento percento della razione. Il principio di base utilizzato nella formulazione dell'AUP è stato quello di introdurre nei pellet fibra strutturata in quantità sufficiente a stimolare la ruminazione, evitando però sia diminuzioni eccessive della concentrazione

Tabella 5.9 - Effetto della lunghezza di trinciatura del fieno su comportamento alimentare e digestivo e produzione lattea di pecore alla 6ª settimana di lattazione[13].

	DIETA [a]			
	CORTA	**MEDIA**	**LUNGA**	**SEM**
Dimensione particelle NDF razione				
> 1,18 mm (%)	16,0	18,4	54,8	
> 0,30 mm < 1,18 mm, (%)	41,0	59,7	34,1	
< 0,30 mm (%)	43,0	21,9	11,1	
Media geometrica dimensione (mm)	0,365	0,535	1,072	
Ingestione SS (g/d)	4005	4132	3767	147
Produzione latte (g/d)	2400	2492	1991	192
Contenuto grasso (%)	7,86 ^{mn}	7,03 ^{m}	9,08 ^{n}	0,56
Produzione grasso (g/d)	187,7	185,1	178,6	18,9
Contenuto proteine (%)	4,37	4,13	4,26	0,11
Produzione proteine (g/d)	105,3 ^{m}	109,7 ^{m}	83,8 ^{n}	8,1
Tempo di ingestione (min/d)	677 ^{M}	399 ^{N}	419 ^{N}	51
Tempo di ruminazione (min/d)	45 ^{M}	165 ^{M}	431 ^{N}	38
Digeribilità apparente SS (%)	59,8	62,9	63,5	1,6
Digeribilità NDF (%)	36,5 ^{m}	42,1 ^{mn}	48,61 ^{n}	2,1
Acetato nel rumine (mM/L)	96,6	96,7	87,8	0,08
Propionato + butirrato rumine (mM/L)	92,1 ^{m}	71,4 ^{n}	68,2 ^{n}	0,03
pH ruminale	6,04 ^{M}	6,05 ^{M}	6,35 ^{N}	0,01

^{mn} differenze significative (P<0,05);
^{MN} differenze significative (P<0,01);
[a] Razioni: 54,9% fieno di graminacee, 30,1% orzo spezzato; 13,0% farina estrazione soia, 2% minerali (PG 16,4%, NDF 41,6%, ADL 3,05%). Fieno macinato con griglia da: 1 mm, razione CORTA; 2,4 mm, razione MEDIA; 12 mm, razione LUNGA. Peso corporeo delle pecore = 68,1 kg. SEM= errore standard della media.

energetica che effetti di ingombro ruminale. Una tipica composizione granulometrica dell'AUP è riportata in Tabella 5.10.
Nelle prove sperimentali in cui l'AUP è stato utilizzato come unico alimento i tempi di ingestione sono oscillati fra 40 e 110 min/kg di SS e quelli di ruminazione tra 47 e 73 min/kg di SS ingerita, a seconda del livello di ingestione, del contenuto in NDF e della lunghezza media delle particelle[18, 78]. Un fattore che spesso influenza i tempi di ingestione (ma non quelli di ruminazione) è la polverosità dei pellet.
L'utilizzazione dell'AUP come unico alimento ha sempre determinato aumenti del livello produttivo rispetto ai periodi pre-sperimentali, durante i quali gli animali erano alimentati al pascolo o con fieno e concentrati[18, 65]. Il livello di ingestione è sempre stato molto elevato, variando dal 5% al 6,5% del peso corporeo. L'ingestione di AUP ha mostrato di non essere influenzata dall'ingombro della fibra in esso contenuta. Ad esempio, nella prova[17] riportata in Tabella 5.11 l'ingestione di sostanza secca è stata più alta nelle razioni a bassa energia, che avevano mediamente il 48,5% di NDF, rispetto a quelle ad alta energia, che avevano mediamente il 38,0% di NDF, con un ingestione giornaliera di energia non significativamente differente fra i due livelli energetici. Questo fenomeno è stato osservato anche in altre prove sperimentali[56]. L'utilizzazione dell'AUP in pecore in lattazione come unico alimento per lunghi periodi ha comportato un leggero peggioramento della funzionalità dell'apparato digerente, ma solo

Tabella 5.10 - Composizione granulometrica di un alimento unico pellettato contenente il 37,4% di NDF (sulla SS) (Cannas, dati non pubblicati).

Diametro setaccio (mm)	**NDF[a]**	
	Trattenuto (%)	**Sotto (%)**
4,74	0,0	100,0
2,36	5,7	94,3
1,18	14,8	79,5
0,60	20,8	58,7
0,30	21,5	37,2
0,15	24,0	13,2
< 0,15	13,2	0,0
TOTALE	100,0	

[a] trattato con urea 8 M per eliminare eventuali contaminazioni da amido.

dopo ben oltre due mesi di utilizzazione continua[12]. L'attività sintetica del fegato si è invece mantenuta inalterata durante tutta la prova.
Il passaggio brusco da alimentazione a base di solo AUP ad alimentazione al pascolo + AUP non ha causato alcun effetto negativo sulla produzione lattea[70] e sullo stato sanitario degli animali[68]. Oltretutto, l'utilizzazione dell'AUP come integratore dell'alimentazione al pascolo nell'arco dell'intera lattazione ha determinato una notevole riduzione dei casi di mastiti e di zoppie e la scomparsa di quelli di acidosi ruminale conclamata negli animali dell'azienda in cui sono state condotte le prove sperimentali sull'AUP.

5.2. Alimentazione di pecore al pascolo

5.2.1. Il razionamento delle pecore al pascolo: uso degli indicatori nutrizionali

L'alimentazione al pascolo di pecore in lattazione pone numerosi problemi di tipo pratico-applicativo. La difficoltà nello stimare la quantità e la qualità del pascolo ingerito (vedi capitolo 4) rende difficile la scelta delle integrazioni alimentari. Per questa ragione spesso questa è frutto più del caso che non di un calcolo tecnico. Una scelta più razionale e più mirata degli integratori alimentari dovrebbe essere basata sulla valutazione, oltreché delle caratteristiche del pascolo, dello stato nutrizionale delle pecore. Gli indicatori nutrizionali più facilmente utilizzabili sono la produzione lattea e la sua qualità, lo stato sanitario degli animali, la concentrazione di urea nel latte, lo stato di ingrassamento e le caratteristiche delle feci. Di seguito sono descritti ed esaminati alcuni di questi indicatori.

5.2.2. L'urea del latte come indicatore nutrizionale

Nelle vacche da latte la concentrazione di urea nel latte **(UL)** è considerata un buon indicatore del metabolismo e dell'ingestione di proteine degli animali[5, 6, 49, 64] ed è correntemente utilizzata per valutare e perfezionare le razioni. Il contenuto di urea del sangue **(US)** e del latte sono fortemente correlati, anche se l'UL è considerata un parametro più stabile[4] ed è più facilmente campionata e misurata. Sempre in vacche da latte, elevate concentrazioni di UL o di US sono state associate ad una diminuzione dell'efficienza riproduttiva[26].
Al pari delle vacche da latte, nelle pecore da latte l'UL o l'US potrebbero essere dei buoni indicatori dell'ingestione dell'azoto e della sua utilizzazione. Tuttavia, le informazioni disponibili riguardano soprattutto le pecore in asciutta, che hanno fabbisogni, livelli di ingestione e velocità di transito inferiori rispetto alle pecore in lattazione. Sarebbe perciò oltremodo importante definire dei

valori di riferimento per l'UL o l'US su questa categorie di pecore. Per questa ragione, negli ultimi anni sono state condotte diverse prove sperimentali sul contenuto di UL o di US in pecore in lattazione[16, 17, 73].
In una di queste[17] abbiamo studiato la relazione tra contenuto proteico ed energetico della razione e UL in pecore adulte di razza Sarda dal 3° al 5° mese di lattazione (Tabella 5.11). In questa prova l'UL è risultata linearmente associata al contenuto proteico della razione per entrambi i livelli energetici considerati. Le differenze in UL tra i livelli energetici sono state molto limitate e non significative. La relazione tra concentrazione proteica della razione o ingestione giornaliera di proteine, da una parte, e UL, dall'altra, era descritta dalle equazioni:

[1] UL (mg/dl) = 4,20 PG (%) - 31,65 (R^2=0,97)

[2] UL (mg/dl) = 0,14 PG (g/d) - 16,38 (R^2 =0,93)

I valori di UL trovati in questa prova sono stati da noi[17] confrontati con valori di US misurati da diversi autori in prove sperimentali che avevano l'obbiettivo di studiare gli effetti di razioni a diverso contenuto o qualità di proteine sulla produzione di latte. Queste ricerche hanno riguardato 66 trattamenti alimentari e 7 diverse sorgenti proteiche pure e loro differenti miscele. La regressione della concentrazione proteica della razione rispetto a UL-US suggerisce che queste due variabili siano altamente e linearmente correlate (Figura 5.6), indipendentemente dalla sorgente proteica e dal livello di ingestione.
Oltretutto, l'equazione di regressione così ottenuta (Figura 5.6) è simile all'equazione [1] precedentemente riportata e calcolata con i soli dati della nostra prova. La correlazione tra UL-US e ingestione proteica giornaliera è risultata invece più bassa (Figura 5.7). Questo suggerisce che il rapporto fra proteina ed altri nutrienti della razione sia più importante, nel controllo del livello ematico dell'urea, che non la quantità complessiva di proteine ingerite giornalmente. Del resto l'attività microbica ruminale è fortemente condizionata dal livello di sincronizzazione della disponibilità di energia e proteine.
Questa sincronizzazione è anche fondamentale nel determinare la concentrazione ruminale di ammoniaca e la quantità di ammoniaca convertita in urea nel fegato. La elevata correlazione trovata tra urea e concentrazione proteica della razione fa supporre che la fonte proteica degli integratori abbia scarsa influenza sull'UL. I risultati delle prove sopracitate, quelli da noi[16] ottenuti in una sperimentazione in cui farina di glutine di mais veniva confrontata con farina di estrazione di soia ed i dati di altri autori[73] sembrano confermare questa ipotesi.

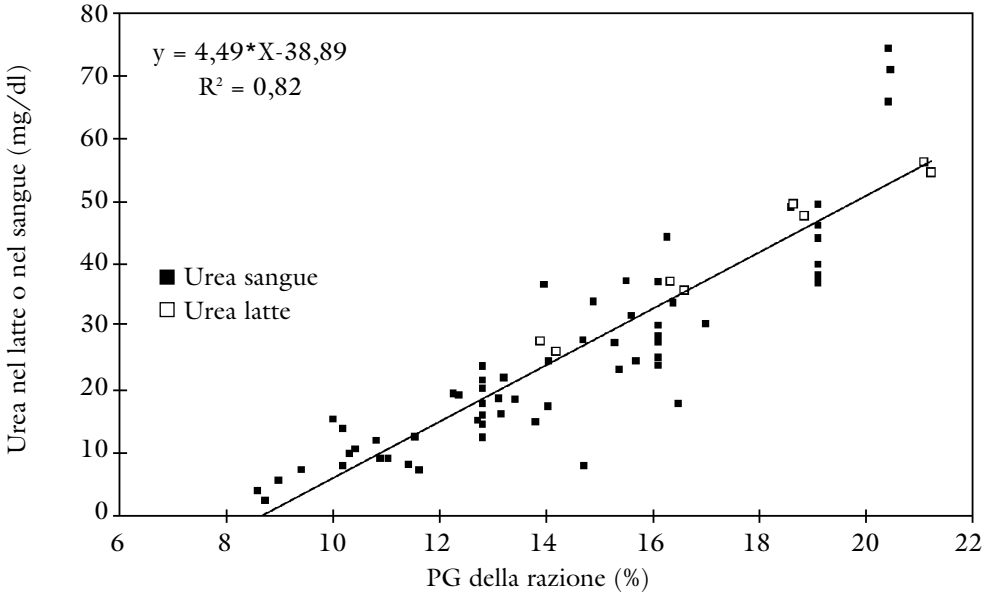


Figura 5.6 - Relazione tra concentrazione proteica della razione e urea nel latte o nel sangue in pecore di razze da latte e da carne o lana[17]. Ciascun punto rappresenta la media di un trattamento sperimentale.

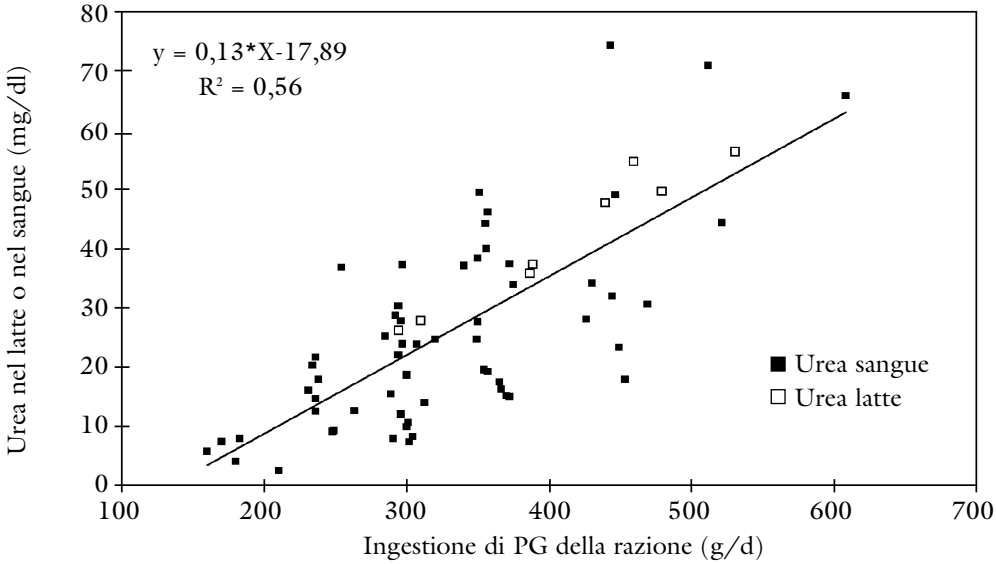


Figura 5.7 - Relazione tra ingestione giornaliera di proteina grezza e contenuto di urea nel latte o nel sangue in pecore di razze da latte e da carne o lana[17]. Ciascun punto rappresenta la media di un trattamento sperimentale.

Campionamento del latte per la misurazione dell'urea

La forte variabilità individuale sul contenuto di UL[17], per altro ben nota nei bovini, suggerisce di basare le valutazioni riferendosi a valori medi di almeno 8-10 pecore allo stesso stadio di lattazione ed ordine di parto. Riguardo a quest'ultimo parametro, a parità di razione e di ingestione abbiamo trovato, in sperimentazioni condotte su pecore di razza Sarda in fase intermedia di lattazione[16] che l'UL era più elevata di 5-10 mg/dl nelle primipare rispetto alle pluripare. Abbiamo inoltre messo in evidenza che anche negli ovini i valori di US sono leggermente più alti e variabili di quelli di UL. Per ciò e per comodità di campionamento, la misurazione dell'UL è preferibile a quella dell'US.

Tabella 5.11 - Relazione fra concentrazione proteica ed energetica della razione e ingestione, produzione di latte e concentrazione di urea nel latte di pecore di razza Sarda alimentate con alimenti unici pellettati[17].

RAZIONE	**INGESTIONE**			**LATTE**			
CE[a]	PG (% SS)	SS g/d	Energia Mcal/d	Produz. (g/d)	Grasso (%)	Prot. vera (%)	Urea (mg/dl)
AE	21,23	2163	3,57	1329	5,59	5,36 ^{m}	54,65 ^{m}
AE	18,84	2331	3,85	1306	5,45	5,35 ^{m}	47,71 ^{m}
AE	16,59	2330	3,85	1215	5,68	5,42 ^{m}	35,85 ^{n}
AE	14,19	2073	3,42	1165	5,60	5,66 ^{n}	26,16 ^{o}
BE	21,09	2516	3,90	1505 ^{m}	5,85	5,23	56,34 ^{M}
BE	18,64	2571	3,99	1508 ^{m}	5,71	5,30	49,64 ^{N}
BE	16,33	2379	3,69	1425 ^{mn}	5,72	5,42	37,33 ^{O}
BE	13,89	2230	3,46	1282 ^{n}	5,93	5,48	27,80 ^{P}
AE Media	17,71	2204 ^{p}	3,636	1260 ^{p}	5,58 ^{d}	5,45	41,38
BE, Media	17,49	2409 ^{q}	3,734	1422 ^{q}	5,82 ^{e}	5,36	42,72

^{p,q} = P< 0,1
$^{m, n, o}$ = P<0,05
$^{M, N, O, P}$ = P<0,01
[a] CE = concentrazione energetica:
AE = Alta Energia, 1,65 Mcal di EN_L/kg di SS;
BE = Bassa Energia, 1,55 Mcal di EN_L/kg di SS.

In molti allevamenti l'adozione della mungitura meccanica rende difficile il campionamento della produzione giornaliera delle pecore. Il campionamento del latte di massa rappresenta una soluzione nei casi in cui il gregge sia costituito solamente da animali allo stesso stadio di lattazione. In alternativa, per determinare l'UL si possono campionare anche soltanto alcuni schizzi di latte prima dell'attacco dei gruppi di mungitura alla mammella. Le differenze in concentrazione di urea del latte ottenute in diversi momenti della mungitura sono piuttosto limitate e senz'altro trascurabili ai fini pratici.
La misurazione dell'urea in laboratorio può essere effettuata con diverse metodiche analitiche. Tuttavia, per correggere la razione in maniera tempestiva sarebbe utilissimo poter misurare l'UL direttamente in azienda. Per questa ragione negli allevamenti bovini da latte è piuttosto diffusa l'utilizzazione del sistema Azotest ®, che basa la stima della UL sulle variazioni di colore che si manifestano, dopo l'immersione nel latte, in striscette di plastica opportunamente trattate. Questo sistema, tuttavia, è risultato inutilizzabile su latte ovino e poco affidabile anche su quello bovino[67].

Relazione tra UL ed efficienza riproduttiva delle pecore

Un altro aspetto molto importante, che aumenta l'interesse per l'urea come indice nutrizionale, è che concentrazioni medio-alte di US (tra 34 e 50 mg/dl) sono state associate ad effetti negativi sullo sviluppo iniziale e sul tasso di sopravvivenza di embrioni di pecore coltivati in vitro[8]. Concentrazioni di UL superiori a 50-55 mg/dl, conseguenti all'utilizzazione di pascoli o integratori ricchi di proteine, sono risultate associate ad una marcata diminuzione della fertilità di pecore in lattazione di razza Sarda soggette ad inseminazione artificiale[43]. Sulla base delle conoscenze relative al rapporto tra urea e efficienza riproduttiva nei bovini, è probabile che la UL sia negativamente associata alla fertilità degli animali soprattutto quando prodotta a partire dall'ammoniaca in eccesso nel rumine, mentre l'effetto sulla fertilità è molto meno chiaro quando l'urea è originata dalla deaminazione di amino acidi (endogeni o di origine alimentare) nel fegato.
È probabile che gli eccessi proteici, e quindi l'UL, siano associate anche ad aumenti dell'incidenza delle infiammazioni mammarie e delle zoppie.

Interpretazione dei risultati sperimentali

Come prima approssimazione, tendendo conto dei risultati su esposti e delle concentrazioni proteiche ottimali della razione per pecore in lattazione riportate in Tabella 5.5, concentrazioni di UL superiori a 40-50 mg/dl sono proba-

bilmente associabili ad eccesso proteico e a riduzione dell'efficienza riproduttiva; concentrazioni inferiori a 30 mg/dl a carenze proteiche e a minore produzione di latte. Il confronto dei valori di UL di pecore in lattazione rispetto a quelli di vacche in lattazione ha evidenziato che, a parità di concentrazione proteica della razione, la concentrazione di UL era più elevata di 5-15 mg/dl negli ovini rispetto ai bovini[67]. Tale differenza era minima con razioni a concentrazione proteica bassa (12-14% di PG sul secco) e massima con razioni a concentrazione proteica medio-alta (più del 16% di PG sul secco). In pratica, nei periodi in cui l'erba è molto giovane ed è caratterizzata da elevata concentrazione proteica (più del 25% sul secco anche con graminacee) si riscontrano spesso concentrazioni di UL superiori a 60 mg/dl. Tali valori sono associabili a forti eccessi proteici che spesso predispongono gli animali a numerose patologie, comportano riduzione dell'efficienza riproduttiva ed aumento dei fabbisogni energetici (il costo energetico di eliminazione di 100 g di PG ingerita in eccesso rispetto ai fabbisogni è uguale al costo di produzione di 200 g di latte ovino). La relazione trovata fra urea nel latte e concentrazione proteica della razione (Figura 5.6) potrebbe essere utilizzata anche per stimare la concentrazione proteica della razione per mezzo della misurazione dell'urea nel latte (Tabella 5.12). Questo potrebbe essere particolarmente importante negli animali al pascolo, per i quali la stima della qualità della razione ingerita rappresenta un presupposto indispensabile per la scelta dell'integrazione alimentare.

Tabella 5.12 - Urea del latte in pecore pluripare stimata a partire dalle concentrazioni proteiche della razione con l'equazione di regressione riportata in Figura 5.6. Qualora si conosca il contenuto di urea nel latte, è possibile usare queste relazioni per stimare la PG (% della SS) della razione.

PG (% SS)	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15,0	15,5	16
Urea (mg/dl)	15,4	17,6	19,8	22,0	24,2	26,4	28,6	30,8	33,0
PG (% SS)	16,5	17	17,5	18	18,5	19	19,5	20	20,5
Urea (mg/dl)	35,2	37,4	39,6	41,8	44,0	46,2	48,4	50,6	52,8

5.2.3. Feci come indicatore nutrizionale

Le feci rappresentano uno dei prodotti finali del processo digestivo. Le loro caratteristiche fisico-chimiche dipendono dalle caratteristiche iniziali della razione e dalle modalità con cui l'apparato digerente ne ha operato la degradazione e la digestione. Pertanto, le feci rappresentano degli indicatori piuttosto importanti dello stato nutrizionale e sanitario degli animali che le producono. Nel caso dei bovini da latte, sono stati pubblicati dei criteri di classificazione delle feci che hanno consentito di razionalizzarne l'uso come indici nutrizionali[6].

Nel caso degli ovini, in mancanza di studi sistematici sull'argomento, in Tabella 5.13 vengono riportati dei criteri di massima per l'utilizzazione delle feci come indicatore nutrizionale.

La presenza di granelle intere nelle feci degli ovini è molto meno frequente che nei bovini, a causa del maggiore sminuzzamento operato dagli ovini con la ruminazione. Pertanto, la presenza di elevate quantità di granelle intere nelle feci dovrebbe essere valutata con attenzione e potrebbe indicare condizioni di acidosi o sub-acidosi ruminale e comunque un'attività ruminativa non sufficiente. Quest'ultima potrebbe essere causata, negli animali vecchi, anche da difficoltà masticatorie.

5.2.4. Stato di ingrassamento

Uno dei problemi principali relativo alla razionalizzazione della tecnica di alimentazione degli ovini riguarda la stima dello stato nutrizionale degli animali e delle sue variazioni. La misurazione del peso corporeo non consente una stima adeguata delle variazioni delle riserve corporee[66]. Le variazioni del contenuto dell'apparato digerente e riproduttore, infatti, confondono in misura notevole ed imprevedibile questa stima. Ciò può portare a notevoli errori nella valutazione del bilancio energetico e dello stato nutrizionale degli animali. Un altro aspetto da considerare è che le pecore possono perdere sino ad 1 kg di proteina, usata principalmente come fonte energetica nei processi di gluconeogenesi epatica, nelle prime sei settimane di lattazione. Siccome per ogni kg di proteina si perdono obbligatoriamente anche 4 kg di acqua metabolica, mentre in seguito alla mobilizzazione di lipidi la perdita di acqua metabolica è molto ridotta, le variazioni di peso non riflettono le reali variazioni di riserve corporee. Metodiche più appropriate sono quelle basate sulla stima dello stato di ingrassamento corporale mediante il controllo tattile e visivo delle riserve lipidiche della zona lombare e della groppa, secondo la metodica del *body condition score* **(BCS)**.

In sintesi, la metodica prevede che agli animali vengano assegnati dei punteggi che variano da 0 (animali magrissimi, probabilmente malati) a 5 (animali estremamen-

Tabella 5.13 - Relazione fra caratteristiche delle feci e stato nutrizionale negli ovini.

FECI LIQUIDE (DIARROICHE) O SEMILIQUIDE

- *di colore scuro* ⇒ eccesso di proteina altamente fermentescibile nella razione (NPN + proteina solubile) da uso di erbe giovani, insilati di erba, insilati di medica, alimenti addizionati di urea
- *di colore chiaro, con forte odore e con frammenti di granella indigerita* ⇒ sintomo di acidosi ruminale, per uso di razioni troppo ricche in NSC e/o povere in fibra strutturata
- eccesso di minerali, derivato da uso di alimenti troppo ricchi in sostanze minerali o, più spesso, da alimenti sporchi di terra

FECI CONFORMATE IN BLOCCHI PASTOSI DI COLORE MARRONE VERDASTRO

Razione ben bilanciata dal punto di vista della funzionalità dell'apparato digerente.

- al pascolo, indice di dieta basata su erbe piuttosto giovani
- in ovile, indice di razioni con contenuti medio-bassi di fibra ruminabile

FECI CON SCIBALE BEN FORMATE (A PELLET) DI COLOR MARRONE SCURO, UMIDITÀ MEDIO-BASSA (50-60%)

Razione ben bilanciata dal punto di vista della funzionalità dell'apparato digerente.

FECI CON SCIBALE BEN FORMATE (A PELLET), COMPATTE E MOLTO ASCIUTTE, CON EVIDENTE PRESENZA DI PARTICELLE FIBROSE INDIGERITE

- carenza di proteina fermentescibile nel rumine, con limitata attività batterica
- razioni troppo fibrose e/o e molto lignificate (uso di paglie, stoppie, foraggi maturi)

te grassi). Maggiori dettagli su questa tecnica possono essere trovati altrove[32, 44, 66]. La stima manuale, effettuate da operatori opportunamente addestrati, consente di classificare in maniera sufficientemente precisa ed in breve tempo un numero elevato di pecore. Il BCS può essere utilizzato per stimare il costo energetico dell'ingrassamento o l'energia che si libera in seguito a dimagrimento[31] o, più semplicemente, per definire degli stati ottimali di ingrassamento nelle varie fasi del ciclo produttivo (Figura 5.8). Per ottimale si intende quello specifico stato di ingrassamento per il quale le pecore presentano il massimo della fertilità (fase della monta, si veda il capitolo 6) o della produzione di latte (si vedano il paragrafo 5.3.1 e la Figura 5.9). Un problema applicativo della tecnica del BCS è relativo al fatto che gli studi che consentono di correlare il punteggio corporeo con il contenuto in lipidi corporei e con lo stato nutrizionale delle pecore sono relativi a razze morfologicamente molto diverse dalle razze ovine italiane da latte. Ad esempio, il confronto[63] di pecore Sarde e Lacaune ha evidenziato che nella Sarda con BCS 2,0 si aveva una notevole deposizione di grasso viscerale mentre nella razza Lacaune ciò avveniva solamente con BCS pari a 3,0. Sempre per la razza Sarda, sono state pubblicate[36] stime preliminari della relazione tra BCS e riserve lipidiche che differiscono sostanzialmente dalle relazioni pubblicate per altre razze[14]. Queste limitate informazioni evidenziano comunque la necessità di migliorare le conoscenze sulle relazioni tra BCS, riserve corporee e stato nutrizionale per le principali razze italiane, come già fatto per altre razze mediterranee[72, 81].

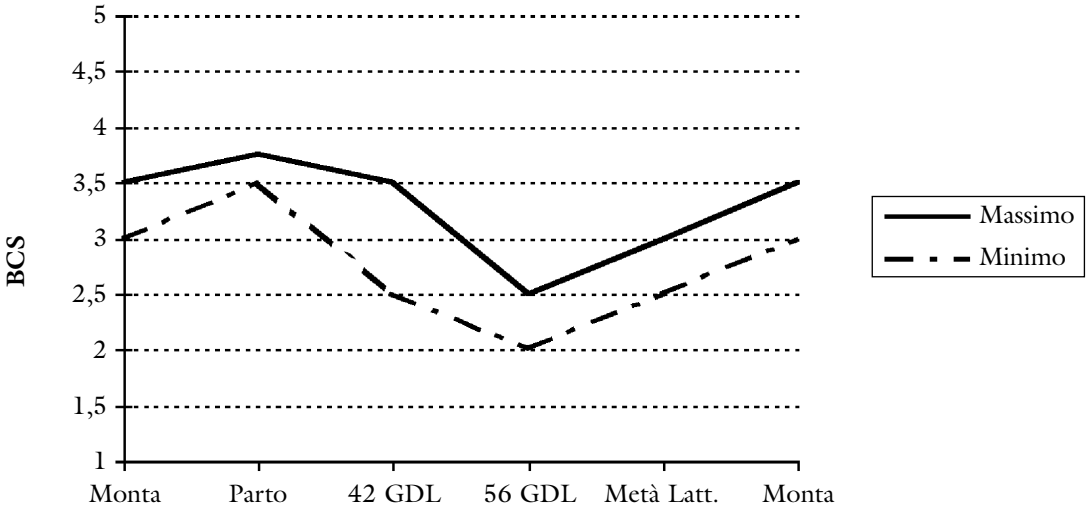


Figura 5.8 - Body condition score (BCS) minimi e massimi in varie fasi del ciclo produttivo (basato su dati INRA[32]). GDL= giorni di lattazione.

5.3. Aspetti relativi all'alimentazione delle pecore nelle diverse fasi del ciclo produttivo

5.3.1. Fase finale di gravidanza-primi mesi di lattazione

La produzione di latte nei primi due-tre mesi di lattazione dipende da numerosi fattori, in parte legati alle caratteristiche degli animali (mole, livello genetico, stato di ingrassamento, prolificità), in parte legati alle condizioni di allevamento (disponibilità alimentari, condizioni meteorologiche). Visto che la produzione lattea nei primi mesi di lattazione influenza in maniera marcata la produzione dei mesi successivi, è importante dedicare a questa fase una particolare attenzione.

Uno dei fattori che condiziona in maniera più evidente il livello produttivo delle pecore nei primi mesi di lattazione è dato dal loro stato di ingrassamento. Infatti, anche in presenza di razioni di elevata qualità è pressoché inevitabile che nei primi mesi di lattazione le pecore abbiano un bilancio energetico negativo. Questo perché dopo il parto la produzione lattea, e quindi i fabbisogni degli animali, cresce più rapidamente dell'ingestione alimentare. Per di più, molto spesso i primi mesi di lattazione coincidono con il periodo invernale, durante il quale la disponibilità di erba è limitata dalle basse temperature ambientali ed il pascolamento è reso difficoltoso dalle condizioni meteorologiche avverse e dalle poche ore di luce. Pertanto, nei primi due mesi di lattazione è inevitabile che le pecore producano una parte del latte mobilizzando le loro riserve lipidiche e proteiche. Questo processo è da considerarsi normale purché le perdite di peso non siano troppo intense. In genere, esse non dovrebbero superare il 15% del peso corporeo nelle prime 6-8 settimane di lattazione, dopodiché le pecore dovrebbero cominciare a guadagnare peso. In termini di BCS, l'INRA[32] suggerisce (Figura 5.8) che da un BCS ottimale al parto di 3,25-3,5 si possa arrivare ad BCS un minimo di 2,0-2,5 alla 6ª-8ª settimana di lattazione, con un calo massimo di un BCS in 6 settimane. Perdite di peso maggiori comporterebbero sicuramente un calo repentino della produzione lattea, difficilmente recuperabile nelle fasi successive della lattazione, con possibili condizioni di chetosi e probabili problemi riproduttivi nella fase dei salti. Le pecore da latte in condizioni di bilancio energetico fortemente negativo tendono a ridurre la produzione lattea in maniera più evidente delle vacche da latte. Infatti, mentre in queste ultime il miglioramento genetico ha comportato una diffusione di animali che per il loro quadro ormonale hanno una vocazione lattifera molto spinta, nel caso degli ovini da latte il progresso genetico è stato inferiore ed i caratteri ancestrali di conservazione della vita sono spesso più marcati, portando ad una interruzione della produzione quando le condizioni di stress alimentare sono eccessive.

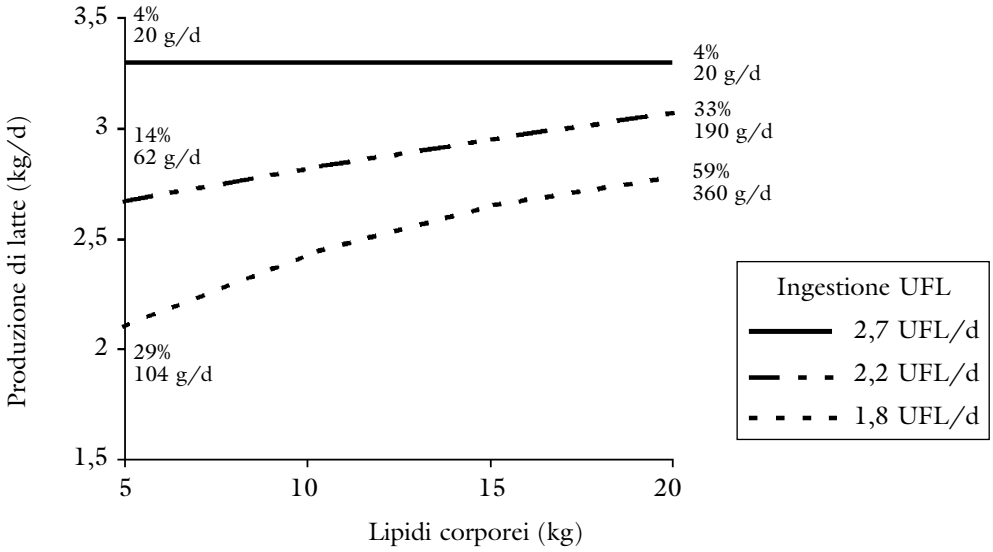


Figura 5.9- Effetto delle riserve lipidiche corporee e dell'ingestione giornaliera di energia sulla produzione massima di latte in pecore nelle prime settimane di lattazione[60]. I numeri nella figura rappresentano la percentuale di latte prodotto mobilizzando lipidi corporei e le perdite di peso corporeo negli animali con le minori e maggiori riserve lipidiche.

Per queste ragioni, è molto importante far sì che le pecore inizino la lattazione con una quantità adeguata di riserve lipidiche[37, 60]. Robinson[60], in particolare, ha evidenziato in maniera molto chiara l'importanza dello stato di ingrassamento e dell'ingestione energetica in questo periodo (Figura 5.9). Nei suoi esperimenti, la produzione di latte delle pecore che potevano consumare quantità molto elevate di energia era praticamente indipendente dallo stato di ingrassamento delle stesse. Tuttavia, quando la disponibilità di energia alimentare diminuiva, la produzione lattea risultava fortemente influenzata dallo stato di ingrassamento. Tanto più le pecore erano magre, tanto meno latte potevano produrre dalla mobilizzazione delle riserve corporee. Visto che in animali al pascolo l'ingestione giornaliera massima riportata in Figura 5.9 è pressoché impossibile da ottenere, per l'impossibilità di somministrare razioni con quantità molto elevate di concentrati, appare chiaro che la presenza di sufficienti riserve lipidiche sia una condizione irrinunciabile per l'ottenimento di elevati livelli produttivi. Questi meccanismi consentono anche di spiegare dei fenomeni a prima vista di

difficile interpretazione. Ad esempio, nell'anno 2000 in Sardegna si è avuta una fortissima siccità nel periodo gennaio-settembre. Questo fatto ha comportato che nel periodo dei parti (autunno 2000) la gran parte delle pecore fossero molto magre. Nei mesi finali dell'anno, tuttavia, sia per le temperature miti che per l'elevata piovosità si è avuta una grande disponibilità di erba. Ciononostante, si è osservata una generalizzata riduzione, rispetto agli anni precedenti, delle produzioni dei primi due-tre mesi di lattazione, con perdite medie che in molte aziende sono state superiori ai 300-400 g/d per capo. Queste perdite sono probabilmente dovute, oltreché a diffusi eccessi proteici tipici di condizioni di abbondanza di erba, al fatto che non si era avuta la produzione di latte normalmente ottenuta dalle pecore mobilizzando le riserve corporee.
Occorre comunque segnalare che anche l'eccessivo ingrassamento può avere effetti negativi sulla produzione di latte, perché quantità eccessive di grasso viscerale comprimono il rumine riducendo l'ingestione alimentare[71].

5.3.2. Piena lattazione: dal quarto mese alla monta

Dal punto di vista nutrizionale una definizione esatta del momento di passaggio da inizio lattazione a piena lattazione dovrebbe essere basata, più che sui mesi di lattazione, sul fatto che gli animali siano in bilancio energetico negativo (prima fase) o positivo (seconda fase). Nelle aree mediterranee questo spartiacque generalmente coincide con l'inizio della ripresa vegetativa (da febbraio ai primi di aprile, a seconda delle latitudini e delle altitudini). Pertanto, per due-tre mesi la fase di piena lattazione coincide con il periodo dell'anno in cui si ha la massima disponibilità di erba. In questi casi l'ingestione al pascolo è generalmente molto elevata e gli obbiettivi tecnici principali dovrebbero essere di:

- massimizzare la produzione di latte;
- consentire un graduale recupero delle riserve corporee perse nella prima parte della lattazione;
- evitare che le pecore con bassi livelli produttivi ingrassino eccessivamente.

Questi tre obbiettivi sono difficilmente perseguibili quando pecore di livelli produttivi molto diversi sono tenute nello stesso gregge e quindi sottoposte agli stessi trattamenti alimentari. Infatti, a causa delle elevata eterogeneità dei livelli produttivi, i fabbisogni nutritivi sono così diversi da rendere impossibile una corretta integrazione alimentare.
La più comune conseguenza di questo fatto è che gli animali più produttivi siano sottoalimentati, con conseguente eccessivo dimagrimento, e quelli meno produttivi siano sovralimentati, con conseguente eccessivo ingrassamento. Siccome nel

gregge la classe delle pecore con produzioni al di sopra della media è quella che produce la maggiore quantità del latte aziendale, la sottoalimentazione di questa classe comporta notevoli danni economici. Per di più, come meglio descritto nel capitolo 6, gli animali che arrivano alla monta troppo grassi o troppo magri tendono ad avere minore fecondità rispetto agli animali in buone condizioni di ingrassamento. In sostanza, l'adozione di corrette tecniche alimentari non può prescindere dalla suddivisione del gregge in almeno due gruppi creati sulla base del livello produttivo degli animali. Questa divisione, a dire il vero, andrebbe fatta già dai primi mesi di lattazione. I gruppi dovrebbero poi essere periodicamente rivisti, facendo transitare da un gruppo all'altro quegli animali che col tempo acquisiscano le caratteristiche per stare in un altro gruppo. I gruppi possono essere formati sia sulla base del livello produttivo degli animali che del loro stato di ingrassamento. Benché dopo qualche mese di lattazione i due criteri siano correlati, la produzione di latte è forse un indice più facile da misurare del BCS e comunque rappresenta il principale obiettivo produttivo dell'azienda.

Mentre in allevamenti confinati il razionamento per gruppi non comporta particolari problemi, nel caso degli allevamenti bradi o semibradi questa tecnica complica sicuramente l'organizzazione aziendale.

In pecore al pascolo, comunque, la gestione dell'alimentazione di gruppi a diverso livello produttivo può essere condotta secondo almeno due tecniche:

a) i gruppi sono mantenuti in appezzamenti diversi per tutto il periodo in cui si ritiene che essi debbano avere trattamenti alimentari separati. I diversi gruppi sono munti separatamente e quelli più produttivi ricevono dosi più elevate di mangime alla mungitura. Con questa tecnica è anche possibile destinare i pascoli migliori alle pecore migliori. La formazione di diversi gruppi di pecore è pratica comune negli allevamenti, anche se essi generalmente sono creati in funzione della gestione della riproduzione e non per migliorare il razionamento alimentare;
b) tutti gli animali sono mantenuti assieme al pascolo ma i diversi gruppi produttivi sono distinti con appositi segni colorati sul vello. Al momento della mungitura le pecore sono fatte passare in appositi *corral,* dotati di cancelli di separazione, dove un operatore separa le pecore in gruppi in base al segno sul vello. I diversi gruppi vengono quindi munti separatamente e ricevono le integrazioni in funzione del loro livello produttivo. Alla fine della mungitura le pecore vengono riunite e portate nello stesso pascolo. Questa tecnica, diffusa soprattutto in Israele, semplifica la gestione dei pascoli ma, ovviamente, richiede la costruzione di *corral* e di recinti di separazione, che comunque possono essere costruiti con materiale di recupero,

e necessita di un certo lavoro per la separazione degli animali prima di ciascuna mungitura.

Sarebbe anche possibile costruire impianti di mungitura che distribuiscano dosi diverse di mangime in funzione del livello produttivo delle pecore. Tuttavia, sia per ragioni economiche che gestionali, questi tipi di impianti non hanno ancora trovato applicazione pratica.

Qualunque sia la tecnica alimentare adottata, in questa fase la produzione di latte può essere massimizzata tenendo conto dei principi fisiologici e dei parametri di razionamento riportati nel paragrafi precedenti. In sintesi, l'obbiettivo principale dovrebbe essere quello di consentire elevate ingestioni di erba. Nella parte iniziale della primavera, data l'elevata disponibilità di pascolo, eventuali integrazioni con concentrati non dovrebbero più avere il senso di incrementare l'apporto complessivo di nutrienti ma di migliorarne il bilanciamento. A fine primavera, invece, l'integrazione assume di nuovo una notevole importanza, soprattutto se non si dispone di irrigazione e si fa affidamento su pascoli di graminacee. In questo caso l'integrazione dovrebbe tener conto del loro basso contenuto di proteine e gli integratori alimentari dovrebbero avere un elevata concentrazione proteica. Nel caso, invece, di disponibilità di colture foraggere irrigue, il contenuto proteico dei concentrati dovrebbe essere molto più basso, per evitare che eventuali eccessi possano pregiudicare le attività riproduttiva delle pecore.

5.3.3. Problemi particolari posti dall'alimentazione al pascolo costituito da erbe in stadi giovanili

Nel periodo invernale, ma spesso anche nel tardo autunno ed all'inizio della primavera, l'erba pascolata dalle pecore è molto ricca di proteine e povera di fibra. L'elevato contenuto in proteine è frequente sia nelle leguminose che nelle graminacee. Su queste ultime, in particolare, la concentrazione di proteina è spesso molto più elevata di quanto in genere non si creda. Infatti, a causa dello stadio giovanile in cui si trovano le piante e delle concimazioni azotate a cui sono spesso sottoposte, le loro concentrazioni in proteina grezza superano quasi sempre il 25% e spesso arrivano ad oltre il 30%. Per di più, una buona metà di queste proteine è di tipo solubile, che quindi fermenta in pochissimi minuti una volta ingerita. In queste condizioni molto spesso le pecore al pascolo assumono anche più del doppio della proteina che gli servirebbe per soddisfare i fabbisogni proteici. Come già detto nel paragrafo 5.2.2, la proteina in eccesso viene trasformata in urea, che viene eliminata con le urine e che in parte va a finire anche nel latte. La misurazione dell'urea nel latte ha consentito di evidenziare che, perlomeno nelle condizioni dell'Italia meridionale, nel periodo

invernale molto spesso le pecore sono in eccesso proteico. Questo può comportare, oltreché una perdita di latte, anche un'altra serie di problemi:
- aumento delle cellule somatiche nel latte, delle mastiti e degli edemi mammari;
- maggiore frequenza di zoppie ed enterotossiemie;
- riduzione della fertilità;
- affaticamento del fegato, riduzione delle difese immunitarie;
- diarree.

La situazione viene spesso peggiorata con l'uso di mangimi ricchi in proteine (i cosiddetti "mangimi superproteici"). Siccome questi mangimi sono particolarmente costosi, la loro utilizzazione comporta, allo stesso tempo, aggravio dei costi aziendali, diminuzione della produzione di latte e peggioramento dello stato sanitario degli animali. Questi mangimi andrebbero usati solo in tarda primavera, quando l'erba è povera di proteine, o quando i pascoli hanno poca erba e le pecore sono alimentate prevalentemente con fieni di graminacee maturi.
Allo stesso tempo, le erbe del periodo invernale hanno un basso contenuto in fibra e stimolano poco la ruminazione delle pecore. Questo è vero soprattutto nei casi di inverni miti e molto piovosi, che consentono la crescita veloce ed abbondante di erba con limitata produzione di fibra. La carenza di fibra comporta che le pecore ruminino poco, producano poca saliva, che contenendo sostanze ad effetto tampone contribuisce a controllare il pH ruminale, e digeriscano male l'erba e gli altri alimenti. Spesso in queste situazioni di sub-acidosi ruminale diminuisce la percentuale di grasso del latte. Se la carenza di fibra è molto forte, si può avere anche acidosi ruminale conclamata.
Per ridurre i rischi connessi all'uso di erbe giovani si possono adottare una serie di tecniche alimentari:

- alla mungitura, utilizzare mangimi pellettati o alimenti aziendali con poca proteina (non più del 12-13%, possibilmente a bassa degradabilità ruminale), con un buon contenuto in fibra (intorno al 17-20% di fibra grezza, 25-35% di NDF) e ricchi in amidi. Si dovrebbe utilizzare una miscela di amidi che fermentano lentamente (mais o sorgo) e velocemente (orzo, avena o grano), per far sì che nel rumine si abbiano amidi in fermentazione sia nelle prime ore di pascolamento (mattino) che nelle ore successive (pomeriggio). Questo dovrebbe consentire di migliorare la sincronizzazione della fermentazione delle proteine del pascolo con quella degli NSC degli integratori energetici;

- evitare di concimare i pascoli con troppo azoto e di mandare le pecore su pascoli concimati da pochi giorni;

- ridurre le ore di pascolamento, mandando le pecore al pascolo a fine mattina. Ciò evita anche l'ingestione di erba bagnata dalla rugiada. Se si usa questa tecnica bisogna comunque evitare di mandare al pascolo le pecore troppo affamate. Siccome nell'intervallo tra prima mungitura ed inizio del pascolamento le pecore rimangono senza mangiare per diverse ore, può essere molto utile somministrare alimenti ricchi di energia e di fibra digeribile e poveri in proteine poco prima che esse entrino nel pascolo. Per questo terzo pasto gli alimenti più adatti sono, in ordine di preferenza, le polpe di bietola, gli insilati di mais, gli insilati tardivi di triticale, le granelle di orzo o di avena. Si possono anche usare mangimi pellettati, purché essi abbiano le caratteristiche appena descritte. L'introduzione della tecnica del terzo pasto porta grandi vantaggi: riduce la fame delle pecore, evitando che nelle prime ore di pascolamento queste ingeriscano quantità eccessive di erba e, quindi, di proteine; consente ai batteri del rumine di disporre di energia per sfruttare al meglio le proteine ingerite; consente di diluire in un numero maggiore di pasti le integrazioni alimentari. Infatti, l'adozione del terzo pasto non comporta (anche se consente) un uso di maggiori quantità di mangime. Se, ad esempio, si somministrano 300 grammi di mangime per mungitura, con la stessa quantità giornaliera si possono fare 3 pasti (le due mungiture + il pasto poco prima del ingresso al pascolo) da 200 grammi ciascuno. Diverse aziende ovine da latte ormai adottano questa tecnica con ottimi risultati produttivi e sanitari;

- controllare il contenuto di urea nel latte per sapere se la proteina della razione è in eccesso;

- controllare le feci: quando si osserva diarrea o feci molto molli e scure, è probabile che si abbia eccesso proteico;

- somministrare fieno di buona qualità per la notte. Tuttavia, quando l'erba è abbondante le pecore generalmente ingeriscono poco fieno, specie quando questo è scadente (troppo maturo o ammuffito).

In conclusione, è possibile ridurre i danni che si manifestano quando le pecore pascolano erbe troppo ricche di proteine e povere di fibra con delle semplici tecniche alimentari che non comportano maggiori costi, se non in termini di organizzazione e di lavoro, e che possono consentire un miglioramento delle produzioni e dello stato sanitario delle pecore.

5.4. Alimentazione in ovile

5.4.1. Uso dei fieni ed importanza della loro qualità

In certi periodi dell'anno il fieno costituisce l'unica fonte fibrosa della razione. A causa della bassa capacità digestiva delle pecore, elevati livelli di ingestione dl fieno possono essere ottenuti solamente quando la sua qualità è molto buona, cioè quando il suo contenuto di NDF e lignina è basso e lo stato di conservazione è ottimale (Tabella 5.14). Se il contenuto fibroso dei fieni è troppo elevato, come accade quando si ritardano troppo i tagli per massimizzare la produzione di SS per ettaro, l'ingestione viene penalizzata, con conseguente calo delle produzioni, uso eccessivo di concentrati e rischio di insorgenza di disordini alimentari.

Per aumentare l'ingestione di fieni scadenti esistono due tecniche: una è basata sulla trinciatura fine (paragrafo 5.1.4); l'altra prevede chi si consenta agli animali di scegliere le parti migliori dei fieni, accettando che si abbiano notevoli scarti in mangiatoia. Questi scarti sono tanto più alti tanto meno è digeribile il fieno che si utilizza, come dimostrato da studi condotti su capre in lattazione[78] (Tabella 5.15). Come dimostrato da questi studi e come evidenziato da tempo sulle vacche da latte[39, 40], è decisamente più costoso e difficile alimentare gli animali con foraggi scadenti che non con foraggi di buona qualità, nonostante la produzione di questi ultimi spesso richieda investimenti tecnici superiori.

5.4.2. Alimentazione con la tecnica della razione completa

Negli ultimi anni un numero crescente di aziende ovine da latte ha adottato la tecnica di alimentazione basata sulla somministrazione di razioni complete miscelate **(unifeed)**. Un numero ancora maggiore di allevatori sta valutando se adottare questa tecnica. Nella maggior parte dei casi l'unifeed viene praticato da pochi anni e spesso viene associato ad alcune ore di alimentazione al pascolo.

Le principali motivazioni che spingono gli allevatori a considerare questa tecnica riguardano:

a) la possibilità di aumentare in maniera considerevole il carico animale mantenibile, mediante la produzione di insilati di erba e di mais o la somministrazione di erba fresca tagliata giornalmente;
b) la possibilità di migliorare notevolmente la qualità della vita degli operatori aziendali, con la riduzione delle ore di lavoro (perché non è più necessario seguire gli animali al pascolo, trasferirli da un campo ad un altro o addirittura da un corpo aziendale ad un altro) ed il miglioramento della qualità del lavoro stesso (aumentano le attività meccanizzabili o al coperto).

Tabella 5.14 - Criteri pratici per la valutazione della qualità dei fieni.

Caratteristica	Buona qualità	Scadente
Colore	verde - giallo slavato [a]	bruno [b]
Fogliosità	elevata [c]	scarsa [c]
Maturazione	senza spighe e/o legumi	ricco di spighe e/o legumi
	culmo elastico (poco lignificato) [d]	culmo rigido (molto lignificato) [d]
Conservazione	senza muffe	con muffe
Odore	gradevole	odore di muffa o di caramello [b]

[a] indica che, nonostante l'erba sia stata dilavata dalla pioggia, la fase di imballaggio è stata condotta con umidità corretta;
[b] indica che l'erba è stata imballata troppo umida e che si sono avuti processi di riscaldamento (reazione di Maillard) del fieno, con riduzione della digeribilità di zuccheri e proteine; spesso accompagnato da ammuffimento;
[c] importante soprattutto per le leguminose;
[d] nel caso di fieni di graminacee, se avvolgendo i culmi attorno ad un dito questi si spezzano, il contenuto di lignina degli stessi è troppo elevato; ciò indica che il fieno è stato ottenuto da erbe troppo mature.

Tabella 5.15 - Stima dei residui in mangiatoia che è stato necessario accettare per avere produzioni ottimali di latte in capre[78].

Foraggio	Digeribilità stimata[a] (%)	Residui in mangiatoia (%)	Digeribilità foraggio ingerito (%)	Utilizzazione [b] (%)
Fieno di	65	15	69	59
medica	58	25	66	50
	50	35	60	39
Fieno di	70	20	75	60
graminacee	60	35	69	45
	50	50	60	30

[a] sulla base della composizione del foraggio offerto
[b] sostanze digeribili realmente ingerite come percentuale di quelle offerte.

La seconda motivazione, ancora più della prima, è presa in grande considerazione dai giovani allevatori, non più disposti ha rinunciare ad una qualità della vita comparabile a quella di altre categorie di allevatori ed agricoltori.
Tuttavia, in molte aziende ovine l'introduzione dell'unifeed ha comportato, oltre ai normali problemi di adattamento alla nuova tecnica, cali, a volte consistenti, della produzione lattea degli animali. Questo ha portato molti allevatori ad utilizzare una tecnica mista, basata sulla somministrazione di una miscelata la mattina, seguita da alcune ore di pascolo a metà giornata e, spesso ma non sempre, da un'altra miscelata somministrata al rientro degli animali dal pascolo.
Molti dei problemi produttivi riscontrati con l'introduzione dell'unifeed sono dovuti ad un'errata tecnica di preparazione della miscelata, quasi sempre basata sull'adozione integrale della tecnica di preparazione tipica dei bovini da latte. Pertanto, l'adozione di questa tecnica non può prescindere da quanto detto nei paragrafi 5.1.1 e 5.1.4 sulle differenze di capacità digestiva e dimensione ottimale della fibra tra ovini e bovini. A causa di queste differenze, nella preparazione di razioni unifeed per ovini è necessario:

a) macinare la base foraggera in maniera molto più spinta di quanto non si faccia con i bovini. In questo modo si favorisce una maggiore ingestione alimentare, con effetti positivi sulle produzioni. Mentre nel caso dei bovini un'eccessiva riduzione della dimensione delle particelle può portare ad una consistente riduzione della ruminazione e della salivazione e può indurre acidosi ruminale, negli ovini è praticamente impossibile, con i carri unifeed esistenti, ridurre le particelle fibrose al punto da rendere pericolosa la razione. Le pecore, infatti, ruminano intensamente particelle fibrose che nei bovini sarebbero troppo piccole per stimolare la ruminazione (paragrafo 5.1.4). Un altro vantaggio della macinazione spinta è che si riduce il rischio che le pecore possano selezionare i componenti della razione. Accade spesso, infatti, che razioni unifeed per ovini preparate trinciando la base foraggera alle dimensioni ottimali generalmente adottate per i bovini consentano alle pecore di ingerire per primi i concentrati, con notevoli rischi di insorgenza di acidosi, e quindi i foraggi;

b) utilizzare foraggi ottimi, dello stesso livello qualitativo di quelli in genere somministrati a vacche in lattazione di elevato livello produttivo. Come già detto, negli ovini l'ingestione alimentare è condizionata dalla fibrosità degli alimenti in misura maggiore rispetto ai bovini. Dato che con razioni unifeed le pecore scelgono molto di meno gli alimenti che non con razioni tra-

dizionali, se esse sono costrette ad utilizzare alimenti molto fibrosi riducono in maniera considerevole l'ingestione e le produzioni di latte. In sostanza, se la base foraggera è troppo fibrosa è meglio utilizzare la tecnica di alimentazione tradizionale, che consente alle pecore di scartare le parti peggiori dei foraggi;

c) preferire, se utilizzati nella razione, sottoprodotti con fibra altamente digeribile (ad esempio buccette di soia, polpe di bietola, pastazzo di agrumi);

d) utilizzare insilati ottimi. In molte aziende ovine si producono ed utilizzano insilati troppo maturi (e quindi troppo fibrosi) e/o conservati male, probabilmente a causa della scarsa esperienza degli allevatori ovini nella loro produzione. Sia l'eccessiva fibrosità che le sostanze prodotte dalle fermentazioni anomale riducono considerevolmente l'ingestione e la produzione di latte. Oltretutto, gli insilati che hanno subito fermentazioni anomale contengono elevate quantità di spore di batteri butirrici, che, trasferendosi nel latte, causano notevoli alterazioni nei formaggi a lunga conservazione. Per questa ragione, molti caseifici ovini rifiutano il latte di pecore alimentate con insilati.

In conclusione, l'adozione dell'unifeed nelle aziende ovine da latte richiede, oltreché un'attenta valutazione economica dei costi e dei benefici associati a questa tecnica, la produzione di foraggi di ottima qualità ed una notevole attenzione alle modalità di miscelazione della razione completa. Questi requisiti sono indispensabili per garantire risultati produttivi soddisfacenti.

5.4.3. Utilizzazione e somministrazione di alimenti concentrati

Spesso i concentrati vengono somministrati in corrispondenza delle due mungiture giornaliere. Se si usano concentrati ricchi di amidi e le quantità somministrate sono elevate, è probabile che si abbiano in breve tempo elevate produzioni di propionato nel rumine. Questo può determinare riduzione del pH ruminale, minore attività dei batteri cellulosolitici e diminuzione della digeribilità della fibra. Nei casi peggiori si può avere acidosi ruminale. A volte si riscontrano casi di acidosi anche quando la dose media di concentrati somministrati non è elevata. Ciò generalmente dipende dalle modalità di somministrazione, che a volte favoriscono la competizione delle pecore, lasciando spazio a quelle più aggressive, che sono spesso anche le più produttive.
Per ridurre i picchi di produzione di propionato ed i rischi associati al basso pH ruminale, la dose giornaliera di concentrati dovrebbero essere

suddivisa in più di due pasti. Ad esempio, un terzo pasto potrebbe essere somministrato la notte in ovile o la mattina poco prima di portare le pecore al pascolo (paragrafo 5.3.2). Per evitare eccessiva competizione fra gli animali, sarebbe opportuno dotarsi di sistemi di cattura e di mangiatoie (soprattutto negli impianti di mungitura meccanica) dotate di setti individuali.
Nel caso di utilizzazione di granelle altamente fermentescibili, come quelle di orzo, grano ed avena, è consigliabile evitare trattamenti che ne incrementino ulteriormente la velocità di degradazione, come la fioccatura, la macinazione e la schiacciatura[50, 79], anche se talvolta la fioccatura dell'orzo ha avuto effetti positivi sulla produzione di latte[24]. Le granelle intere stimolano la ruminazione e riducono la velocità di ingestione. Visto che gli ovini con la masticazione (ed in particolare con la ruminazione) sminuzzano intensamente anche le granelle, la perdita di quantità significative di queste nelle feci è improbabile. Qualora ciò accadesse, sarebbe un segno di alterazioni del metabolismo ruminale (acidosi) o di scarsa attività ruminativa delle pecore.

Solamente nel caso in cui si utilizzino granelle a bassa velocità di degradazione (mais e sorgo), la macinazione, la fioccatura e la schiacciatura possono essere consigliate, soprattutto in animali di elevato livello produttivo, che abbiano quindi elevate velocità di transito degli alimenti. Nel caso del mais, è sconsigliabile l'utilizzazione di granelle intere anche per evitare che le pecore più anziane, con dentatura non più completamente efficiente, abbiano difficoltà ad ingerirle. In questo caso, comunque, una grossolana rottura delle cariossidi è sufficiente per evitare il problema.
Per ridurre i rischi associati ad elevate ingestioni di amidi, si possono sostituire parte delle granelle con alimenti ricchi di energia ma che non favoriscono l'acidosi ruminale, come tutti gli alimenti ricchi di pectine (polpe di bietola, buccette di soia, pastazzo di agrumi) e come i semi di cotone. In alternativa, si possono utilizzare mangimi pellettati ricchi di fibra strutturata (paragrafo 5.1.4).
L'utilizzazione di sostanze tampone può essere molto utile per ridurre i rischi associati all'uso di elevate dosi di concentrati. Ad esempio, si è visto che l'aggiunta di miscele di bicarbonato di sodio (64%) e di bicarbonato di potassio (34%) in quantità pari al 3,5% della sostanza secca della razione consentiva di mantenere il pH a livelli accettabili in agnelloni alimentati con razioni molto ricche di granella di orzo[46].

5.5. Conclusioni

Le tecniche di razionamento per pecore da latte dovrebbero sempre tenere conto delle peculiarità della specie ovina. Infatti, ci sono considerevoli differenze tra ovini e bovini nel comportamento alimentare e nella capacità digestiva che non possono essere ignorate se si vogliono evitare errori alimentari. Queste differenze sono particolarmente importanti nelle pecore con elevate produzioni di latte. Tuttavia, per questa categoria di pecore le informazioni sono ancora troppo limitate per poter definire in maniera certa fabbisogni ed efficienza di utilizzazione degli alimenti. Il razionamento delle pecore al pascolo è notevolmente complicato dall'incertezza sul tipo e sulla quantità di erba ingerita. In questa situazione, lo studio e l'uso di indici nutrizionali può aiutare a migliorare i criteri di scelta dell'integrazione alimentare.

APPENDICE

Esempio di calcolo del valore energetico di un alimento

Facendo riferimento a quanto detto nel paragrafo 5.1.3, ipotizziamo di dover calcolare il valore energetico di un fieno di medica a metà fioritura, somministrato a pecore in lattazione alimentate con un Ln = 3, con la seguente composizione (sul secco):
PG = 17,0%; NDF = 46,0%; ADF = 36,0%; ADL = 8,7%; EE = 3,2%; Ceneri = 9,0%; ADIP (Frazione C del modello Cornell) = 14,0% della PG.

1) Stima della digeribilità della SS e del TDN_m (sostanze nutritive digeribili) al mantenimento

Il TDN_m, che rappresenta la somma delle sostanze nutritive digeribili con i lipidi digeribili moltiplicati per 2,25, può essere stimato a partire dalla digeribilità apparente della SS (**DSS**) applicando la seguente equazione[34, 76, 77]:

[1] TDN_m = DSS - ceneri + (1,25 * estratto etereo) + 1,9

Alcune delle procedure utilizzabili per stimare la DSS, o direttamente il TDN_m, sono qui riportate in ordine decrescente di preferenza[76]:

a) stima della digeribilità della DSS con prove di digeribilità in vivo od in vitro con uso di liquido ruminale. A partire dalla DSS, il TDN_m può essere calcolato con l'equazione [1]; per molti alimenti (quelli con contenuti lipidici intorno al 2-4%) si può considerare TDN_m= DSS senza commettere grandi errori;

b) stima della DSS con le equazioni sommative di Goering e Van Soest e quindi del TDN_m con l'equazione [1] o direttamente del TDN_m con l'equazione sommativa di Weiss. Entrambi i sistemi sono citati e descritti da Van Soest[76];

c) stima del TDN_m direttamente dalle tabelle NRC[48] o da altre analoghe. Metodo impreciso, soprattutto per foraggi giovani. Può dare risultati ragionevoli con concentrati o sottoprodotti. Fasi della stima: 1) si fa l'analisi del NDF dell'alimento; 2) si confronta questo valore con lo NDF tabulato di un alimento, che sia il più simile possibile rispetto a quello da valutare, e si sottrae o somma metà della differenza tra NDF misurato e NDF tabulato dal TDN_m tabulato. Esempio: un fieno di medica col 35% di NDF (sulla SS) si confronta con una medica tabulata che ha il 41% di NDF e TDN_m=67. Quindi 41-

35= 6; 6/2 = 3. TDN_m stimato= TDN_m tabulato + 3 = 67+3=70. Nel caso in cui l'alimento tabulato abbia un contenuto di NDF inferiore a quello dell'alimento da valutare, si sottrae la semisomma della differenza tra i due valori dal TDN_m tabulato. L'ADF può essere utilizzato in maniera simile. In questo caso però si aggiunge o sottrae l'intera differenza. Esempio: un alimento che ha il 31% di ADF è comparato con un alimento tabulato con 29% di ADF e TDN_m = 67. Differenza: 31-29 = 2. TDN_m stimato = 67-2= 65.

d) uso di una delle numerosissime equazioni di regressione, pubblicate nella letteratura scientifica e tecnica, che mettono in relazione il contenuto di un qualche nutriente (ad es. ADF, fibra grezza, PG) con la digeribilità della SS degli alimenti. A partire dalla DSS, il TDN_m può quindi essere calcolato con l'equazione [1].

In questo esempio utilizziamo l'equazione sommativa di Goering e Van Soest (citata da Van Soest[76]) per stimare la DSS e quindi il TDN_m.

Tabella 5.16- Schema di calcolo della digeribilità apparente della SS (DSS) al mantenimento con il metodo delle equazioni sommative di Goering e Van Soest (citato da Van Soest[76]).

Componente	**Valore analitico**	**Fattore**	**Quantità digeribile**
Contenuto cellulare	100-NDF	0,98	sommare
Lignificazione pareti cellulari	Analisi	equazione[a]	sommare
Correzione per la silice	SiO_2 analisi	3,0	sottrarre
Danni termici	Lignina artefatta[b]	1,0	sottrarre
Digeribilità Vera SS			**Somma**
Perdite Metaboliche[c]			sottrarre
Digeribilità Apparente SS			**Differenza**

[a] Digeribilità NDF (%) = 147,3 -78,9 $\log_{10}$ [(ADL/ADF)*100]

[b] Lignina artefatta = $L_a = L_o - L_c$, dove L_c (lignina corretta) = 1,208 L_o - 10,75 N_o + 0,42; L_o = lignina osservata; N_o= quantità di azoto nell'ADF (ADIN) espressa come % della SS;

[c] Perdite metaboliche: circa 10-12 in ovini e caprini, 14-15 in bovini.

Stima della digeribilità del contenuto cellulare

Contenuto cellulare = 100- NDF= 100- 46 = **54**

Contenuto cellulare digeribile = 0,98* 54= **52,9**

Riduzione della digeribilità delle pareti cellulari per danni termici (lignina artefatta)
Una parte della lignina ADL non è costituita da lignina vera e propria ma da prodotti di Maillard. Queste sostanze sono indigeribili ma non riducono la digeribilità della cellulosa e della emicellulosa. Possiamo stimare questa frazione solo se conosciamo la frazione C delle proteine dell'alimento che dobbiamo valutare, utilizzando le equazioni della nota b della Tabella 5.16:
L_c (lignina corretta) = 1,208 L_o - 10,75 N_o + 0,42;
L_o = lignina osservata;
N_o= quantità di azoto nell'ADF (ADIN) espressa come % della SS;
Lignina artefatta = L_a = L_o - L_c
Quindi:
N_o= (PG*ADIP*0,01)/6,25= 0,381
L_c (lignina corretta, % della SS) = 1,208 * 8,7 - 10,75* 0,381 + 0,42 = **6,83%**
Lignina artefatta (% SS) = L_o - L_c = 8,7-6,83 = **1,9%**

Stima della digeribilità delle pareti cellulari
Calcoliamo il rapporto ADL/ADF, usando per ADL il valore di lignina corretta = 6,83/36 *100 = 18,97%.
Usando l'equazione in nota *a* della Tabella 5.16 si stima, per un rapporto ADL/ADF pari a 18,97, la digeribilità del NDF:
Digeribilità NDF (%)= 147,3-78,9 $\log_{10}$ [(ADL/ADF)*100] = 147,3-78,9 $\log_{10}$18,97= **46,5%**
NDF digeribile = 46* 0,465 = 21,4%

Riduzione della digeribilità per correzione silice = in genere è importante solo su graminacee molto particolari (riso). Possiamo tralasciare questa parte nel nostro caso.

Perdite metaboliche
Consideriamo un valore pari a 11, visto che useremo questo alimento per pecore (nota c della Tabella 5.16).

Tabella 5.17 - Riassunto dei calcoli

Componente	Valore analitico	Fattore	Quantità digeribile
Contenuto cellulare	54,0	0,98	52,9+
Lignificazione pareti cellulari	46,0	0,316	21,4-
Lignina artefatta	1,9	1,0	1,9
Digeribilità Vera SS			**72,4-**
Perdite Metaboliche			11,0
Digeribilità Apparente SS			**61,4**

TDN_m = Dig. apparente SS - ceneri + (1.25 * estratto etereo) + 1,9 = 61,4 - 9,0 + 1,25*3,2 + 1,9 = **58,3**

2) Stima dell'energia netta

Utilizziamo le equazioni precedentemente descritte:

$$NE_{L\ 3m}\ (Mcal/kg\ di\ SS) = 0{,}01\ TDN_m\ [2{,}86\text{-}35{,}5/(100\text{-}NDF)]$$

Quindi, sulla base del TDN_m appena stimato e dello NDF dell'alimento stimiamo il valore in NE_L dell'alimento ipotizzando un valore nutritivo pari a 3:

$NE_{L\ 3m}$ (Mcal/kg di SS) = 0,01* 58,3 * [2,86 - (35,5/(100 - 46))] = **1,284**

Nella nostra azienda Ln = 3. Tenendo conto del fatto che queste equazioni sono state messe a punto per bovini, consideriamo per ovini e caprini un livello nutritivo superiore di una unità rispetto a quello reale. Usiamo quindi **4** invece di **3**. Stimiamo il *discount* (fattore di penalizzazione):

D (discount in %) = 0,033 + 0,132 NDF - 0,033 TDN
D (discount in %) = 0,033 + 0,132 * 46 - 0,033 * 58,3 = **4,18%**

Valore di NE_L a Ln 4, ottenuto diminuendo il valore 1,138 ($NE_{L\ 3m}$) del 4,32%:

$NE_{L4\ m}$ (Mcal/kg di SS) = 1,284* (1- 0,0418) = 1,284* 0,9582 =**1,230**

Per stimare il valore energetico a Ln =2 avremmo dovuto aumentare 1,138 del 4,18%:

$NE_{L\ 2m}$ (Mcal/kg di SS) = 1,284* (1+0,0418) = 1,284* 1,0418 =**1,338**

Esempio di calcolo del valore proteico di un alimento

Ipotizziamo di dover calcolare il valore proteico dello stesso fieno utilizzato nei calcoli precedenti. In aggiunta alle informazioni di cui già disponiamo, dobbiamo conoscere la digeribilità ruminale a Ln = 3. Ricaviamo questo valore dalle tabelle di Van Soest[76], che riportano, per un alimento simile al nostro fieno di medica, PD_{3m} =66%

Calcoliamo subito la PD_d , tenendo conto del fatto che il Ln reale è 3 ma che quello da usare nei calcoli è pari a 4:

PD_d = 66***** (1-0,0418) = **63,24%**

EP (g/kg di SS) = PG ***** 0,1 (100 – PD_d –ADIP)
EP (g/kg di SS) = 17,0 *****0,1 (100 – 63,24 –14)= **38,7**

BP (g/kg di SS) =1,05 ***** EP + 112/[Ln*****(PG-4)]
BP (g/kg di SS) =1,05 ***** 38,7 + 112/(4*****13) = **42,7**

MP (g/kg SS) = EP +BP= 38,7 + 42,7 = **81,4**.

Bibliografia

1. AFRC. 1995. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, UK.
2. Apolant S.M., Chestnutt D.M.B. 1985. The effect of mechanical treatment of silage on intake and production of sheep. Anim. Prod. 40:287-296.
3. Avondo M., Cannas A. 2001. NDF intake in lactating ewes fed at pasture. Atti XIV Convegno Nazionale A.S.P.A.
4. Baker L. D., Ferguson J. D., Ramberg C. F.. 1992. Kinetic analysis of urea transport from plasma to milk in dairy cows. J. Dairy Sci. 75 (Suppl.1): 181.(Abstr.).
5. Bertoni G. 1985. Controlli ematici di allevamento per saggiare lo stato nutrizionale-metabolico delle bovine da latte. In: Valutazione degli alimenti e dello stato metabolico nutrizionale dei ruminanti. Associazione Italiana Allevatori, Roma:121-213.
6. Bertoni G., Calamari L., Trevisi E. 1999. Sistema diagnostico integrato per la valutazione delle lattifiere. Inf. Agr. 55 (35), Suppl.: 5-66.
7. Bianchi M., Battaglini L.M., Fortina R. 1994. Effetto dell'integrazione con alimenti sotto forma fioccata oppure frantumata nella razione della pecora:indagini comparative sulle caratteristiche quanti-qualitative del latte. Atti XI Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C.:447-450.
8. Bishonga C., Robinson J. J., McEvoy T. G., Aitken R. P., Findlay P. A., Robertson I. 1994. The effects of excess rumen degradable protein in ewes on ovulation rate, fertilization and embryo survival in vivo and during in vitro culture. Anim. Prod. 58:447.(Abstr.).
9. Blaxter K.L., Wainman F.W., Davidson J.L. 1966. The voluntary intake of food by sheep and cattle in relation to their energy requirements for maintenance. Anim. Prod. 8: 75-83.
10. Bocquier F., M. Theriez, Brelurut A. 1987. Recommandations alimentaires pour le brebis en lactation. In: Alimentation des ruminants: revision du systèmes et des tables de l'INRA. Bull. Tech. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix, INRA, (70):199-211.
11. Brown D.L., Hogue D.E. 1985. Effects of roughage level and physical form of diet on Finnsheep lactation. SID Research Digest, Fall 1985 :11-14.
12. Calamari L., Rossi G.C., Cannas A., Cappa V. 1991. Influenza della grassatura e del livello proteico di un alimento unico pellettato (Unipellet) sul profilo metabolico di pecore da latte di razza Sarda. Atti IX Congresso Nazionale A.S.P.A.: 335-349.
13. Cannas A. 1995. Effects of the particle size of the diet on feeding behavior and milk production in sheep. Master of Science Thesis Cornell University, Ithaca, NY, USA.

14. Cannas A. 2000. Sheep and cattle nutrient requirement systems, ruminal turnover, and adaptation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System to sheep. Ph. D. dissertation. Cornell University, Ithaca, NY, USA.
15. Cannas A., Annicchiarico G., Taibi L., Dell'Aquila S. 2000. Effetto del rapporto foraggi:concentrati della razione su produzione di latte e variazioni di peso corporeo in pecore da latte nella fase finale della lattazione. Atti del XIV Convegno Nazionale S.I.P.A.O.C.: 335-338.
16. Cannas A., Pes A., Fresi S., Serra F., Pulina G. 1997. Effects of feeding level and type of dietary protein supplement on milk urea content in ewes. Volume of abstracts 48th Annual Meeting of the E.A.A.P.:304.
17. Cannas A., Pes A., Mancuso R., Vodret B., Nudda A. 1998. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. J. Dairy Sci. 81:499-508.
18. Cannas A., Rossi G.C., Brandano P., Pulina G. 1992. Effect of the feeding method of a complete pelleted feed (Unipellet) as supplement of grazing in dairy ewes. Studi Sassaresi, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 34:145-149.
19. Cannas A., Van Soest P.J. 2000. Allometric models to predict rumen passage rate in domestic ruminants. In: McNamara J.P., France J., Beever D.E., (Eds), Modelling nutrient utilisation in farm animals. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 49-62.
20. Cavani C., Bianconi, L., Mongardi D. 1990. Buccette di soia e distillers di cereali nell'alimentazione di pecore da latte. Atti del IX Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C.: 6.9-6.10.
21. De Boever J.L., Andries J.I., De Brabander D.L., Cottyn B.G., Buysse F.X. 1990. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure - A review of factors affecting it. Anim. Feed Sci. Technol. 27:281-291.
22. Dell'Aquila S, Malossini F., Settineri D., Carretta A. 1978. Influenza di diversi livelli alimentari sulla produzione di latte delle pecore di razza Comisana. Ann. Ist. Sper. Zootec., 11:263-270.
23. Demment M.W., Van Soest P.J. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non-ruminant herbivores. Am. Nat., 125:641-672.
24. De Vincenzi S., Pauselli M., Morgante M., Casoli C., Costantini F., Duranti E., Ranucci S. 1999. Effect of two non-structural carbohydrate sources on the metabolism and productive performance of lactating Comisana ewes. Zoot. Nutr. Anim. 25:177-186.
25. Djouvinov D.S., Todorov N.A. 1994. Influence of dry matter intake and passage rate on microbial protein synthesis in the rumen of sheep and its estimation by cannulation and a non-invasive method. Anim. Feed Sci. Technol. 48:289-304.
26. Ferguson J. D., Chalupa W. 1989. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. J. Dairy Sci. 72:746-765.
27. Fernandez N., Rodriguez M., Peris C., Barcelo M., Molina M.P., Torres A., Adriaens F. 1995. Bovine somatotropin dose titration in lactating dairy ewes. 1. Milk yield and composition. J. Dairy Sci. 78: 1073-1082.

28. Gonzalez J.S., Robinson J.J., McHattie I. 1984. The effect of level of feeding on the response of lactating ewes to dietary supplements of fish meal. Anim. Prod. 40:39-45.
29. Gonzalez J.S., Robinson J.J., McHattie I., Fraser C. 1982. The effect in ewes of source and level of dietary protein on milk yield, and the relationship between the intestinal supply of non-ammonia nitrogen and the production of milk protein. Anim. Prod. 34:31-40.
30. Greenhalgh J.F.D., Reid G.W. 1973. The effects of pelleting various diets on intake and digestibility in sheep and cattle. Anim. Prod. 16:223-233.
31. INRA. 1987. Alimentation des ruminants: revision du systèmes et des tables de l'INRA. Bull. Tech. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix, INRA, (70).
32. INRA. 1988. Alimentation des bovins, ovins & caprins. INRA, Paris.
33. Leclerc B. 1985. Utilisation du maquis Corse par des caprins et des ovins. II - Comparaison du regime des ovins ed des caprins. Acta Oecologica Applicata, 6 (4):303-314.
34. Licitra G., Campo P., Carpino S., Lanza M., Van Soest P.J. 1997a. Adeguamento del valore energetico degli alimenti al variare del livello nutritivo nelle vacche da latte. Atti X Congresso Nazionale A.S.P.A.: 119-124.
35. Licitra G., Carpino S., Campo P., Biondi L., Fox D.G. 1997b. Frazioni azotate e fattori di riduzione della degradabilità ruminale al variare del livello nutritivo nelle vacche da latte. Atti X Congresso Nazionale A.S.P.A.: 111-117.
36. Ligios S., Molle G., Casu, S., Nuvoli G. 1995. Validation de la methode de l'eau lorde pour estimer la composition corporelle des brebis au paturage. Options Mediterraneennes - Series Seminaries: 75-84.
37. Louca A., Mavrogenis A., Lawlor M.J. 1974. Effects of plane of nutrition in late pregnancy on lamb birth weight and milk yield in early lactation of Chios and Awassi sheep. Anim. Prod. 17: 341-349.
38. Lynch G.P., Elsasser T.H., Jackson C.J., Rumsey T.S., Camp M.J. 1991. Nitrogen metabolism of lactating ewes fed rumen-protected methionine and lysine. J. Dairy Sci. 66:2268-2276.
39. Mertens D.R. 1983. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Proceed. Cornell Nutrition Conference, Ithaca, New York: 60-68.
40. Mertens D.R. 1985. Factors influencing feed intake in lactating dairy cows: from theory to application using neutral detergent fiber. Proceed. 1985 Georgia Nutr. Conf.:1-18.
41. Mertens D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation, and utilisation. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA:450-493.
42. Mertens D.R., Ely, L.O. 1982. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization: a dynamic model evaluation. J. Anim. Sci. 54:895-905.

43. Molle G., Branca A., Casu S., Landau S. 1998. Alimentazione e riproduzione nella pecora: preparazione alla monta e primi tre mesi di gravidanza. L'allevatore di ovini e caprini, 15 (12):6-10.

44. Molle G., Sanna A. 1992. Tecniche di allevamento degli ovini da latte. In "Ovinicoltura", Unione Nazionale Associazioni Produttori ovi-caprini: 141-159.

45. Moore L. A. 1964. General principles involved with ruminants and effect of feeding pelleted or wafered forage to dairy cattle. J. Anim. Sci. 23: 230-238.

46. Mould F.L., Ørskov E.R., Gauld S.A. 1983. Associative effects of mixed feeds. II. The effect of dietary addition of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley. Anim. Feed Sci. Technol. 10: 31-47.

47. NRC. 1985. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press, Washington, D.C., USA.

48. NRC. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press, Washington, DC, USA.

49. Oltner R., Wiktorsson H. 1983. Urea concentrations in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. Livest. Prod. Sci. 10:457-467.

50. Ørskov E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. J. Anim. Sci. 63:1624-1633.

51. Paladines O. L., Reid, J. T., Van Niekerk, B. D. H., Bensadoun, A. 1964. Energy utilization by sheep as influenced by the physical form, composition and level of intake of diet. J. Nutrition 83: 49-64.

52. Parra R. 1978. Comparison of foregut and hindgut fermentation in herbivores. In: The Ecology of arboreal folivores. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.: 205.

53. Peel C.J., Bauman D.E. 1987. Somatotropin and lactation. J. Dairy Sci. 70: 474-486.

54. Pilla A.M., Taibi L., Dell'Aquila S. 1993. Consumo di alimenti e composizione della dieta ingerita da pecore da latte alimentate ad libitum per quantità e qualità. Zoot. Nutr. Anim., 19:221-226.

55. Pilla A.M., Taibi L., Dell'Aquila S. 1994. Alimentazione delle pecore da latte: produzione e composizione del latte, fabbisogni. Atti della Giornata Scientifica "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini". 24 novembre, Bella (PT), Italy. Sess. 1:7.1-7.12

56. Pulina G., Cannas A., Rassu S.P.G., Rossi G. 1995. Effect of fibre and protein content of a complete pelleted feed on lactating dairy ewes. Agr. Med. 125: 115-120.

57. Pulina G., Rossi G., Cannas A., Papoff G., Campus R. 1990. Effetto del contenuto proteico della razione sulla produzione e sulla qualità del latte di pecore di razza Sarda. Agricoltura Ricerca, 105: 65-70.

58. Pulina G., Serra A., Cannas A., Rossi G. 1989. Determinazione e stima del valore energetico di latte di pecore di razza sarda. Atti S.I.S.VET. 43:1867-1870.

59. Robertson J.B., Van Soest P.J. 1975. A note on digestibility in sheep as influenced by level of intake. Anim. Prod. 21:89-92.

60. Robinson J.J. 1987. Energy and protein requirements of the ewe. In: Recent advances in animal nutrition - 1987. Edited by Heresign, W., Cole, D.J.A., Butterworths, London: 187-204.

61. Robinson J.J. 1987. Nutrition of housed sheep. In: New techniques in sheep production. Edited by Marai, I.F., Owen, J.B., Butterworths, London:175-188.

62. Robinson P.H., Sniffen, C.J., Van Soest, P.J. 1985. Influence of level of feed intake on digestion and bacterial yield in the forestomachs of dairy cattle. Can. J. Anim. Sci., 65:437-444.

63. Ronchi B., Bernabucci U., Bertoni G. 1993. Valutazione comparata del metodo body condition score (BCS) nelle razze ovine Sarda e Lacaune. Atti S.I.S.VET. 47:1985-1989.

64. Roseler D.K., Ferguson J.D., Sniffen C.J., Herrema J. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. J. Dairy Sci. 76:525-534.

65. Rossi G., Serra A., Pulina G., Cannas A., Brandano P. 1991. L'utilizzazione di un alimento unico pellettato (Unipellet) nell'alimentazione delle pecore da latte. I. influenza della grassatura e del livello proteico sulla produzione quanti- qualitativa di latte in pecore di razza sarda. Zoot. Nutr. Anim. 17: 23-34.

66. Russel A.J.F., J.M. Doney, Gunn R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. J. agric. Sci., Camb. 72:451-454.

67. Secci M. 1999. Relazione tra urea nel latte e contenuto proteico della razione nei ruminanti. Tesi di Laurea, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Sassari.

68. Serra A., Calamari L., Cappa V., Cannas A., Rossi G. 1990. Trial on use of a complete pelleted feed (unipellet) in lactating ewes: metabolic profile results. Studi Sassaresi, sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 34:13-21.

69. Serra F., Cannas A., Pulina G. 1998. Alimentazione degli ovini da latte: il razionamento. L'allevatore di ovini e caprini, 15 (4):1-5.

70. Serra A., Vallebella R., Cannas A., Rossi G. 1990. L'impiego di un alimento unico pellettato (Unipellet) nell'alimentazione delle pecore da latte. Atti S.I.S.VET. 44: 1507-1512.

71. Stern D., Adler J.H., Tagari H., Eyal E. 1978. Responses of dairy ewes before and after parturition to different nutritional regimes during pregnancy. II. Energy intake, bodyweight changes during lactation and milk production. Ann. Zootech. 27: 335-346.

72. Teixeira A., R. Delfa Colomer-Rocher F. 1989. Relationships between fat depots and body condition score or tail fatness in the Rasa Aragonesa breed. Anim. Prod. 49:275-280.

73. Ubertalle A., Fortina R., Battaglini L.M., Mimosi A., Profiti M. 1998. Effect of protein degradability on urea nitrogen in sheep milk. Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia. 49 (2):67-81.

74. Uden P., Rounsaville T.R., Wiggans G.R., Van Soes P.J. 1982. The measurement of the liquid and solid digesta ritention in ruminants, equines and rabbits given timothy (Phleum pratense) hay. Br. J. Nutr. 48:329-339.

75. Uden P., Van Soest P.J. 1982. Comparative digestion of timothy (Phleum pratense) fibre by ruminants, equines and rabbits. Br. J. Nutr. 47:267

76. Van Soest P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY.

77. Van Soest P.J., Fox, D.G.1992. Discounts for net energy and protein -fifth revision. Proceed. Cornell Nutrition Conference, Ithaca, New York: 40-68.

78. Van Soest P.J., McCammon-Feldman B., Cannas A.1994. The feeding and nutrition of small ruminants:application of the Cornell discount system to the feeding of dairy goats and sheep. Proceed. Cornell Nutrition Conference, Ithaca, New York: 95-104.

79. Vipond J.E., Hunter E.A., King M.E. 1985. The utilization of whole and rolled cereals by ewes. Anim. Prod. 40: 297-301.

80. Welch J.G. 1982. Rumination, particle size and passage from the rumen. J. Anim. Sci. 54:885-894.

81. Zygoyiannis D., Stamataris C., Friggens N.C., Doney J.M., Emmans G.C.1997. Estimation of the mature weight of three breeds of Greek sheep using condition scoring corrected for the effect of age. Anim. Sci. 64:147-153.

Capitolo 6

ALIMENTAZIONE E RIPRODUZIONE

Salvatore Pier Giacomo Rassu*, Giuseppe Enne*, Sebastiano Ligios, Giovanni Molle****
**Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari*
***Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna, Località Bonassai, Olmedo (Sassari)*

La pecora

L'alimentazione rappresenta uno dei più importanti fattori che influenzano tutti gli stadi riproduttivi della pecora, dalla comparsa della pubertà al numero di agnelli prodotti nel corso dell'intera carriera produttiva.
Uno degli aspetti interessanti è che le esigenze nutritive, sia nel periodo della monta che nei primi tre mesi della gestazione, non sono elevate, contrariamente a quanto si verifica a fine gestazione e durante la lattazione, in particolare nella prima parte di quest'ultima, durante la quale l'animale perde inevitabilmente peso. Ciò comporta, soprattutto nella pecora allevata estensivamente, una ciclicità nell'accumulo e nell'utilizzazione delle riserve corporee, da cui dipende il raggiungimento di soddisfacenti risultati produttivi e riproduttivi. A tal proposito, la valutazione delle riserve corporee, effettuata attraverso la stima dello stato di ingrassamento (BCS o Body Condition Score), rappresenta ormai, anche nella pecora da latte, un parametro indispensabile per la gestione del razionamento alimentare nelle diverse fasi fisiologiche.[2,52]

6.1. Alimentazione e pubertà

Anche negli ovini, il primo evento che caratterizza la carriera riproduttiva può essere considerato il manifestarsi della pubertà (1° calore), ossia della capacità di riprodursi; quanto più essa è anticipata, tanto più ridotto è il periodo di vita improduttivo che intercorre tra la nascita ed il primo parto.
Nell'agnella, il raggiungimento di un adeguato peso corporeo costituisce il più importante fattore di variazione dell'età alla quale diviene pubere; nonostante esistano notevoli differenze razziali, le agnelle sono in genere puberi quando hanno raggiunto il 60% circa del peso corporeo che avranno da adulte.[19,23,30]

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 167-200

L'influenza dell'alimentazione sulla pubertà si verifica durante tutta la fase di crescita delle agnelle: infatti, quelle con una crescita lenta nei primi due mesi di vita sembrano essere meno fertili e prolifiche di quelle ben alimentate. Al contrario, una crescita troppo rapida nel periodo pre-puberale, durante il quale si ha anche una più consistente formazione dei tessuti mammari, qualora comporti un eccessivo accumulo di grasso corporeo, può causare disfunzioni a livello ovarico, con effetti negativi sull'attività riproduttiva[45,73] e, successivamente, anche sulla produzione lattea.[4]
L'integrazione alimentare con concentrati (200-500 g /capo d), a partire dallo svezzamento e sino alla monta oppure ad un anno di età, di razioni base di fieno e/o fieno e pascolo, comporta quasi sempre una migliore efficienza riproduttiva delle agnelle, che si traduce in un anticipo della pubertà e in una maggiore fertilità e prolificità.[1,29,33,81] Al contrario, restrizioni nutritive in fase di crescita, sia energetiche che proteiche, sembrano essere la causa principale del ritardo della pubertà. Questa infatti si manifesterebbe ad un'età maggiore, come conseguenza del ritardato raggiungimento del peso soglia indispensabile per dare avvio al processo riproduttivo:[7] la sottonutrizione darebbe luogo ad una minore pulsatilità dell'LH, senza compromettere la secrezione dell'FSH.[27]
L'alimentazione influenza l'accrescimento, e quindi il raggiungimento della pubertà, non soltanto in funzione dei nutrienti apportati, ma anche in relazione alla possibile presenza negli alimenti di composti secondari ad azione anti-nutrizionale. Alcuni fitoestrogeni, quali la genisteina e la biocianina, contenuti nel trifoglio sotterraneo avrebbero azione anabolizzante;[43,62,63] queste sostanze stimolerebbero la secrezione degli ormoni dell'accrescimento, quali il somatotropo (GH) e le somatomedine (IGF-1), nonchè la sintesi proteica a livello cellulare.[51]
Infatti, accrescimenti maggiori sono stati ottenuti su agnelle di razza Sarda che pascolavano su trifoglio sotterraneo, rispetto alle coetanee che utilizzavano un pascolo di medica od avena; tuttavia, nonostante tutte le agnelle avessero raggiunto già all'età di 7 mesi un peso di kg 30 circa, superiore a quello considerato come peso soglia alla pubertà per la razza Sarda pari a 26 kg,[16,46] l'attività sessuale si è manifestata solo a partire dall'8° mese (agosto), con i primi parti nel mese di gennaio all'età di 13 mesi.[64]
Gli effetti dell'alimentazione sulla pubertà sono talvolta confusi con quelli del fotoperiodo. Questi due fattori possono interagire con risultati sulla precocità sessuale positivi (alimentazione adeguata e fotoperiodo corto nel periodo della monta) o negativi (quando almeno uno dei fattori è limitante).

6.2. Alimentazione e tasso di ovulazione

Il tasso di ovulazione, ossia il numero di ovocellule per pecora, è correlato al numero potenziale di agnelli che una pecora può partorire. Non tutte le ovocellule daranno luogo ad agnelli; tuttavia, maggiore è il tasso di ovulazione, più elevate sono le probabilità di ottenere parti gemellari che si traducono di norma in maggiori produzioni di carne e latte.[18,67,68]

Il tasso di ovulazione è un parametro particolarmente sensibile agli effetti dell'alimentazione.

Il tempo impiegato da un follicolo per passare dal suo stadio primordiale a quello di ovulazione è di circa 180 giorni. I fattori che entrano in gioco in questo processo sono numerosi e la loro interazione complessa. L'accrescimento follicolare è, infatti, caratterizzato da una serie continua di modificazioni durante le quali vengono acquisite delle proprietà, che costituiscono una sorta di "lascia-passare" per lo stadio successivo sino all'ovulazione; senza queste proprietà il follicolo è destinato a divenire atresico e quindi a soccombere. L'ormone follicolo stimolante (FSH) è il principale fattore di regolazione del tasso di ovulazione, intervenendo sull'accrescimento follicolare quando i follicoli hanno raggiunto un diametro superiore ai 2 mm. È probabile che i follicoli presenti nelle ovaie abbiano una diversa sensibilità all'azione dell'FSH e che questa sia modulata da fattori paracrini ed autocrini di controllo presenti nelle ovaie.[14,78,79]

L'alimentazione interverrebbe sul tasso di ovulazione, con un'azione non univoca; infatti, sia il peso che lo stato nutrizionale alla monta, così come il regime alimentare cui sono soggetti gli animali nelle ultime settimane prima dell'accoppiamento, sono fattori in grado di provocare sensibili variazioni del tasso di ovulazione.

Tali effetti possono essere così schematizzati:[37,86]

- "effetto statico" dovuto al peso corporeo (peso vivo al netto del contenuto digestivo) ed al BCS delle pecore alla monta o all'inseminazione, che riflettono lo stato nutrizionale degli animali, con particolare riferimento al bilancio energetico (Figure 6.1 e 6.2);
- "effetto dinamico", esercitato dalle variazioni del peso corporeo e del BCS nel periodo precedente la monta o l'inseminazione (2-3 settimane), che rappresenta le variazioni dello stato nutrizionale degli animali nel medio periodo (Figura 6.2);
- "effetto immediato", che riflette nell'arco di pochi giorni (4-6 giorni) l'esito dell'apporto di nutrienti che non si traducono in variazioni di peso o di condizione corporea (Figura 6.2).

Gli studi sull'effetto statico hanno evidenziato una correlazione positiva tra

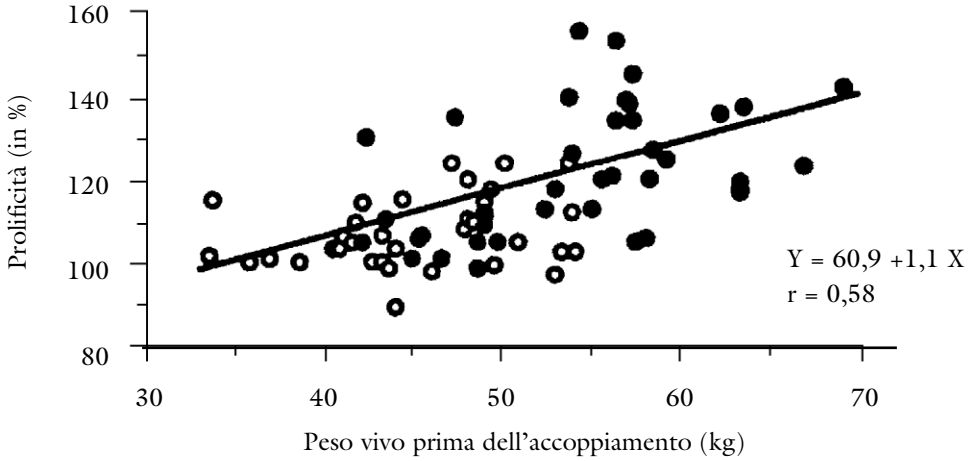


Figura 6.1 - Relazione tra peso corporeo all'accoppiamento e prolificità nelle pecore di razza Merino.[39]

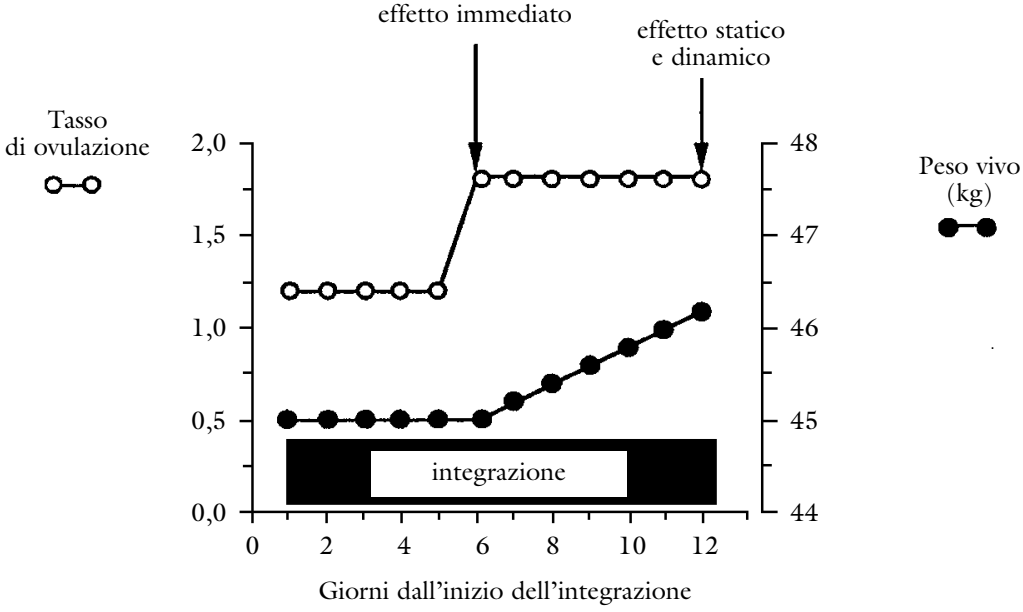


Figura 6.2 - Relazione tra effetto immediato dell'alimentazione e gli effetti statici e dinamici del peso vivo sul tasso di ovulazione.[86]

peso corporeo e tasso di ovulazione, ma solo al di sopra di una soglia minima di peso che dipende dalla razza considerata;[26,41] al di sopra di tale soglia sia Lindsay et al.[40] che Morley et al.[57] hanno rispettivamente evidenziato, nella razza Merino, incrementi del tasso di ovulazione dell'1,2% e del 2% per ogni chilo addizionale di peso corporeo.

Gli effetti dinamici - che nella pratica derivano dall'applicazione della tecnica alimentare del flushing - sono risultati meno ripetibili di quelli statici.

Il peso corporeo e lo stato nutrizionale degli animali alla monta influenzerebbe il numero di follicoli (diametro maggiore di 2 mm) sensibili all'azione dell'FSH per l'accrescimento finale; il flushing, invece, agirebbe sui follicoli che hanno già avviato tale processo.[71]

Lindsay e Martin[41] ipotizzano che questi effetti altro non sono che il frutto di un unico meccanismo di controllo del tasso di ovulazione, in cui effetto statico e dinamico sono la stessa risposta fisiologica misurata in tempi diversi rispetto all'inizio dell'integrazione alimentare. Tutto sarebbe legato al bilancio nutrizionale netto, dato dalla somma delle fonti nutritive endogene (processi catabolici a carico delle sostanze di riserva) ed esogene, derivanti dall'utilizzazione degli alimenti.[74]

L'effetto immediato (4-6 giorni), ottenuto in numerose ricerche con la somministrazione di lupino, può essere il risultato sia di un'azione diretta che indiretta da parte dell'alimento, mediata dalle gonadotropine. L'aumento dell'ingestione proteica ed energetica comporterebbe l'incremento della concentrazione ematica di insulina e di IGF che agirebbero nel follicolo, a livello di cellule della granulosa, favorendone la formazione di recettori per l'LH e quindi l'attività ovulatoria. Inoltre, a livello ipotalamo-ipofisario, gli aminoacidi aromatici (triptofano, fenilalanina, e tirosina) potrebbero alterare, essendone i precursori, le concentrazioni dei neurotrasmettitori (dopamine, epinefrine, etc.), influenzando la regolazione ipotalamica della secrezione delle gonadotropine.[86]

Nonostante resti ancora molto da chiarire sul ruolo svolto dall'apporto energetico e proteico,[74] molti studiosi hanno concentrato l'attenzione sulle proteine; infatti buoni risultati sono stati ottenuti a seguito dell'integrazione con lupino e più recentemente con farina di soia[9,21,53,54] che sono caratterizzati da una elevata quota di proteine a potenziale degradabilità ruminale medio-bassa.

Altri studi sembrano dimostrare, per contro, che il tasso di ovulazione è innalzato da tutti i nutrienti capaci di aumentare la quantità di energia disponibile per l'animale, sia che questa derivi da fonti dirette, quali i carboidrati strutturali e conseguentemente l'acetato, o da fonti che diano luogo alla gluconeogenesi, come le proteine o il proprionato.

Pertanto, nonostante l'energia e la proteina siano in grado di influenzare in

modo indipendente il tasso di ovulazione, i risultati migliori si otterrebbero con il contemporaneo aumento di entrambi i principi nutritivi (Figura 6.3), con effetti più evidenti quando si supera una soglia minima di ingestione proteica stimata, in pecore da carne in asciutta, in 125 g/capo/d di proteina digeribile.[86] Restrizioni alimentari nel periodo riproduttivo sarebbero in grado di alterare l'accrescimento follicolare, dando origine ad un follicolo dominante di dimensioni inferiori e meno persistente.[60]

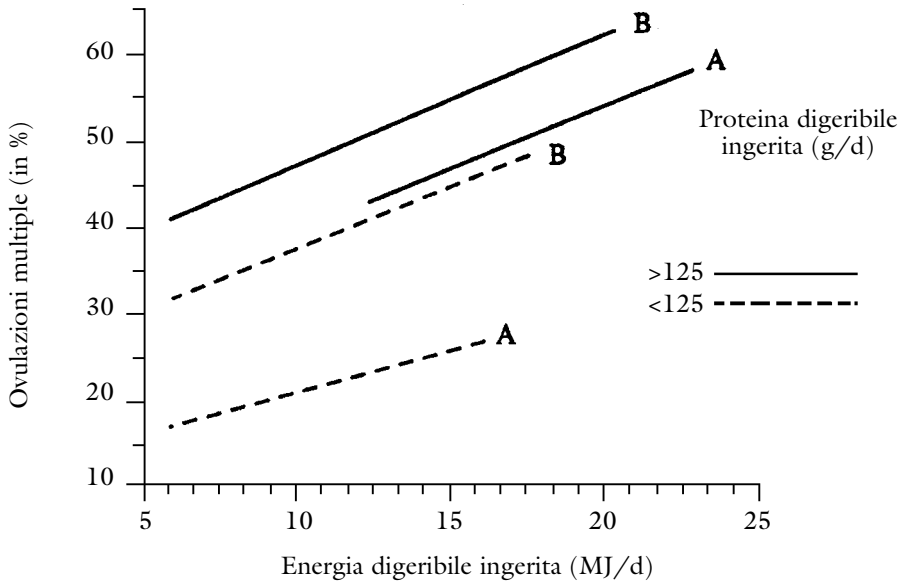


Figura 6.3 - Effetto dell'ingestione dell'energia digeribile e della proteina digeribile sulla percentuale di pecore con ovulazioni multiple, in due studi A e B[86]

6.3. Alimentazione e gestazione

6.3.1. Fase iniziale della gestazione (1° mese)

La gestazione è una fase molto importante del processo riproduttivo in quanto impegna l'animale per un tempo abbastanza lungo (5 mesi), con rischi di perdite che possono compromettere, totalmente o parzialmente, l'efficienza riproduttiva della pecora. La gran parte di queste perdite[a] si verificano nella prima fase della gravidanza, soprattutto nel primo mese, durante il quale avviene l'impianto permanente dell'embrione in utero. Tale periodo può essere distinto in due parti:

1. fase di pre-impianto (10 giorni), in cui alla fecondazione dell'uovo segue lo sviluppo della blastocisti, la crescita ed il trasferimento dell'embrione dagli ovidutti nell'utero. La totale perdita di blastocisti ed embrioni in questa fase consentono alla femmina di manifestare il calore alla fine del normale intervallo;
2. fase di attecchimento od impianto (20 giorni), durante il quale si instaura il legame madre embrione attraverso la formazione della placenta. Le perdite embrionali che si verificano in questa fase non consentono alla pecora di ripresentare il calore al compimento del normale ciclo estrale, ma ben oltre i 19 giorni dal precedente estro.

Tra i fattori che influenzano l'efficienza riproduttiva, il tasso di ovulazione è considerato una delle più importanti cause di variazione della sopravvivenza embrionale: infatti, esiste una relazione negativa tra numero di corpi lutei (quale indice del numero di oociti che arrivano nelle tube e quindi potenziali embrioni) e la probabilità di sopravvivenza embrionale (Tabella 6.1), che si riduce dell'8% circa per ogni embrione aggiuntivo che arriva in utero.[31]

Tabella 6.1 - Probabilità di sopravvivenza embrionaria in funzione del tasso di ovulazione in pecore accoppiate naturalmente[31]

n. di corpi lutei	Probabilità di sopravvivenza	n. animali
2	0,82	5069
3	0,74	884
4	0,65	270
5	0,55	91
6	0,45	38

Per ciò che concerne gli effetti dell'alimentazione, sino a qualche anno fa gli studi sono stati concentrati sull'ultima parte della gravidanza durante la quale è maggiore l'accrescimento del feto. Proprio per questo, nel razionamento degli animali, è ancora norma comune considerare esigenze di gestazione soltanto quelle relative agli ultimi 45-50 giorni. Tuttavia, tenuto conto anche che gran parte delle perdite si verificano nel primo mese di gestazione, gli effetti dell'alimentazione sulla sopravvivenza embrionale e sullo sviluppo della placenta non possono che essere di grande importanza per ottenere buoni risul-

[a] *Nel caso di pecore in monta naturale si sono registrati valori pari a 10÷15% e 10÷25% di mortalità embrionale nei primi 20 giorni, rispettivamente nel caso di ovulazione singola o gemellare.*[89] *In pecore sottoposte ad inseminazione strumentale le perdite di uova ed embrioni sono molto più elevate: nella pecora Sarda ad esempio esse oscillano in media tra 44%*[9] *e 50%.*[8]

tati riproduttivi, anche se questo è un tema alquanto dibattuto e molto ancora resta da conoscere.
Sia la carenza di energia (livello nutritivo inferiore al 50% del mantenimento) che il suo eccesso (livello nutritivo pari al 200% del mantenimento), limitati alle prime 3 settimane di gestazione, sono in grado di provocare perdite embrionali che, pur non superando il 15%, risultano sempre superiori nel caso delle ovulazioni multiple rispetto alle singole.[24]
Negli ultimi anni hanno assunto maggiore importanza gli effetti negativi della sovralimentazione, anche di breve durata, piuttosto che quelli della iponutrizione, soprattutto se quest'ultima non si protrae per lungo tempo. Gli eccessi alimentari ridurrebbero la sopravvivenza degli embrioni, sia per l'effetto negativo che le elevate concentrazioni di glucosio esercitano sul loro sviluppo, come osservato in prove di maturazione *in vitro*,[60] sia per l'azione indiretta, mediata dalla riduzione della concentrazione ematica di progesterone. L'aumento del peso del fegato, e quindi dell'attività epatica conseguente alla maggiore ingestione alimentare, provoca un maggiore catabolismo di questo ormone, non compensato da incrementi di secrezione da parte del corpo luteo tali da mantenere l'omeostasi e quindi la prosecuzione della gestazione.[60,65] Nella specie ovina, gli embrioni sono molto sensibili alla riduzione della concentrazione ematica di progesterone nelle 48 h comprese tra l'11° ed il 12° giorno post-concepimento (fase di annidamento), durante le quali sono state osservate le maggiori perdite.[65]
Recenti studi condotti sugli ovini mostrano quindi come incrementi di apporti energetici e proteici, positivi per la dinamica follicolare sino all'ovulazione, possano essere negativi per la sopravvivenza embrionale (Figure 6.4 e 6.5). Ad esempio, l'incremento del livello energetico e, in determinate condizioni, anche degli apporti proteici comportano un aumento del tasso di ovulazione, ma nel contempo possono predisporre a riduzioni anche drastiche della sopravvivenza embrionale.
Per quanto attiene alla componente azotata, nei ruminanti grande importanza è stata attribuita agli effetti negativi esercitati dalle elevate concentrazioni di urea ematica sulla fertilità, specie nei bovini.
Elevate concentrazioni di azoto ureico nel plasma o nel latte - prodotto a livello epatico dalla metabolizzazione dell'ammoniaca in eccesso proveniente dal rumine - di norma riflettono condizioni di eccesso proteico nella razione oppure uno squilibrio tra proteina degradabile ed energia fermentescibile a livello ruminale.[15]
In realtà non all'urea, ma all'ammoniaca (sotto forma di ione ammonio) pos-

sono essere imputati la maggior parte degli effetti negativi sulla sopravvivenza embrionale.[85,88] L'ammoniaca può influenzare l'efficienza riproduttiva alterando l'ambiente uterino, in particolare modificandone il pH: studi condotti sull'efficienza delle tecniche di *embryo-transfer* in ovini, hanno evidenziato che questo composto agisce soprattutto sullo sviluppo follicolare e sulla maturazione finale degli ovociti, dando origine ad embrioni di pessima qualità,[25] con conseguente aumento della mortalità, come pure a fenomeni di gigantismo fetale con maggiori probabilità di mortalità perinatale sia dell'agnello che della madre.[49] Nei bovini è stato osservato che gli effetti negativi sopra descritti sono maggiori quando ad una elevata concentrazione di urea si associa una carenza energeti-

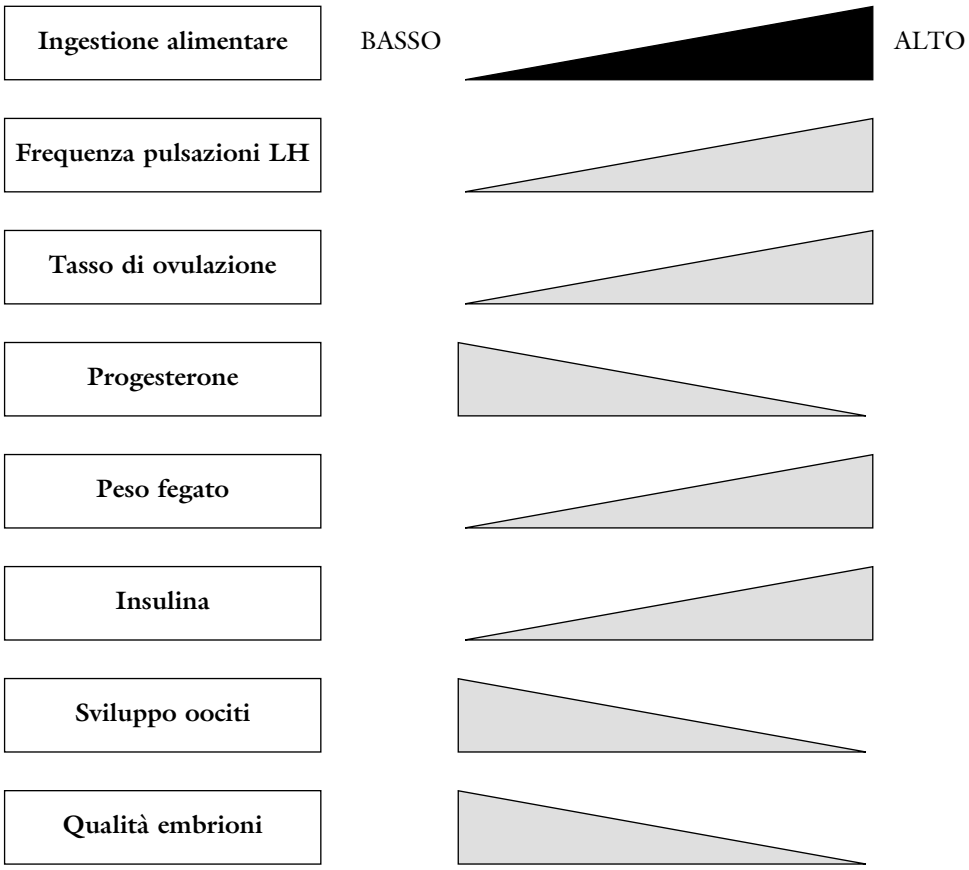


Figura 6.4 – Effetti del basso o dell'alto livello energetico sui parametri riproduttivi[60]

ca, situazione frequente negli animali di elevato livello produttivo nei primi due mesi di lattazione. Negli ovini da latte invece il fenomeno potrebbe avere un diverso meccanismo poiché, nelle condizioni tradizionali di allevamento, l'accoppiamento avviene quando le pecore sono nella fase finale della lattazione o in asciutta, ossia quando l'animale ha fabbisogni più limitati e, di norma, non dovrebbe trovarsi in condizioni di deficit energetico.
Di fatto, recenti lavori hanno evidenziato che in pecore sottoposte a inseminazione strumentale si è verificata un'associazione negativa, anche se non strettissima, tra fertilità e concentrazione di urea nel latte individuale (> 56 mg/dl),[9] in pecore al pascolo su prati irrigui ricchi di leguminose, o nel latte massale (> 45 mg/dl),[56] in greggi al pascolo su foraggiere in asciutto ed in irriguo.

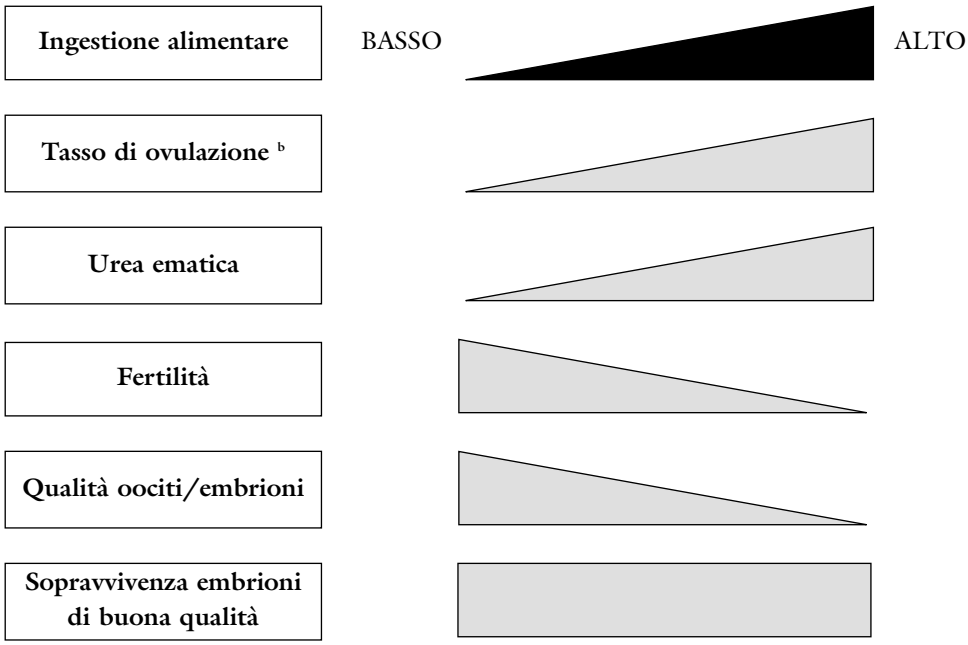


Figura 6.5 - Effetti della bassa od alta ingestione di proteina grezza sui parametri riproduttivi[60]

b Effetti positivi dell'apporto di proteine a degradabilità potenziale medio-bassa (lupino e f.e. soia) in pecore in monta. Vedasi anche Figura 6.3.

6.3.2. Fase intermedia (2°-3° mese) e finale (4°-5° mese) di gestazione

Lo stadio dello sviluppo placentare (30°-100° giorno di gestazione) è importantissimo in quanto i due terzi delle variazioni del peso alla nascita degli agnelli è attribuibile alle variazioni del peso della placenta.[72] Il periodo di maggiore sensibilità è compreso tra il secondo e terzo mese, durante il quale la placenta manifesta un'elevata attività proliferativa e di accrescimento, sino a raggiungere il 10% del peso dei feti a termine. L'effetto dell'alimentazione è in relazione al peso ed allo stato corporeo nonchè all'età della pecora. Infatti, mentre negli animali adulti in buone condizioni nutrizionali all'accoppiamento, una leggera ipoalimentazione comporta un maggiore sviluppo della placenta, viceversa nelle agnelle oppure in adulte con uno scadente stato corporeo nel periodo della monta si ha un minore accrescimento placentare.

Anche se alcune ricerche hanno evidenziato che le perdite di peso (fino al 20% in pecore da carne al pascolo), possono essere efficacemente compensate in tarda gravidanza da piani alimentari adeguati senza alcun effetto negativo sul peso alla nascita degli agnelli,[10,35] importanti relazioni sono state osservate tra condizione corporea della madre al 100° giorno di gestazione e quella dell'agnello alla nascita (Figura 6.6): il 48-80% delle variazioni del peso alla nascita degli agnelli dipenderebbe dalle variazioni del peso vivo della madre nel periodo compreso tra il 30° ed il 100° giorno di gestazione.[34]

Il fatto che in alcune ricerche non si sia manifestato un calo del peso degli agnelli alla nascita a seguito di denutrizione in questo stadio di gestazione sembra correlato con le perdite di feti (aborti precoci), che permettono una parziale compensazione nella crescita di quelli sopravvissuti,[70] oppure con la capacità della madre a mobilizzare le proprie riserve, sempre che la carenza alimentare della prima parte della gestazione sia compensata da una integrazione nell'ultima parte.[28]

Per contro, una minore sopravvivenza fetale è stata registrata, negli ultimi due mesi di gestazione, in pecore alimentate con razioni a livello nutritivo molto più elevato rispetto ai fabbisogni, sia a metà che a fine gravidanza. Tali condizioni possono essere poi causa di inappetenza negli animali[35] e possono sfociare in fenomeni di steatosi epatica e tossiemia gravidica nella fase finale della gravidanza.

Nell'alleviare gli effetti negativi dell'ipoalimentazione durante la fase intermedia di gestazione, l'apporto di aminoacidi sembrerebbe più importante di quello di energia: infatti, le esigenze giornaliere in azoto del feto in questa fase sarebbero pari a 18 mg/kg di peso secco del feto, rispetto ai 4-6 mg dell'ultimo terzo della gestazione.[72]

Per quanto riguarda l'apporto di proteina a fine gravidanza (110-140° giorno) è stato osservato che la ritenzione di azoto nell'utero gravido e nei tessuti materni aumenta con l'aumentare dell'ingestione giornaliera di proteina grezza (80, 140 e 215 g/ capo/d). In particolare, nelle pecore alimentate con bassi o medi livelli proteici, si ha una perdita di sostanze azotate della carcassa, parzialmente compensata dall'accumulo a livello di visceri e di mammella; nelle pecore alimentate con 215 g/capo/d di proteina grezza, si ha ritenzione anche a livello di carcassa. I muscoli scheletrici, pertanto, rappresenterebbero il principale sito di riserva delle proteine labili, a cui l'animale ricorre nei casi di carenza azotata per nutrire il feto limitandone gli effetti negativi.[50]

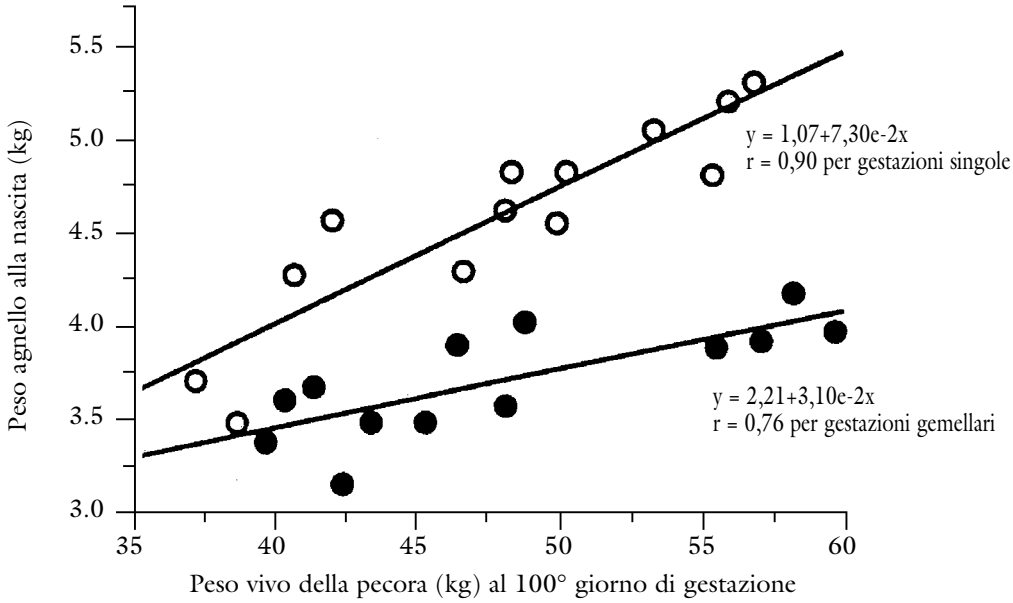


Figura 6.6 - Relazione tra il peso corporeo delle pecore al 100° giorno di gestazione ed il peso alla nascita dei loro agnelli.[34]

Un ruolo importante nel limitare i danni della ipoalimentazione, sembra giocare l'ormone lattogeno placentare (ormone prodotto dal corion, con azione simile all'ormone somatotropo), il quale potrebbe avere il ruolo di regolatore dell'accrescimento del feto, deviando la circolazione del glucosio materno. Le sue concentrazioni aumentano con l'aumentare del numero di feti e del peso

della placenta: una elevata correlazione è stata trovata, infatti, tra peso e concentrazione dell'ormone nel feto per cui questa variabile rende conto (da sola od associata al peso placentare) rispettivamente del 50% e dell'81% della variabilità osservata nel peso del feto.[82]
A tal proposito, importanti relazioni sono state trovate tra il peso della placenta a fine gestazione ed il peso del feto (Figura 6.7): per ogni 100 g di incremento in peso placentare quello del feto aumenta di circa 560 g.[34]

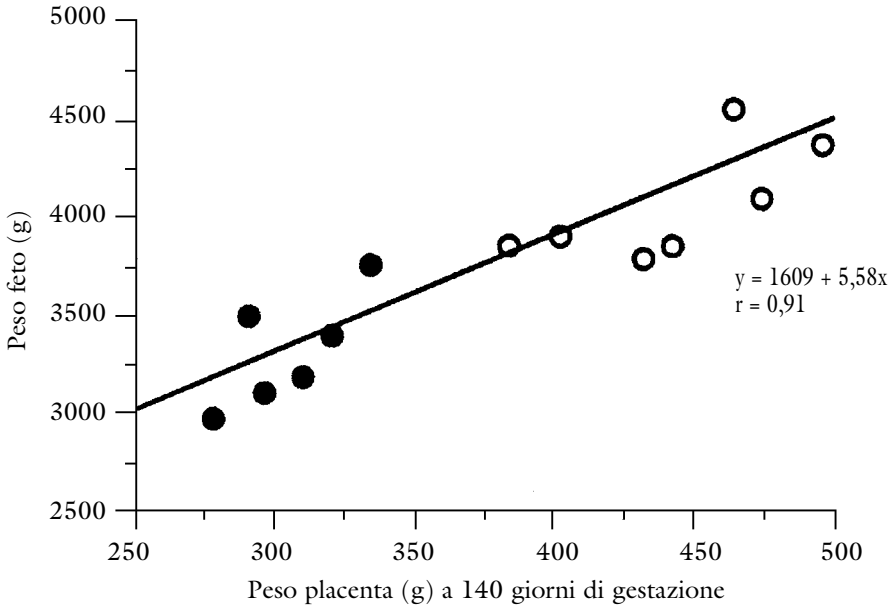


Figura 6.7 - Relazione tra peso della placenta, a 140 giorni di gestazione, e peso del feto in gravidanze singole (●) e gemellari (○).[34]

Per l'adozione di adeguati piani alimentari durante la gestazione è importante non soltanto la conoscenza dello stadio (inizio, metà o fine gestazione), ma anche quella del numero di feti gestanti, che di norma può essere rilevato, con buona precisione, mediante indagine ecografica a partire dal 30° giorno.

6.4. Tecniche di alimentazione

Per quanto attiene alle tecniche di alimentazione da adottare ai fini riproduttivi, è necessario fare una distinzione tra pecore in monta e pecore sottoposte ad inseminazione strumentale.

6.4.1. Pecore in monta

Per ottenere un buon risultato riproduttivo, nelle pecore al pascolo, è importante fare ricorso all'impiego di un indicatore del loro stato nutrizionale, il BCS. Anche per gli animali in riproduzione infatti, questo parametro, di facile rilevazione in pieno di campo, consente di applicare alcuni standard cui attenersi:

- evitare forti cali di peso corporeo nella fase intermedia di lattazione in quanto, come osservato nella pecora di razza Sarda,[53,55] BCS inferiori a 2,5, conseguenti ad una sottonutrizione protratta per periodi più lunghi di un mese, possono comportare oltrechè una riduzione della fertilità, una minore prolificità e concentrazione dei parti;
- raggiungere e mantenere livelli di BCS pari a 3,0-3,5 nel periodo di introduzione degli arieti nel gregge e non scendere al di sotto di 2,5 nei primi mesi di gestazione.

In condizioni sub-ottimali è importante quindi incrementare l'apporto energetico (+30-50% del mantenimento) almeno 2-3 settimane prima dell'immissione dei maschi nel gregge, applicando la tecnica del flushing. Ciò può essere ottenuto aumentando le dosi di foraggio, in particolare di erba quando possibile, o ricorrendo alla somministrazione di concentrati, oppure combinando le due tecniche in funzione delle disponibilità aziendali.

Ad esempio, l'integrazione proteica (a bassa o media degradabilità ruminale), in pecore allevate su pascoli scadenti di graminacee in fase di spigatura, può agire positivamente sul tasso di ovulazione e sulla prolificità. A tal proposito, buoni risultati hanno fornito sia la somministrazione di lupino (g 400-500 capo/d) che di farina di estrazione di soia (g 200-300 capo/d),[53] anche limitatamente al periodo di sincronizzazione degli estri.[54]

Nel caso di animali che nel periodo della monta pascolano su stoppie di cereali, l'integrazione con concentrati potrebbe essere inizialmente trascurata, in quanto le pecore utilizzano efficacemente i residui della granella presenti in campo. Al fine di regolarne il consumo e consentire l'adattamento dei microrganismi ruminali al nuovo regime alimentare, è però opportuno che gli animali vengano immessi nel campo gradualmente con l'adozione della tecnica del pascolamento ad ore. Per ottimizzare l'utilizzazione di questa fonte alimenta-

re, diffusa in ambiente mediterraneo, sarebbe utile integrare le razioni base con alimenti proteici e con lievito di birra.
Nel caso in cui le pecore siano alimentate con foraggi freschi, l'apporto proteico non costituisce di norma il fattore limitante; questo dovrà essere regolato in funzione della qualità e della quantità di erba ingerita, nonché delle esigenze nutritive delle pecore, le quali probabilmente sono ancora in produzione.
In queste condizioni, la concentrazione di urea nel latte, che rappresenta un ulteriore indicatore di errori alimentari nel periodo riproduttivo, dovrebbe prudenzialmente oscillare entro valori compresi tra 30 e 50 mg/dl. L'integrazione alimentare in questo caso dovrà essere basata sull'impiego di carboidrati e proteine a degradabilità medio-bassa, al fine di evitare disincronie nella cinetica ruminale che potrebbe provocare incrementi improvvisi di ammoniaca non necessariamente evidenziabili dai livelli di urea nel plasma o nel latte.[84] Ne consegue che per evitare tali rischi, nel periodo immediatamente successivo all'immissione degli arieti, il pascolamento di leguminose in irriguo dovrà costituire una quota minoritaria della razione.
In tutti i casi è opportuno evitare le brusche riduzioni di apporti alimentari che talvolta vengono adottate nella stagione estiva per accelerare la messa in asciutta delle pecore ancora in produzione.

6.4.2. Pecore sottoposte ad inseminazione strumentale

Questo aspetto merita un discorso a parte, in quanto:

- le relazioni tra alimentazione e risposte riproduttive sono meno definite rispetto alle pecore in monta, per effetto di ulteriori fattori ambientali che possono intervenire nell'influenzare il risultato dell'inseminazione;[77]
- il tasso di ovulazione (1,8-2,0) e la perdita di ovociti ed embrioni, nei primi giorni successivi all'inseminazione, sono più elevati rispetto alle condizioni della monta;[8,9]
- l'effetto della somministrazione delle gonadotropine (PMSG), normalmente utilizzate nei trattamenti di sincronizzazione degli estri, è addittivo o sinergico (Figura 6.8) al livello nutritivo ed allo stato nutrizionale (e quindi al BCS).[80]

In pecore grasse o sovralimentate (sottoposte a flushing) questa sinergia può condurre a tassi di ovulazione "non sostenibili" per le razze italiane, quale la Sarda, e comportare l'incremento delle perdite embrionali e fetali.

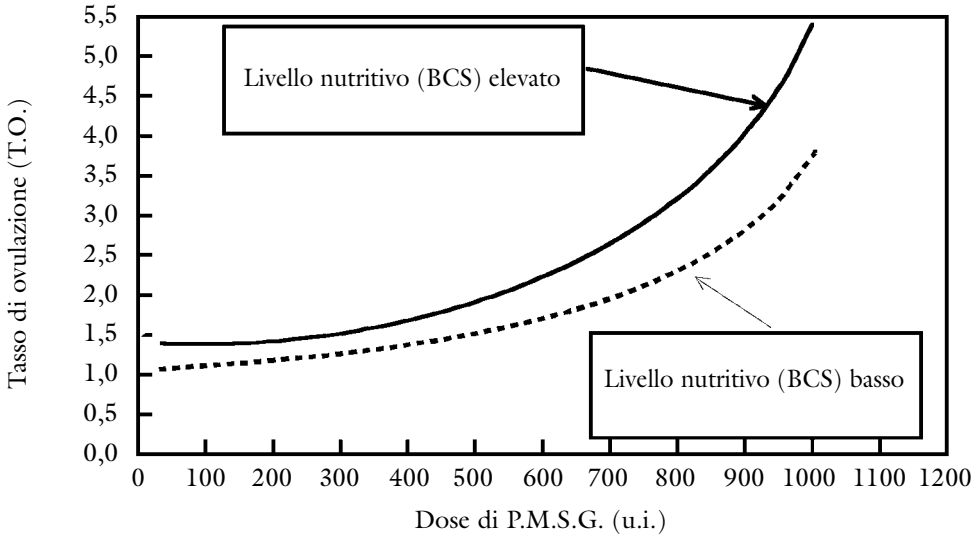


Figura 6.8 - Relazione tra tasso di ovulazione (T.O.) e dose di P.M.S.G. in pecore sottoposte a regimi alimentari differenziati per livello nutritivo o BCS.[56]

Per queste ragioni nel caso di pecore con BCS≥3,0 è sconsigliabile la tecnica del flushing che può ridurre la fertilità ed innalzare la frequenza dei parti tripli e quadrupli, con conseguente aumento dei livelli di mortalità perinatale e messa rischio della salute delle pecore plurigestanti. Allo stesso tempo in pecore a BCS<2,5 (molto magre) e con elevata produzione di latte si registra un aumento dei casi di infertilità; questo effetto negativo non può essere attenuato neanche con l'incremento del livello nutritivo della razione nelle ultime due settimane prima dell'inseminazione.

L'obiettivo del razionamento alimentare nelle settimane che precedono la inseminazione è quello di far raggiungere agli animali una condizione corporea soddisfacente (BCS 2,75-3,0), e di adottare il flushing soltanto sulle pecore che presentano valori di condizione corporea compresi tra 2,5 e 2,75. Nel caso invece di pecore troppo grasse (BCS>3,25) o troppo magre (BCS<2,5) il trattamento alimentare deve essere praticato almeno 6 settimane prima della inseminazione strumentale, con due diversi obiettivi: nel primo caso, si deve tendere ad un leggero dimagrimento, da interrompere almeno 15 giorni prima della inseminazione per non compromettere la fertilità. Nel secondo caso si deve raggiungere un valore di BCS di almeno 2,50-2,75 per ottenere tasso di ovulazione di almeno 2 ovociti per pecora.[9]

Per quanto attiene la nutrizione azotata i valori ottimali di urea nel latte di massa - che consentono di evitare i problemi della bassa prolificità, causata da una ipoalimentazione azotata, e della mortalità embrionale, provocata dall'eccesso di azoto - sono compresi tra 25 e 45 mg/dl.[56]
Le indicazioni relative alla nutrizione energetica e proteica per le pecore avviate alla inseminazione, sono sintetizzate nello schema riportato in Figura 6.9.

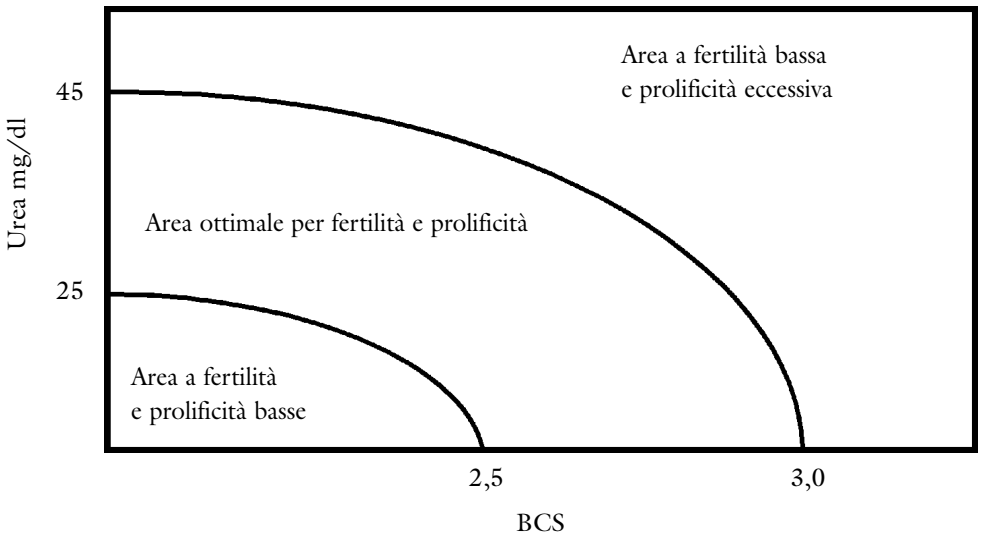


Figura 6.9 - Schema relativo ai livelli orientativi di BCS (individuale) ed urea (dato medio di gregge) consigliati in ovini sottoposti ad inseminazione strumentale.

Per questi animali, più che per quelli avviati alla monta, l'alimentazione durante i primi 3 mesi di gravidanza deve essere tale da evitare brusche variazioni dello stato corporeo (variazioni >0,25 BCS) sia in riduzione che soprattutto in aumento.
Repentini incrementi di BCS successivi alla inseminazione strumentale possono condurre infatti a perdite embrionali e fetali importanti, qualunque sia il livello di BCS alla inseminazione[56] per effetto della già citata riduzione della concentrazione di progesterone associata all'eccesso energetico.[66]

L'ariete

L'ariete è coinvolto nel processo riproduttivo sia direttamente con la monta, che indirettamente con la produzione di sperma da utilizzare nella inseminazione strumentale. Qualunque sia la forma di impiego degli arieti ai fini riproduttivi, grande importanza assume la produzione quanti - qualitativa del materiale seminale, nonché la conoscenza dei fattori che la condizionano. Tra questi l'alimentazione riveste un ruolo primario e ancora poco noto in quanto costituisce un capitolo particolare e per certi versi a se stante dell'alimentazione degli ovini. Normalmente, infatti, nel gregge il rapporto arieti/pecore è di circa 1/30–1/40 per cui, considerata la consistenza media del gregge negli allevamenti da latte, solo in rari casi si registra una presenza superiore ai 20 arieti. In ragione del loro esiguo numero gli arieti, quando non sono impegnati nella stagione di monta, sono spesso gestiti insieme a varie categorie di pecore, quali ad esempio quelle lontane dal parto, le agnelle d'allevamento, etc., per cui ad essi non viene riservata, se non in rare occasioni, una razione specifica.
Anche la ricerca, che spesso ha fatto ricorso per le prove di nutrizione a soggetti maschi castrati, ha trascurato gli studi sugli arieti interi; le poche indicazioni esistenti concordano nell'attribuire a questi animali un fabbisogno di mantenimento più elevato di circa il 10–15% rispetto alle femmine.[4]
Il diffondersi della inseminazione strumentale negli ovini da latte ha portato alla creazione di centri di raccolta del seme ove vengono allevate molte decine (e talvolta centinaia) di arieti. In questi centri si è accumulata una esperienza empirica nella gestione e nell'alimentazione di questa particolare categoria di animali, e nonostante la quasi totale assenza di una specifica base sperimentale, la tecnica adottata riesce a garantire buoni risultati operativi, sia in termini di accrescimento dei soggetti, sia in termini di quantità e qualità del seme prodotto, sia infine in termini di sopravvivenza e longevità funzionale degli animali più interessanti dal punto di vista del valore genetico.

6.5. Produzione di spermatozoi

6.5.1. Spermatogenesi

La *spermatogenesi* è il processo durante il quale nel testicolo, a partire da una cellula indifferenziata diploide (spermatogonio), si ha la produzione di 8 spermatozoi (aploidi). La maturazione degli spermatozoi prosegue durante l'attra-

versamento dell'epididimo e dei dotti deferenti; essi acquistano infine la capacità fecondante (capacitazione) solo nelle vie genitali femminili. La caratteristica di questo processo è che la sua durata è costante e non può essere modificata da nessun trattamento, né di tipo alimentare né di tipo ormonale.
Nel maschio la produzione degli spermatozoi, avviene infatti in maniera continua nei tubuli seminiferi (cellule del Sertoli) contenuti nel parenchima testicolare, a partire dalla pubertà - la quale viene raggiunta a 100-150 giorni di età, anche se la presenza di spermatozoi vivi nell'eiaculato si riscontra ad un'età leggermente maggiore[87] - sotto il controllo ormonale esercitato dall'unità ipotalamo-ipofisi, mediante la produzione degli ormoni GnRH, FSH ed LH, e dalle cellule di Leydig presenti nel tessuto interstiziale, mediante la produzione di testosterone.[83]
Nell'ariete il tempo richiesto per la produzione di uno spermatozoo fecondante è di 49 giorni, con piccolissime variazioni, suddivisibile nelle seguenti fasi: *31 giorni* sono necessari per la prima fase che dallo spermatogonio porta alla formazione degli spermatidi e alla liberazione nel lume del tubulo seminifero degli spermatozoi; *3,5 giorni* vengono impiegati per raggiungere la testa dell'epididimo; gli ultimi *14 giorni* vengono impiegati dallo spermatozoo per l'attraversamento dell'epididimo.[38] Le prime due fasi non sono modificabili, contrariamente al transito nell'epididimo che può essere ridotto di 1-2 giorni, aumentando l'intensità di utilizzazione degli arieti; questa pratica è comunque da evitare, in quanto può condurre alla eiaculazione di un materiale seminale non adeguatamente maturo.
La conoscenza della durata della spermatogenesi nell'ariete è di notevole importanza ai fini pratici, poiché implica che per poter migliorare la produzione quanti-qualitativa di sperma è necessario intervenire almeno 7-8 settimane prima della data prevista dell'impiego dell'ariete, qualunque sia il trattamento effettuato.

6.5.2. Quantità di sperma prodotto

La spermatogenesi è un processo continuo caratterizzato da una produzione spermatica giornaliera per grammo di testicolo abbastanza costante (20 milioni al giorno), indipendentemente dalle dimensioni testicolari.[13,38,48] Poiché la produzione spermatica è strettamente correlata con la massa testicolare, la conoscenza di questo parametro assume rilevante importanza nella valutazione della capacità riproduttiva degli arieti. Per ovviare alla difficoltà del rilevamento del peso effettivo dei testicoli sugli animali vivi, sono stati messi a punto due metodi indiretti di facile applicazione ed abbastanza precisi che consistono:

- nell'impiego dell'orchimetro, strumento empirico a forma di collana, costituita da perle di legno di diverse dimensioni, ciascuna delle quali corrispondente ad un preciso volume testicolare, e della contemporanea palpazione testicolare attraverso il quale è possibile stimare il volume dei testicoli;
- nel rilievo delle principali misure testicolari, quali il volume testicolare, la circonferenza dello scroto, il diametro dei testicoli, misure strettamente correlate con il peso testicolare e quindi con la produzione spermatica (Tabella 6.2).

*Tabella 6.2. - Equazioni per la stima del peso dei testicoli(in g) negli arieti (peso = a+b * parametro)*

Razza	**a**	**b x**	**Parametro**	**r**
Sarda[69]	47,02	0,94	VT (ml)	0,99
	-1331	56,49	CS (cm)	0,95
Varie[59]		0,0211	$CS^{2,89}$ (cm)	0,93
		6,12	$DT^{2,32}$ (cm)	0,90
Romney[36]	11,57	0,41	VS (ml)	0,94
	-373,11	21,66	CS (cm)	0,92
	-218,17	88,64	DT (cm)	0,92
Merino[42]	-323,72	22,592	CS (cm)	0,74

CS = circonferenza scroto contenente i due testicoli, rilevata nel punto di massima larghezza;
VT = volume complessivo dei due testicoli privati dello scroto, rilevato attraverso il volume di acqua eliminata da un contenitore di capacità nota dopo la loro immersione;
VS = volume scroto contenente i due testicoli, rilevato attraverso il volume di acqua eliminata da un contenitore di capacità nota dopo la sua immersione;
DT = diametro del singolo testicolo, misurato nel punto di massima larghezza (contenente lo scroto).

Grande importanza assume lo sviluppo testicolare degli arieti nella fase di crescita ai fini della stima della loro potenzialità riproduttiva e dell'individuazione del raggiungimento della pubertà: infatti, essa si manifesterebbe nel periodo in cui l'accrescimento dei testicoli è massimo,[75] che nella razza Awassi corrisponde all'età di 7-9 mesi.[75] Tenuto conto che l'accrescimento dei testicoli segue l'andamento di quello corporeo, è stata evidenziata la possibilità di stimare nei giovani i principali parametri testicolari in funzione dell'età e del peso degli animali (Tabella 6.3).

Tabella 6.3 - Equazioni di regressione per la stima dello sviluppo testicolare in funzione dell'età (in mesi) e del peso corporeo (in kg) in arieti di razza Awassi.[75]

Parametro	Equazione	R^2
Circonferenza	y = 2,27 + 1,1 età + 0,77 peso corporeo	0,90
Lunghezza	y = -0,41 + 0,26 età + 0,33 peso corporeo	0,87
Larghezza	y = 0,71 + 0,053 età + 0,16 peso corporeo	0.45
Volume	y = -167 + 21,8 età + 7,57 peso corporeo	0,85

6.6. Alimentazione e riproduzione negli arieti

L'alimentazione rappresenta uno dei più importanti fattori in grado di influenzare la capacità degli arieti a produrre spermatozoi: i testicoli, infatti, sono molto sensibili agli stimoli nutritivi, sia positivi che negativi, ai quali rispondono abbastanza rapidamente variando le loro dimensioni.
Le dimensioni testicolari, e quindi la produzione giornaliera di spermatozoi, variano in armonia con il variare del peso corporeo degli animali: ad un incremento del 32% del peso, in animali alimentati con razioni ad elevato contenuto nutritivo (oltre 2 volte il mantenimento), è conseguito un aumento del volume testicolare del 67%.[61] Un aspetto interessante è che, in arieti al pascolo, l'attività testicolare, intesa come volume testicolare e secrezione ormonale, è molto attiva già a partire dalla primavera - inizio estate quando le disponibilità alimentari ed il peso vivo raggiungono i loro valori massimi.[41] L'attività sessuale degli arieti, intesa come interesse sessuale alla femmina e produzione quanti - qualitativa del materiale seminale, raggiunge il culmine in autunno.[17,44]
L'alimentazione è in grado di modificare, oltrechè le dimensioni testicolari, anche l'efficienza con la quale vengono prodotti i gameti. È stato dimostrato che l'entità di variazione della produzione spermatica è nettamente superiore a quella della massa testicolare: infatti, ad accrescimenti delle dimensioni testicolari del 25% è corrisposto un incremento dell'81% della produzione spermatica.[47]
Diversi studi sono stati condotti nel tentativo di scoprire quali specifici costituenti della razione erano in grado di influenzare la capacità riproduttiva degli arieti. La restrizione alimentare prolungata fino a 3 mesi tale cioè da comportare una riduzione del grasso corporeo a meno del 12% del peso causa, rispetto ad animali con un contenuto in grasso compreso tra il 25 ed il 49%, un

decremento del peso testicolare, una riduzione del diametro dei tubuli seminiferi, un minore numero di nemaspermi presenti nell'epididimo e una minore motilità degli spermatozoi eiaculati.[12]
La produzione giornaliera di spermatozoi sarebbe influenzata, più che dall'incremento di proteina ingerita, dall'entità dell'energia digeribile da sola od in associazione a quella proteica.[12] In particolare, gli acidi grassi volatili (e non il glucosio), derivanti dalla degradazione ruminale, sembrerebbero essere gli elementi chiave nel determinare effetti della nutrizione sulla capacità riproduttiva degli arieti.[47]
Queste osservazioni trovano riscontro scientifico nelle importanti relazioni (Tabella 6.4) esistenti fra alcuni parametri nutrizionali (ingestione di energia e proteina), il peso corporeo e le sue variazioni, e le dimensioni testicolari e le sue variazioni.[58]

Tabella 6.4. - Relazione tra nutrizione e capacità riproduttiva degli arieti.[58]

Parametro		Variabili indipendenti	r
VPV (g/d)	=	-286,7 + 26,7 IED –0,2 IPG	0,85
VPV (g/d)	=	-263,5 + 23,2 IED	0,85
VCS (mm/d)	=	$-0{,}92 + 9{,}73 \times 10^{-2}$ IED $-2{,}02 \times 10^{-3}$ IPG	0,82
VCS (mm/d)	=	$-0{,}69 + 6{,}22 \times 10^{-2}$ IED	0,61
VCS (mm/d)	=	$4{,}70 - 4{,}75 \times e^{-0{,}0042VPV}$	0,86
VVT (ml/d)	=	-294 + 27,8 IED –0,26 IPG	0,93
VVT (ml/d)	=	-272 + 23,6 IED	0,93
VVT (ml/d)	=	$10{,}15 - 10{,}26 \times e^{-0{,}00102VPV}$	0,52

VPV = variazione peso vivo; VCS = variazione circonferenza scroto; VVT = variazione volume testicoli; IED = ingestione energia digeribile (MJ/d); IPG = ingestione proteina grezza (g/d)

A conferma di quanto detto in precedenza, nelle equazioni riportate in Tabella 6.4 l'impiego del parametro quantità di proteina grezza ingerita con la razione, quale variabile indipendente, non apporta un ulteriore contributo ai fini dell'attendibilità delle equazioni, nelle quali i parametri riproduttivi degli arieti (variazione della circonferenza scrotale e del volume dei testicoli) possono essere valutati semplicemente attraverso le informazioni derivanti dall'energia digeribile ingerita.
Molti studiosi concordano sul fatto che l'ingestione di elevate quantità di

proteina non è necessaria ai fini del miglioramento della produzione spermatica: infatti, gli effetti positivi derivanti dalla somministrazione di elevate quantità di lupino - caratterizzato dall'alta concentrazione energetica (16,4 MJ/kg SS) e proteica (337,5 g PG/kg SS) - osservati in numerosi studi scientifici, sarebbero dovuti al maggiore apporto in amminoacidi glucogenetici di cui tale alimento è ricco.[6]

L'energia non avrebbe effetti diretti sulla spermatogenesi o sulla produzione di testosterone, ma influenzerebbe questi parametri indirettamente agendo sulla secrezione di gonadotropine.[12]

Tuttavia, la risposta dell'organismo all'integrazione alimentare non è univoca ma triplice, in quanto si osserva l'aumento:[6] a) della frequenza delle pulsazioni dell'LH, evidente dopo soli 2-3 giorni dall'inizio dell'integrazione, ma non più osservabile dopo 3-4 settimane; b) della concentrazione di FSH, rilevabile dopo circa 10 giorni, che si mantiene a livelli elevati per diverse settimane; c) delle dimensioni testicolari, le quali iniziano ad evidenziarsi dopo 2 settimane. L'ipotesi è che l'effetto dell'alimentazione sull'accrescimento testicolare dipenda in parte dagli ormoni gonadotropi ipotalamo-ipofisari (GnRH, LH ed FSH) ed in parte da meccanismi non ancora spiegati, che sembrerebbero agire per altre vie come conseguenza del diverso stato nutrizionale, coinvolgendo altri ormoni, quali l'insulina, la somatotropina, le somatomedine, la prolattina. Questi ormoni, per i quali sono stati individuati dei recettori nei testicoli, potrebbero agire promuovendo la divisione cellulare e la produzione di steroidi.[3,6]

Nonostante l'ariete ponga meno problemi delle femmine sotto l'aspetto nutrizionale, le limitate conoscenze non consentono di definire in modo preciso le esigenze energetiche e proteiche degli arieti nel periodo riproduttivo.

Infatti, la carenza di studi scientifici specifici, fa sì che l'alimentazione degli arieti sia spesso basata sull'esperienza, più che sull'applicazione di tecniche di alimentazione collaudate; talvolta i dati disponibili fanno riferimento ad arieti appartenenti a razze diverse o ad animali confinati, per i quali le esigenze di mantenimento sono diverse rispetto a quelle di un ariete al pascolo durante il periodo di monta. Di norma i diversi sistemi di stima (AFRC, CSIRO, INRA, NRC) si limitano soltanto all'indicazione di tali esigenze attraverso la determinazione dei fabbisogni energetici e proteici di mantenimento, aumentati di una quota del 20-40% in funzione della tecnica di utilizzazione riproduttiva degli arieti (monta libera, controllata, arieti confinati).

6.7. Alimentazione degli arieti nei centri di inseminazione strumentale

Tenuto conto della carenza di informazioni specifiche è opportuno riportare alcune esperienze maturate nei centri di produzione di materiale seminale per l'inseminazione strumentale.
Nel centro di produzione del seme di "Le Bourguet" in Aveyron (Francia) la razione giornaliera degli arieti di razza Lacaune (peso corporeo 100–110 kg) a riposo, è costituita da circa 1,8 kg di fieno di prato naturale e medica di primo sfalcio e da 0,5 kg di concentrato commerciale; nel periodo di prelievo vengono, invece, somministrati giornalmente 1,6 kg circa di fieno di medica e 0,6 kg di concentrato commerciale (Briois, comunicazione personale).
Ulteriori dati sono forniti dall'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna che dispone di un centro di produzione di seme di arieti di razza Sarda. Prove sperimentali condotte nel periodo autunnale hanno messo in evidenza che, indipendentemente dai regimi alimentari adottati (Tabella 6.5), caratterizzati da un diverso apporto nutritivo in funzione delle caratteristiche degli alimenti (Tabella 6.6), nonostante la maggiore ingestione di energia e di proteina rispetto alle indicazioni proposte dall'INRA (Tabella 6.7), gli arieti non mostravano incrementi di peso corporeo

Tabella 6.5. - Regimi alimentari per arieti allevati confinati in gruppo

	n.	Peso vivo (kg)	Trattamento alimentare		
			fieno	concentrato (kg /capo/d)	
Gruppo 1	6	72,4	loglio italico	MCI commerciale	(0,62)
Gruppo 2	5	78,8	loglio italico	MCI commerciale	(0,68)
Gruppo 3	6	67,5	loglio italico	lupino	(0,48)
Gruppo 4	5	78,5	loglio italico	lupino	(0,54)
Gruppo 5	5	65,8	medica	MCI commerciale	(0,59)
Gruppo 6	6	78,5	medica	MCI commerciale	(0,68)

Il fieno ed il concentrato venivano distribuiti due volte al giorno, rispettivamente ad *libitum* ed in forma razionata.

Tabella 6.6. - Caratteristiche chimico-nutrizionali degli alimenti (per kg di SS)

	% SS	% SO	% PG	UFL	PDIN	PDIE
Fieno di loglio	85,0	89,9	9,7	0,67	60	74
Fieno di medica	85,0	90,1	18,9	0,71	121	98
MCI commerciale	87,5	90,0	16,0	1,00	97	99
Lupino	91,9	89,2	32,7	1,12	188	67

Tabella 6.7. - Confronto tra esperienza pratica aziendale e le stime INRA

	Ingestione kg t.q. capo/d		Ingestione fieno (INRA)	Apporti centro capo/d		Stima INRA capo/d	
	fieno	concentrato	kg t.q. capo/d	UFL	g PDI	UFL	g PDI
Gruppo 1	1,31	0,62	1,10	1,29	136	0,90	62
Gruppo 2	1,19	0,68	1,20	1,27	134	0,96	66
Gruppo 3	1,20	0,48	1,10	1,18	105	0,86	59
Gruppo 4	1,23	0,54	1,30	1,26	111	0,96	66
Gruppo 5	1,47	0,59	1,47	1,40	174	0,84	58
Gruppo 6	1,54	0,68	1,80	1,52	187	0,96	66

Gli arieti non ha subito alcuna variazione di peso significativa.

Le differenze tra esperienze di campo e indicazioni INRA, relativamente agli apporti energetici e proteici, potrebbero essere attribuite al fatto che gli animali allevati in gruppo, a differenza di quelli allevati ed alimentati singolarmente, che rappresentano spesso l'oggetto degli studi dai quali scaturisce la stima dei fabbisogni nutritivi, mostrano consumi superiori e rendimenti alimentari più bassi.[22,32]

Questo comportamento è stato anche osservato sia su bovini all'ingrasso, in cui gli animali stabulati collettivamente consumavano circa il 4,7% in più di alimento rispetto ai soggetti allevati singolarmente,[11] sia su vacche da latte, che con la stabulazione libera consumavano il 7% di alimento in più rispetto alle vacche allevate alla posta, senza per questo registrare differenze di peso e di produzione quanti-qualitativa di latte.[20]

Tenuto conto che il sistema di allevamento degli arieti nel centro di riferimento, ma anche in altri, è quasi sempre confinato in locali chiusi, al fine di creare artificialmente un fotoperiodo favorevole, la tecnica unifeed può rappresentare un buon sistema di alimentazione; a titolo di esempio una razione unifeed tipo

può essere costituita da: kg 3,0 di insilato di mais, kg 0,15 di fieno di medica, kg 0,25 di fieno di loglio, kg 0,4 di mangime composto integrato e kg 0,2 di pisello. Con questa forma di somministrazione degli alimenti, gli scarti possono rappresentare il 5-10 % dell'offerto, anche se la gran parte di questi è costituita da tutoli di mais e da steli lignificati.
Il sistema unifeed può essere utilizzato anche per gli agnelli, per i quali la razione somministrata dovrebbe avere una concentrazione energetica e proteica rispettivamente di 0,85 UFL/kg SS e di g 100 PDI/kg SS (Tabella 6.8); trattandosi di animali in crescita, è necessario aggiungere alla razione un integratore minerale e vitaminico (in ragione di g 20 capo/d) ed aumentare progressivamente la quantità di alimento offerta in funzione dell'incremento delle capacità ingestive degli animali, con il vincolo di non somministrare più di g 750-800 capo/d di concentrati.

Tabella 6.8 - Componenti e caratteristiche della miscela unifeed distribuita agli agnelli (per capo /d)

Alimento	t.q. g	ssg	UFL	PDIN g	PDIE g
Fieno medica	110	95	0,06	11	9
Fieno loglio	110	95	0,06	9	8
Silomais	750	230	0,20	16	17
F.e. soia	60	50	0,05	18	12
Mangime c.i.	600	530	0,48	51	52
Totale	1870	1000	0,85	105	99

I futuri riproduttori, normalmente nati a novembre dalle pecore inserite nel piano di miglioramento genetico ed inseminate strumentale nei mesi di maggio e giugno, vengono trasferiti al centro all'età di poco più di due mesi e mezzo quando hanno raggiunto un peso corporeo di circa 20 kg. Questi prima di essere sottoposti al prelievo del seme devono, dopo circa 120 giorni di permanenza al centro, raggiungere un peso di circa 42–43 kg, con un incremento ponderale di g 170 capo/d.
Per quanto attiene i parametri riproduttivi, limitatamente ai parametri quanti-qualitativi del materiale seminale, sostanziali differenze si hanno tra i giovani e gli adulti.
Infatti, nei giovani, per i quali è elevata l'incidenza degli eiaculati scartati, a causa della scarsa concentrazione e motilità spermatica a 6-8 ore dal prelievo,

spesso al di sotto dei valori limite che ne consentono il suo impiego in inseminazione strumentale, il prelievo inizia all'età di 6-8 mesi, con una frequenza di 3 volte alla settimana con un unico salto per volta.
Negli adulti, come precedentemente indicato, lo sfruttamento degli arieti è limitato a 2 salti consecutivi a giorni alterni, al fine di ottenere materiale seminale di elevata qualità, tenuto conto che questo deve essere utilizzato in inseminazione strumentale, il quale subisce riduzione di vitalità dal prelievo alla sua deposizione nell'apparato genitale della pecora.[5]
A titolo di esempio vengono riportati in Tabella 6.9 i valori di alcuni parametri utilizzati per la valutazione quanti-qualitativa del materiale seminale.[76]

Tabella 6.9 - Caratteristiche del seme prodotto da diverse categorie di arieti di razza Sarda

	Agnelloni	**Soggetti di 18 – 20 mesi**	**Adulti > 54 mesi**
Volume per prelievo (ml)	0,83 [a]	1,63 [b]	1,84 [b]
Motilità massale (scala da 0 a 5)	3,27	3,21	3,21
n. di spermatozoi (109xml)	3,77	3,92	3,78
n. di paillettes per prelievo	6,6	14,7	16,1
n. di paillettes per campagna	30,0	207,0	300,0

a) un solo salto
b) totale di due salti consecutivi

Bibliografia

1. Bernabucci U., Ronchi B., Bertoni G. 1991. Il livello nutritivo dallo svezzamento al primo parto in agnelle di razza Sarda.1. Effetti sull'accrescimento e sull'attività riproduttiva. Atti IX Congresso Nazionale ASPA:380-381.
2. Bertoni G. 1988. Come va alimentata la pecora da latte.L'allevatore di ovini e caprini, 5 (9): 1-6.
3. Blache D., Chagas L.M., Blackberry M.A., Vercoe P.E., Martin G.B. 2000. Review: metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. J Rep. Fert., 120(1): 1-11.
4. Bocquier F., Theriez M., Prache S., Brelurut A. 1988. Alimentation des ovins. In: Alimentattion des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris.
5. Bogliolo S., Branca A., Stocchino M.C., Sanna S.R., Del Francia F. 2000. Effetto del trattamento omeopatico costituzionale sulla produzione di materiale seminale di arieti di razza Sarda. Atti convegno: "Allevamento ovino biologico e veterinaria omeopatica". 6 giugno, Asciano – Siena.
6. Boukhliq R., Martin G.B. 1996. Nutrition and reproduction in the ram in a Mediterranean environment. Recent Advances in Small Ruminant Nutrition. Prooc. Sem. FAO-CIHEAM, Rabat (Marocco):227-232.
7. Boulanouar B. 1996. Dietary protein or energy restriction both delay age at puberty in ewe lambs. Prooc. Sem FAO-CIHEAM, Recent advances in small ruminant nutrition, Ed. by Lindberg, Gonda, Ledin, Rabat (Marocco):217-222.
8. Branca A., Gallus M., Pares R., Molle G., Landau S. 1999. Estimation de la perte embryonnaire precoce chez la brebis Sarde apres insemination. Atti del meeting annuale "Rencontres Recherche Ruminant": 222.
9. Branca A., Molle G., Sitzia M., Decandia M., Landau S. 2000. Short-term dietary effects on reproductive wastage after induced ovulation and artificial insemination in primiparous lactating Sarda ewes. Animal Reproduction Science 58:59-71.
10. Brink D.R. 1990. Effects of body weight gain in early pregnancy on feed intake, gain, body condition in late pregnancy and lamb weights. Small Rum. Res., 3:421-424.
11. Broadbent P.J., McIntosh J.A.R., Spence A. 1970. The evaluation of a device for feeding group-housed animals individually. Anim. Prod., 12: 245-252.
12. Brown B.W. 1994. A review of nutritional influences on reproduction in boars, bull and rams. Reprod. Nutr. Dev., 34:89-114.
13. Cameron A.W.N., Tilbrook A.J. 1990. The rate of production of spermatozoa by rams and its consequences for flok fertility. In: Reproductive physiology of Merino sheep. Ed. by Oldham, Martin, Purvis, School of Agriculture (Animal Science) The University of Western Australia:131-141.

14. Campbell B.K., Scaramuzzi R.J., Webb R. 1995. Control of antral follicle development and selection in sheep and cattle. J. Reprod. Fert. Suppl., 49:335-350.
15. Cannas A., Pes A., Mancuso R., Vodret B., Nudda A. 1998. Effect of dietary energy and protein concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. J. Dairy Science, 81:499-508.
16. Cappai P. 1977. Sincronizzazione dei calori negli ovini di raza Sarda. Atti della Tavola Rotonda "La pastorizia oggi". Verona. Ed. Associazione Nazionale della Pastorizia, Roma.
17. Cappai P., Manunta G., Branca A. 1981. Variazioni stagionali delle caratteristiche dell'eiaculato in arieti di razza Sarda, Romanof e meticci Frisona X Sarda. Atti IV Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C.
18. Carta A., Sanna S.R., Casu S. 1996. Relazione tra numero di agnelli allattati e produzione di latte alla mungitura in pecore Sarde. Atti del XII Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C., Varese 22-24 Ottobre: 211-214.
19. Chappel G.L.M. 1993. Nutritional management of replacement sheep utilizing southern forages: A review. J. Animal Sci., 71:3151-3154.
20. Coppock C.E., NollerC.H., Crowl B.W., McLellon C.D., Rhykerd C.L. 1972. Effect of group versus individual feeding of complete rations on feed intake of lactating cows. J. Dairy Sci., 55:325 -327.
21. D'Alessandro A.G., Neri M.G., Nardi A., Corino C., Martemucci G. 2000. Impiego del flushing alimentare nel controllo ormonale degli estri con trattamento di corta durata (5 giorni) in pecore da latte. Atti XIV Congr. Naz. SIPAOC, Vietri, 18-21 ottobre:389-392.
22. D'Hour P., Petit M., Garel J.P. 1991. Components of grazing behaviour of 3 breeds of heifers. Ann. Zootech, 44 (Suppl. 1):270.
23. Dyrmundsson O.R. 1973. Puberty and early reproductive performance in sheep. Animal Breeding Abstracts, 41: 273-289.
24. Edey T.N. 1976. Nutrition and embryo survival in the ewe. Prooc. N.Z. Soc. Anim. Prod., 36:231-239.
25. Fahey J., Boland M.P., O'Callaghan D. 1998. Effect of dietary urea and embryo development in superovulated donor ewes and on embryo survival following transfer in recipient ewes. Proceeding of BSAS (Abs): 182.
26. Fletcher I.C. 1971. Effects of nutrition, liveweight and season on the incidence of twin ovulation in south australian strong-wool Merino ewes. Austr. J. Agric. Res.,22:321-330.
27. Foster D.L., Yellon S.M., Olster D.H. 1985. Internal and external determinants of the timing of puberty in the female. J. Reprod. Fert., 75:327-344.
28. Frutos P., Buratovich O., Giraldez F.J., Mantecon A.R., Wright I.A. 1998. Effects on maternal and foetal traits of feeding supplement to grazing pregnant ewes. Anim. Sci., 66:667-673.

29. Gunn R.G. 1977. The effects of two nutritional environments from 6 weeks pre-partum to 12 month of age on lifetime performance and reproductive potential of Scottish Blackface ewes in two adult environments. Animal Prod., 25: 155-164.

30. Hafez S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of ewes. J. Agric. Sci. Cam., 42:255-265.

31. Hanrahan J.P. 1994. Embryo survival in small ruminants: incidence and sources of variation. 45° Annual Meeting EAAP, Edinburgh.

32. Ingvartsen K.L., Andersen H.R. 1993. Space allowance and type of housing for growing cattle. A review of performance and possible relation to neuroendocrine function. Acta Agric. Scand. Sect. A, Sci., 43:65-80.

33. Kassem R., Owen J.B., Fadel I. 1989. The effect of pre-mating nutrition and exposure to the presence of rams on onset of puberty in Awassi ewes lamb under semi-arid conditions. Animal Prod., 48: 321-335.

34. Kelly R.W., Newnham J.P. 1990. Nutrition of the pregnant ewe. Reproductive Physiology of Merino sheep. Ed. by: Oldham, Martin and Purvis. School of Agriculture (Animal Science) the University of Western Australia:161-168.

35. Kleeman D.O., Walker S.K., Waleley J.R.W., Ponzoni R.W., Smith D.H., Grimson R.J., Seamark R.F. 1993. Effect of nutrition during pregncy on fetal growth and survival in FEC Booroola x South australian Merino ewes. Theriogenology, 39:623-630.

36. Knight T.W. 1977. Methods for indirect estimation of testes weight and sperm numbers in Merino and Romney rams. New Zealand J. Agric. Res.,20:291-296.

37. Landau S., Molle G. 1996. Nutrition effects on fertility in small ruminants with an emphasis on Mediterranean sheep breeding systems. Prooc. Sem FAO-CIHEAM, Recent advances in small ruminant nutrition, Ed. by Lindberg, Gonda, Ledin, Rabat (Marocco):203-216.

38. Lindsay D. 1988. Breeding the flock. Modern research and reproduction in sheep. Ed. Inkata.

39. Lindsay D.R. 1995. The role of management in the control of the estrous cycle. 30° Simp. SIPZOO, Milano 11-12/ settembre: 251-263.

40. Lindsay D.R., Knighy T.W., Smith J.F., Oldham C.M. 1975. Studies in ovine fertility in agricultural regions in Western Australia: ovulation rate, fertiliy and lambing performance. Austr. J. Agric. Res.,: 189-198.

41. Lindsay D.R., Martin G.B. 1994. Feeding and reproduction in sheep. Atti 11° Congr. Naz. SIPAOC, Perugia: 469-478.

42. Lino B.F. 1971. The output of spermatozoa in rams. II Relationship to scrotal circumference, testis weight and the number of spermatozoa in different parts of the urogenital tract. Aust. J. Biol. Sci.: 25:359-66.

43. Lookhart G. 1980. Analysis of cumestrol, a plant estrogen, in animal feed by high-performance liquid chromatography. J. Agr. Food Chem., 28: 666-677.

44. Manunta G., Floris B., Cappai P. 1981. Attività circannuale delle gonadi dell'ariete di razza Sarda. Arch. Vet. Ital.: 1. 32, 103.

45. Manunta G. 1985. L'attività ovarica nella pecora. Atti 39° Conv. S.I.S.Vet.:27-47.

46. Martemucci G., Bellitti E., Toteda F., Manchisi A. 1980. Studio delle prime manifestazioni estrali estrali delle agnelle in relazione al tipo genetico. Ann.Fac.Agr. Bari, 31: 185-200.

47. Martin G.B., Walkden-Brown S.W. 1995. – Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. J. Reproduction and Fertility Suppl., 49:437-449.

48. Martinez J., Limas T., Peron N. 1994. Daily production and testicular and epididymal sperm reserves of Pelibey rams. Theriogenology, 41:1595-1599.

49. McEvoy T.G., Robinson J.J., Aitken R.P., Findlay P.A., Robertson I.S., 1997. Dietary excess of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among surevivos. Reproduction Science 47: 71-90.

50. McNeill D.M., Slepetis R., Ehrhardt R.A., Smith D.M., Bell A.W. 1997. Protein requirements of sheep in late pregnancy: partitioning of nitrogen between gravid uterus and maternal tissues. J. Anim. Sci.,75:809-816.

51. Meyer H.H.D., Stoffel B., Hagen-Mann K. 1995. β-agonist, anabolic steroids and their receptor: new aspects in growth regulation. In: Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction. Prooc. 8° Int. Symp. Ruminant Physiology. Ed. by Engelhardt, Leonard-Marek, Brevs and Giesecke.

52. Molle G., Sanna A. 1992. Tecniche di allevamento degli ovini da latte. In:"Ovinicoltura", U.N.A.P.O.C., Roma: 141-159.

53. Molle G., Branca A., Ligios S., Sitzia M., Casu S., Landau S., Zoref Z. 1995. The effect of grazing background and flushing supplementation on reproductive performance in Sarda ewes. Small Ruminant Research 17:245-254.

54. Molle G., Landau S., Branca A., Sitzia M., Fois N., Ligios S., Casu S. 1997. Flushing with soybean meal can improve reproductive performance in lactating Sarda ewes on mature pasture. Small Ruminant Research 24:157-165.

55. Molle G., Branca A., Casu S., Landau S. 1998. Alimentazione e riproduzione nella pecora: preparazione alla monta e primi tre mesi di gravidanza. L'allevatore di ovini e caprini, 12:6-10.

56. Molle G., Sanna S.R., Ligios S., Branca A., Oppia P., Caria A., Corda A.R., Demuru G., Fressura G., Ruiu G. 2000. Influenza dell'alimentazione sui risultati riproduttivi della pecora Sarda. L'Informatore Agrario, 7:75-81.

57. Morley F.W.H., White D.A., Kennedy P.A., Davis I.F. 1978. Agric. Syst.,3:27.

58. Murray P.J., Rowe J.B., Pethick D.W., Adams N.R. 1990. The effect of nutrition on testicular growth in the Merino ram. Austr. J. Agr. Res., 41:185-195.

59. Notter D.R., Lucas J.R., McClaugherty F.S. 1981. Accuracy of estimation of testis weight from in situ testis measures in ram lamb. Theriogenology, 15(2):227-231.

60. O'Callaghan D., Boland M.P. 1999. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. Animal Science,68:299-314.

61. Oldham C.M., Adams N.R., Gherardi P.B., Lindsay D.R., Mackintosh J.B. 1978. The influence of level of feed intake on sperm producing capacity of testicular tissue in the ram. Austr. J. Agr. Res.,29:173-179.

62. Pace V., Settineri D., Marzoli C. 1994. Effects of natural and synthetic plant oestrogens on rumen fluid degradation of some feedstuffs. Annales de Zootecnie, 43:31S

63. Pace V., Settineri D. 1996. Subterraneum clover extractand phytoestrogens as anabolyzing agents fpr growing mice. Prooc. 4° Int. Feed Prod. Confrence, Piacenza: 451-452.

64. Pace V., Settineri D., Rassu S.P.G. 2000. Trifoglio sotterraneo sulla crescita e la riproduzione di agnelle di razza Sarda. Nota I. 35° Prooc. Int. Symp. Società Italiana Progresso Zootecnia: Produzioni Aniamli di qualità ed impatto ambientale nel sistema mediterraneo, Ragusa:257-265.

65. Parr R.A. 1992. Nutrition-progesterone interaction during early pregnancy in sheep. Rep. Fert. Dev., 4:297-300.

66. Parr R.A., Davis I.F., Fairclough R.J., Miles M.A., 1987. Overfeeding during early pregnancy reduce peripheral progesterone concentration and pregnancy rate in sheep. J. of Repr. and Fert., 80:317-320.

67. Pulina G., Bencini R., Rassu S.P.G. 1996. Relation between birth weight of lambs and milk production in ewes. Agr. Med., 126: 316-319.

68. Pulina G., Cappio-Borlino A., Rassu S.P.G., Salis A.G., Brandano P. 1996. Effetto della gemellarità e dell'ambiente di allevamento sulla produzione di latte in pecore di razza Sarda. Atti XII Congr. Naz. S.I.P.A.O.C., Varese:215-217.

69. Rassu S.P.G., Vallebella R., Doro P., Pulina G. 1995. Relationships between body weight and reproduction in Sarda breed sheep. Reproduction & Animal Breeding Advances and Strategy. Prooc. 30° Intern. Symp. of Società Italiana per il Progresso della Zootecnia. Ed by Enne, Greppi, Lauria:437-438.

70. Rattray P.V. 1992. Nutrition of the ewe during gestation and lactation. Progress in sheep and goat research.Ed by Speedy A.W., Wallingford, UK CAB international:85-106.

71. Rhind S.M. 1992. Nutrition: its effects on reproductive performance and its hormonal control in female sheep and goats. Progress in sheep and goat research. Ed by A.W. Speedy: 25-51.

72. Robinson J.J., Sinclair K.D., McEvoy T.G. 1999. Nutritional effects on foetal growth. Animal Science, 68:315-331.

73. Ronchi B., Subioli G. 1991. Alimentazione corretta, riproduzione efficiente. Informatore Zootecnico,17: 61-65.

74. Rossi G., Cannas A., Macciotta N.P.P., Pulina G., Rassu S.P.G. 1996. Base genetica della prolificità e della stagionalità dei cicli riproduttivi nella specie ovina. La riproduzione in zootecnia. Ed by Enne e Lauria, RAIZ: 101-127.

75. Salhab S.A., Zarkawi M., Wardeh M.F., Al-Masri M.R., Kassem R. 2001. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lamb. Small Ruminant Research 40:187-191.

76. Sanna S.R., Carta A., Casu S. 1995. L'utilizzazione dell'inseminazione strumentale nella razza ovina Sarda. Atti seminario " Miglioramento genetico degli Ovini e dei Caprini: aspetti scientifici e problemi applicativi ". 7 dicembre, Perugia.

77. Sanna S.R., Carta A., Cappai P., Branca A., Festante G., Bitti P.M. 1997. Environmental effects on fertility of artificial inseminated Sarda dairy ewes. Prooc. 48° Meeting of EAAP, Vienna 25-28 August, Abstr.:S5.5.

78. Scaramuzzi R.J., Campbell B.K. 1990. Physiological regulation of ovulation rate in the ewe: a new look at an old problem. Reproductive Physiology of Merino sheep. Ed. by: Oldham, Martin and Purvis. School of Agriculture (Animal Science) the University of Western Australia:71-84.

79. Scaramuzzi R.J., Adams N.R., Baird D.T., Campbell B.K., Dowing J.A., Findlay J.K., Henderson K.M., Martin G.B., McNatty K.P., McNeilly A.S., Tsonis C.G. 1993. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. Reprod. Fert. Dev.,5:459-478

80. Scaramuzzi R.J., Murray J. F., 1994. The nutrient requirements for the optimum production of gametes in assisted reproduction in ruminant animals.10e Reunion AETE – Lyon:. 55-103.

81. Secchiari P., Trimarchi G., Ferruzzi G., Martini A., Pistoia A., Berni P., Luisi M. 1987. Effetti dell'apporto nutritivo della razione sull'inizio della carriera riproduttiva di agnelle Massesi. Zoot. Nutr. Anim., 13: 223.

82. Schoknecht P.A., Nobrega S.N., Petterson J.A., Ehrhardt R.A., Slepetis R., Bell A.W. 1991. Relation between maternal and fetal plasma concentration of placental lactogen and placental and fetal weight in well-fed ewes. J. Anim. Sci., 69:1059-1063.

83. Setchell B.P. 1993. Male reproduction. Reproduction in domesticated animals. Ed. by G.J.King, Elsevier Science Publishers.

84. Sinclair K.D., Sinclair L.A., Robinson J.J. 2000. Nitrogen metabolism and fertlity in cattle: I. Adaptative changes in intake and metabolism to dieta differing in their rate of energy and nitrogen release in the rumen. Journal of Animal Science, 78:2659-2669.

85. Sinclair K.D., Kuran M., Gebbie F., Webb R., McEvoy T.G. 2000. Nitrogen metabolism and fertlity in cattle:II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. Journal of Animal Science, 78:2670-2680.

86. Smith J.F., Stewart R.D. 1990. Effects of nutrition of the ovulation rate of ewes. Reproductive Physiology of Merino sheep. Ed. by: Oldham, Martin and Purvis. School of Agriculture (Animal Science) the University of Western Australia:85-101.

87. Terril C.E. 1975 Sheep. In: Reproduction in farm animals. Ed by Hafez, Lea & Febiger (Philadelphia).

88. Visek W.J. 1984. Ammonia: its effects on biological systems, metabolic hormones and reproduction.Journal of Dairy science 67: 481-498.

89. Wilkins J.F., Croker K.P. 1990. Embryonic wastage in ewes. Reproductive Physiology of Merino sheep. Ed. by: Oldham, Martin and Purvis. School of Agriculture (Animal Science) the University of Western Australia:169-177.

Capitolo 7

L'ALIMENTAZIONE E LA QUALITÀ DEL LATTE

Anna Nudda, Gianni Battacone e Giuseppe Pulina
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

Negli ovini, così come negli altri ruminanti da latte, l'alimentazione è il principale fattore condizionante la produzione oltre che quantitativa anche qualitativa: essa infatti influenza non solo il ritmo di sintesi e di secrezione del lattosio, da cui dipende la produzione quantitativa di latte (v. capitolo 1), ma anche quello degli altri macrocostituenti (grasso e sostanze azotate totali, SAT) e dei microcostituenti (vitamine e, in minor misura, minerali). L'alimentazione è anche responsabile del passaggio nel latte di sostanze aromatiche oppure di composti tossici o indesiderati presenti negli alimenti e costituisce un fattore predisponente all'aumento in esso del contenuto in cellule somatiche e in microrganismi dannosi al processo di conservazione del formaggio. In tal modo, l'alimentazione opera su tutte le caratteristiche casearie del latte: resa alla trasformazione, qualità lattodinamografiche, velocità di maturazione, aspetto, conservabilità e bouquet del formaggio.

7.1. I contenuti lipidico, azotato e in sostanze casearie utilizzabili

Poiché la quasi totalità del latte ovino è trasformato in formaggio, i suoi contenuti in grasso e in SAT sono particolarmente importanti in quanto soprattutto da essi dipende la resa alla caseificazione; nella scotta residuano, infatti, oltre al lattosio non fermentato (il cui contenuto, 5-5,2% è superiore a quello fisiologico del latte per effetto della concentrazione subita dal disaccaride nel processo di caseificazione), circa l'1% di SAT (0,55% di azoto non proteico e 0,55% di azoto proteico) e solo tracce di grasso (Tabella 7.1).

Tabella 7.1 - Composizione media (%) del siero e della scotta di latte ovino[31]

	Acqua	Lipidi	SAT	Lattosio	Ceneri
Siero	91,77	1,25	1,63	4,75	0,62
Scotta	93,14	0,19	1,10	5,14	0,48

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 201-232

Anche se il contributo del grasso nella determinazione delle rese è generalmente inferiore a quello delle SAT,[4,25,88] il fatto che nella scotta si ritrovino circa il 16-18% delle SAT originariamente presenti nel latte fa propendere per conferire uguale peso alle due componenti e proporre un unico parametro di valutazione della qualità del latte in termini di resa alla trasformazione. Questo parametro, indicato come Sostanze Casearie Utilizzabili (SCU) è dato dalla somma algebrica dei contenuti, per litro di latte, di grasso e di SAT espressi in grammi: ad esempio, un latte con il 6,3% di grasso (63 g/l) e il 5,9% di SAT (59 g/l) ha un contenuto in SCU pari al 12,2% (122 g/l).
L'idea di utilizzare un parametro che sommi grasso e SAT per la valutazione del livello produttivo negli ovini da latte non è nuova. Casu[24] e Caroli et al.[20] riferiscono di un indice di Sostanza Utile impiegato per la selezione della razza Lacaune in cui grasso e SAT hanno, però, un peso diverso. Tuttavia, essendo le rese alla trasformazione molto variabili - in quanto dipendono dalle tecnologie impiegate, dagli assortimenti mercantili ottenuti, dai criteri di recupero del siero (ed eventualmente del grasso) e dagli altri numerosissimi fattori che incidono sul processo di caseificazione - l'attribuzione di un peso uguale ai due macrocomponenti sembra quello che più si avvicina (o meno si allontana) da una stima effettiva del valore caseario del latte. Di parere simile sembrano essere Barillet et al.,[4] che considerano il "Taux de Matiere Seche Utile (TMSU)" del latte, ottenuto dalla somma algebrica fra le concentrazioni lipidica e in SAT, un buon predittore della quantità di formaggio Roquefort che può essere ottenuta dal latte di pecore di razza Lacaune.
L'effetto dell'alimentazione sul contenuto in grasso e in SAT è correntemente interpretato sulla base di un paradigma formulato principalmente su sperimentazioni effettuate sulla vacca da latte. Questo modello interpretativo, noto come "teoria classica" del quale in questo paragrafo saranno riportati i principali aspetti, è stato frequentemente impiegato anche nei piccoli ruminanti[9,90] per spiegare le variazioni della qualità del latte in termini di SCU ascrivibili all'alimentazione.

7.1.1. Produzione quantitativa e qualitativa di grasso e SAT

Il contenuto lipidico del latte è influenzato dall'alimentazione sia in termini quantitativi che per la sua composizione acidica.
La percentuale di grasso del latte è, di norma, positivamente correlata con la concentrazione in fibra della razione. Le prove di alimentazione condotte con alimenti tradizionali (fieno e concentrati) su pecore in lattazione[95] hanno consentito di stimare in circa 0,06% l'aumento della concentrazione lipidica per

ogni 1% di incremento in NDF sulla sostanza secca della razione, secondo la relazione (r = 0,48): **G = 4,59+0,055NDF** (in cui è il contenuto lipidico del latte ed NDF è il contenuto in fibra sulla SS della razione, entrambi espressi in %). Tuttavia, come si dirà meglio in seguito, l'aumento dell'NDF è associato di norma alla riduzione della digeribilità e dell'ingeribilità della razione a cui consegue una contrazione della produzione di latte che risulta perciò più ricco in residuo secco. Razioni con insufficiente concentrazione in NDF possono, però, provocare un abbassamento sia della produzione di latte che del contenuto lipidico[29,78,91] per la probabile insorgenza di fenomeni di acidosi ruminale.[100] Il limite ottimale sarebbe collocabile, in linea di massima, fra il 30% ed il 32% di NDF sul secco: al di sopra di questa soglia le sperimentazioni effettuate non hanno evidenziato ulteriori incrementi del contenuto lipidico sebbene sia stato osservato un contemporaneo incremento del tempo di masticazione.

La valutazione degli apporti in fibra della razione deve necessariamente tenere conto, oltre che degli aspetti quantitativi, anche del tipo, della dimensione e della densità delle particelle degli alimenti fibrosi.

Per quanto riguarda il tipo di fibra, quella delle essenze leguminose foraggiere, ed in particolare dell'erba medica, essendo dotata di maggiore digeribilità ruminale, consente livelli di ingestione superiori.[115]

Relativamente alla dimensione della fibra, questa influenza l'attività di masticazione e la velocità di transito ruminale degli alimenti: a parità di concentrazione fibrosa, una riduzione della dimensione delle particelle del fieno comporta, in pecore alimentate con fieno e concentrati, una riduzione dei tempi di masticazione, un incremento dell'ingestione ed uno spostamento delle fermentazioni ruminali verso la produzione di propionato.[17] In particolare, la dimensione e la densità delle particelle degli alimenti spiegano il 25% ed il 75% rispettivamente della variabilità osservata nella cinetica di degradazione e nella velocità di transito degli alimenti. L'indice di ingestione foraggiera,[117] dato dal prodotto fra la lunghezza media delle particelle e l'ingestione di un costituente delle pareti cellulari qual è ad es. l'NDF, applicato in pecore di razza Sarda ha evidenziato una correlazione positiva con il contenuto lipidico del latte.[95]

Fra gli altri fattori in grado di influenzare la percentuale di grasso del latte, assumono una particolare importanza la concentrazione lipidica e la qualità dei grassi della razione, l'impiego di sostanze tampone, la concentrazione proteica della razione e la frequenza dei pasti.

Per quanto riguarda l'apporto dei lipidi con la razione, l'aumento della quantità somministrata, fino al 5-6% della sostanza secca della razione complessiva, provoca un aumento del contenuto lipidico del latte; oltre tale soglia, soprat-

tutto se la frazione lipidica è ricca in acidi grassi insaturi e polinsaturi, può ridurre il contenuto lipidico del latte sia direttamente per l'azione depressiva esercitata sulla attività fermentativa della microflora ruminale sia indirettamente attraverso la riduzione dei meccanismi di sintesi a livello mammario degli acidi grassi a basso peso molecolare e/o alla captazione dei lipidi ematici.
Questo inconveniente è superabile con l'impiego dei grassi ruminoprotetti, presenti naturalmente in alcuni alimenti (soia, cotone e girasole) o ottenuti artificialmente (solitamente miscele di acidi grassi saponificati con calcio), la cui somministrazione alle pecore in lattazione provoca, analogamente a quanto osservato nella vacca da latte, un aumento del contenuto in grasso (Figura 7.1) associato ad una variazione della sua composizione acidica, una riduzione del contenuto in SAT e nessuna influenza sulla ripartizione di queste ultime e sui parametri lattodinamometrici.
Relativamente all'efficienza di questa tecnica, Casals et al.[21] hanno osservato che l'effetto positivo sul contenuto lipidico del latte è maggiormente evidente nella fase iniziale di lattazione, in concomitanza con una minore attività degli enzimi coinvolti nella lipogenesi, ma l'effetto depressivo sulle proteine si manifesta particolarmente in quella finale.

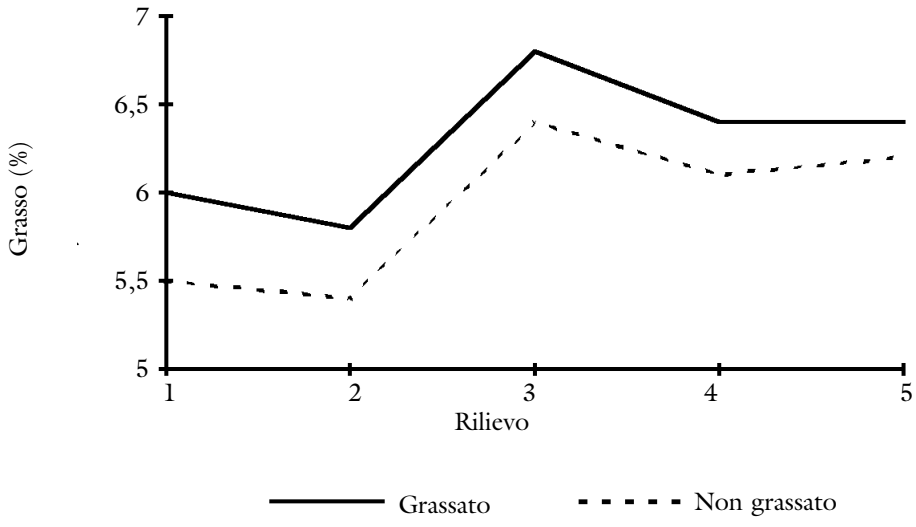


Figura 7.1 - Influenza dell'impiego di grassi ruminoprotetti (4,5% sulla SS della razione) sul contenuto lipidico del latte ovino[101]

L'aggiunta di sostanze tampone (bicarbonato di sodio, carbonato di calcio, ossido di magnesio) può influire positivamente sul contenuto lipidico del latte sia per l'effetto stabilizzante sul pH ruminale che è mantenuto, anche in presenza di dosi elevate di concentrati e di una loro distribuzione irregolare, entro valori ottimali per le fermentazioni cellulosolitiche, sia per la maggiore efficienza di trasporto dei lipidi dall'intestino alla mammella: il primo effetto è stato messo in dubbio da Russel & Chow,[103] secondo i quali le sostanze tampone non modificano il pH ruminale ma, provocando un aumento della pressione osmotica ruminale con conseguente maggiore ingestione idrica che accelera il transito reticolo-omasale dei carboidrati facilmente fermentescibili, determinano semplicemente una minore produzione di propionato.
La concentrazione proteica della razione ha mostrato in alcune sperimentazioni[33,101] una influenza positiva sul contenuto lipidico del latte mentre in altre[32,96] non ha evidenziato alcun effetto significativo; l'impiego di urea come integratore proteico può provocare invece una sua riduzione, associata ad un aumento degli acidi grassi insaturi.[41]
La somministrazione frazionata della razione che, in gran parte delle aziende ovine da latte la cui base alimentare è costituita prevalentemente dal pascolo, si identifica con la somministrazione frazionata dei concentrati, comporta normalmente un aumento del contenuto lipidico del latte probabilmente per effetto di una migliore stabilizzazione del pH ruminale.
La composizione acidica del grasso del latte è influenzata notevolmente dall'alimentazione, che porta alla modificazione della quantità e della qualità dei precursori che saranno successivamente utilizzati nella sintesi mammaria, ed in particolare: dalla concentrazione energetica della razione, dal rapporto (acetato + butirrato)/propionato e dall'ingestione quanti-qualitativa dei lipidi, che sono i fattori di variabilità più importanti.
Per quanto riguarda la concentrazione energetica, razioni ipoenergetiche provocano la mobilizzazione dei lipidi di riserva, determinando un aumento dei grassi ad elevato peso molecolare ed, in particolare, acido stearico, oleico[84, 89,109] e linoleico ed una parallela significativa riduzione degli acidi grassi a catena corta e media.[99] Una significativa riduzione della concentrazione in acidi grassi C4-C10 è stata osservata anche con l'impiego nella razione di pastazzo di agrumi, in sostituzione di granelle di cereali.[42]
Per contro la neosintesi di acidi grassi a basso e medio peso molecolare è favorita da un elevato rapporto (acetato + butirrato)/propionato; tale rapporto, aumenta con la concentrazione fibrosa, diminuisce con la dimensione della fibra e varia col tipo di polisaccaride strutturale della parete cellulare.

L'apporto di acidi grassi a media e lunga catena ruminoprotetti determina nel latte una riduzione degli acidi grassi a basso peso molecolare (Tabella 7.2).

Tabella 7.2 - Composizione acidica del grasso di latte di pecore alimentate con saponi di calcio di acidi grassi (CSFA)

	Pulina et al.[97]		Perez Alba et al.[86]	
	Controllo	CSFA	Controllo	Ca-OFA
Latte kg/d	1,09	1,21	1,40	1,56
Grasso (g/d)	84	101	181	198
Acidi grassi (g/kg grasso)				
C8:0	17	11**	27	14**
C10:0	60	36**	96	42**
C12:0	38	23**	57	27**
C14:0	112	84**	121	83**
C16:0	298	342**	241	216*
C16:1	13	13	11	10
C18:0	101	90*	72	92*
C18:1	201	257**	159	310**
C18:2	49	54	18	13**
C18:3	5	4**	-	-

differenze significative per *P<0,05 e ** P<0,01.

CSFA = Calcium soap fatty acid; Ca-OFA = calcium soap of olive fatty acid

Infine, la somministrazione di aminoacidi ruminoprotetti (metionina o lisina) ha comportato un aumento nel latte della produzione di grasso,[87] della proporzione di acidi grassi a lunga catena (palmitico, palmitoleico, stearico ed oleico) e del rapporto insaturi/saturi.[106]

Un aspetto particolare dell'influenza dell'alimentazione sullo spettro degli acidi grassi del latte riguarda il contenuto di acido linoleico coniugato (CLA).

L'acronimo CLA è impiegato per indicare una miscela di isomeri di posizione dell'acido octadecanoico (acido linoleico) con doppi legami coniugati. L'isomero più studiato è l'acido cis-9, trans-11 octadecanoico in quanto dotato di potere di inibizione della carcinogenesi, di immunomodulazione e di antiarteriosclerosi in animali da laboratorio.[3,49, 53, 82]

I CLA nel latte dei ruminanti originano prevalentemente come prodotto intermedio delle reazioni di bioidrogenazione degli acidi grassi polinsaturi nel rumi-

ne e sono presenti per la quasi totalità nella forma cis-9, trans-11-C18:2.[81] Tuttavia, recentemente è stata ipotizzata la formazione del CLA cis-9, trans-11-C18:2 anche in seguito a reazioni di desaturazione a livello della ghiandola mammaria.[47] La letteratura internazionale è ricca di studi sul contenuto in CLA nel latte bovino; la specie ovina è stata invece poco studiata, nonostante il contenuto in CLA nel latte, nei formaggi e, soprattutto, nella ricotta di questa specie siano risultati maggiori rispetto al latte e ai derivati bovini (Tabella 7.3).

Tabella 7.3 - Contenuto in acidi grassi (mg/g di grasso) nel latte bovino e ovino e in alcuni latticini prodotti in Italia[3]

Prodotti	**18:1t**	**18:2**	**CLA**
Latte bovino	19,22	15,79	7,10
Yogurt (bovino)	43,37	25,12	7,98
Parmigiano	32,21	17,67	8,65
Latte ovino	85,74	9,78	29,78
Latte ovino (estate)	13,14	24,40	11,72
Pecorino	49,92	17,93	13,03
Ricotta	91,04	17,50	24,19

In ogni caso, sia per gli ovini che per i bovini, le maggiori concentrazioni di CLA sono state riscontrate nella stagione in cui gli animali sono mantenuti al pascolo[3,38,48,68] per effetto della maggiore ingestione di acidi grassi polinsaturi (PUFAs) che caratterizza l'alimentazione verde rispetto a quella secca. Variazioni di concentrazione in CLA nel latte sono state rilevate anche con differenti fonti e concentrazioni lipidiche e differenti rapporti foraggi/concentrati nella razione.[52,53,68] In particolare alcuni esperimenti condotti su ovini[45] hanno evidenziato che la riduzione del rapporto fibra/carboidrati nella dieta determina il rallentamento dei processi finali di bioidrogenazione, con conseguente maggiore accumulo nel rumine del precursore del cis-9, trans-11 C18:2. Il contenuto in CLA è anche dipendente dal contenuto lipidico della dieta: la sua concentrazione è aumentata da 2,3 a 6,9 mg per grammo di grasso con l'aumento della concentrazione lipidica da 3,0 a 7,2% sulla SS ottenuta con l'impiego di livelli crescenti di olio di mais.[68]

Questi risultati, per quanto ancora non sufficientemente approfonditi, sono tuttavia sufficienti per sostenere l'ipotesi che la concentrazione in CLA può essere aumentata per via alimentare. La possibilità di modificare la composizione aci-

dica del grasso nel latte con l'inclusione nella razione di grassi ruminoprotetti suggerisce l'uso di integratori con una composizione appropriata per favorire l'incremento della frazione acidica desiderata.
Infine, dato che la quasi totalità del latte ovino è destinata alla caseificazione, va sottolineato il fatto che i processi di trasformazione e di conservazione dei prodotti lattiero-caseari non sembrano influenzare il contenuto in CLA:[61] non è improbabile che questa stabilità dei CLA rispetto ai processi di trasformazione sia dovuta ai loro legami con le principali proteine del siero (in particolare la β-lattoglobulina), che svolgono un ruolo protettivo contro le reazioni di isomerizzazione e di ossidazione.[3] La più elevata concentrazione di β-lattoglobulina nel latte ovino rispetto al latte bovino e caprino[23,85] fornirebbe così una spiegazione aggiuntiva, al semplice fattore alimentazione, del maggiore contenuto in CLA riscontrato nel latte di questa specie.
Un ultimo aspetto legato ai CLA riguarda il loro legame con il contenuto lipidico del latte. La riduzione del contenuto lipidico, osservata da alcuni autori in pecore alle quali erano stati somministrati lipidi ruminoprotetti,[30] potrebbe dipendere da una loro parziale dissociazione a livello ruminale a causa di un basso pH[111] e dalla susseguente incompleta bioidrogenazione degli acidi grassi polinsaturi nel rumine,[118] con formazione di CLA. L'interferenza dei CLA formatisi a livello ruminale sui processi di sintesi lipidica delle cellule secretrici della mammella é, infatti, una delle teorie emergenti per spiegare la sindrome ipolipidica che colpisce la vacca, e probabilmente anche la pecora, a seguito dell'ingestione di alte dosi di concentrati;[7] occorre tuttavia sottolineare che l'effetto depressivo dei CLA sulla concentrazione lipidica del latte sembra essere causata dall'isomero trans-10, cis-12 dell'acido linoleico.[8]

Le Sostanze Azotate Totali del latte sono influenzate, sia sotto l'aspetto quantitativo che qualitativo, dalla concentrazione energetica, proteica e lipidica e dalla qualità delle proteine e dei lipidi della razione.
Il contenuto in SAT del latte, seppure manipolabile per via alimentare molto meno efficacemente rispetto a quello lipidico, risulta positivamente correlato con la concentrazione energetica della razione e in particolare con il maggior apporto di carboidrati facilmente fermentescibili.[46] Questo fenomeno può essere spiegato sia con la migliore utilizzazione dell'azoto della razione (l'ammoniaca ruminale tende a diminuire e le proteine batteriche ad aumentare per le migliori condizioni di sviluppo della microflora ruminale), sia con l'aumento della produzione ruminale di propionato che rende più disponibili gli aminoacidi non essenziali, liberandoli a livello epatico dalla gluconeogenesi.

La concentrazione proteica della razione condiziona prevalentemente la produzione quantitativa, principalmente per il suo effetto sul livello di ingestione alimentare, ma ha una scarsa influenza sulla percentuale e sulla ripartizione delle SAT del latte, se non per razioni fortemente ipoproteiche che ne provocano una riduzione.[15]
La grassatura degli alimenti, anche con lipidi ruminoprotetti, comporta generalmente un effetto depressivo sul contenuto proteico del latte (Figura 7.2) con un meccanismo ancora non ben chiarito, ma che potrebbe essere imputato sia a minore disponibilità di energia fermentescibile a livello ruminale per la sintesi delle proteine batteriche sia a minore risposta, da parte della mammella, all'insulina con conseguente riduzione del trasporto di aminoacidi.

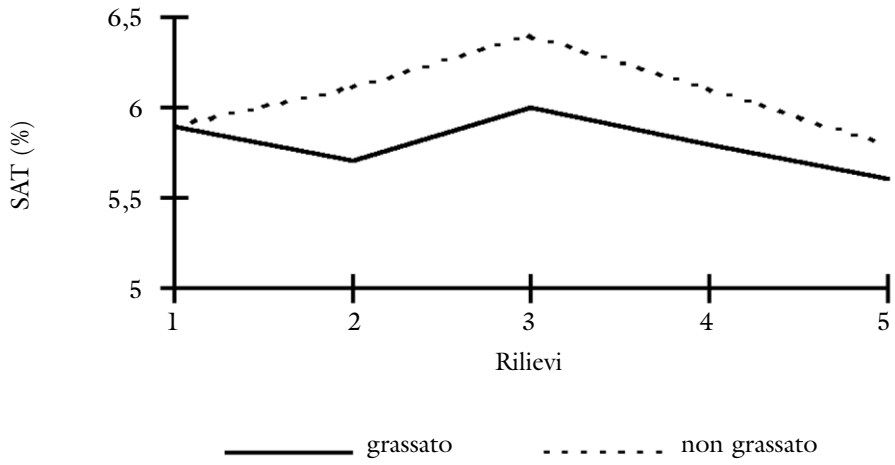


Figura 7.2 - Influenza dell'uso di grassi ruminoprotetti (4,5% sulla SS della razione) sul contenuto in SAT del latte ovino[101]

La ripartizione delle SAT (caseine, sieroproteine, azoto non proteico) del latte può essere modificata dalla variazione del rapporto energia/proteina della razione, dalla sua concentrazione proteica e dall'impiego di proteine rumino-protette.
Le razioni con un rapporto energia/proteine bilanciato sia in termini di quantità che di cinetiche di degradazione ruminali, ottimizzano le fermentazioni batteriche massimizzando la crescita microbica per unità di sostanza organica fermentata, evitano le perdite urinarie di energia e di azoto sotto forma di urea e consentono quindi di utilizzare in modo ottimale l'azoto alimentare per la sintesi delle caseine.

Il componente delle SAT del latte più sensibile alla variazione della concentrazione proteica della razione è senza dubbio l'urea. Cannas et al.[19] hanno dimostrato che esiste una stretta correlazione fra questi due parametri (Figura 7.3), tanto che il secondo può essere utilmente impiegato come indicatore indiretto del primo soprattutto nel caso di animali al pascolo per i quali la stima della percentuale di proteina della razione di base è particolarmente difficoltosa (vedi capitolo 2).

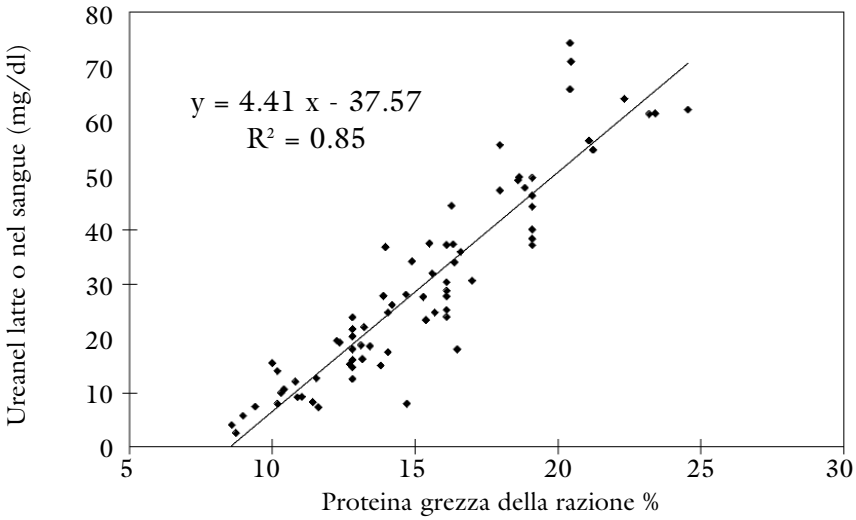


Figura 7.3 - Relazione fra PG della razione e urea nel latte[19]

7.1.2. NDF e PG della razione e produzione di SCU

Quanto riportato sinora, riguarda l'interpretazione correntemente impiegata per giustificare la relazioni fra i componenti della razione alimentare e la qualità del latte ovino, in termini sia di contenuto lipidico e proteico che della loro qualità. Tuttavia, la "teoria classica" è stata di recente da noi messa parzialmente in discussione in considerazione dell'accumularsi di risultati sperimentali in base ai quali l'aumento della concentrazione fibrosa della razione non sempre comporta un aumento della concentrazione lipidica del latte.[94]

Per comprendere a fondo le relazioni fra alimentazione e composizione del latte, abbiamo analizzato una serie di dati costituita da oltre 120 registrazioni derivanti dalla letteratura scientifica internazionale relativa agli ovini da latte (ciascun dato è il risultato medio di un trattamento sperimentale). Fra le correlazioni che legano le variabili alimentari e i macrocomponenti del latte (Tabella 7.4), due meritano una particolare attenzione: quella che si riferisce al cosid-

Tabella 7.4 - Matrice delle correlazioni fra i fattori alimentari e produzione quanti-qualitativa di latte negli ovini

Variabili	Ing. (kg/d)	Ing. (UFL/d)	PG (%)	NDF (%)	dPC (g/d)	L (g/d)	G (%)	SAT (%)	G (g/d)
Ing. di SS (kg/d)	- -								
Ing. di energia (UFL/d)	0,94	- -							
PG (%) della razione	0,32	0,49	- -						
NDF (%) della razione	-0,37	*	*	- -					
Variazioni di peso dPC (g/d)	*	0,41	*	*	- -				
Produzione latte L (kg/d)	0,59	0,61	*	-0,62	-0,49	- -			
Lipidi G (%)	-0,26	*	*	0,38	0,41	-0,64	- -		
SAT (%)	*	*	*	*	*	*	0,48	- -	
Produzione di grasso G (g/d)	0,64	0,69	0,32	-0,57	-0,42	0,93	-0,38	*	- -
Produzione di SAT (g/d)	0,56	0,57	*	-0,65	-0,58	0,99	-0,63	*	0,92

I coefficienti riportati differiscono da zero per P< 0,05

detto "effetto diluizione", per cui all'aumento della produzione di latte consegue una riduzione della sua concentrazione lipidica; quella che collega l'aumento della concentrazione lipidica con l'incremento del contenuto in NDF della razione. È evidente, come già osservato nel paragrafo precedente, che il primo fenomeno provoca confondimento nell'interpretazione del secondo: infatti, ad una maggiore concentrazione fibrosa della razione, corrisponde una minore ingestione di energia (per l'effetto congiunto della inferiore digeribilità della razione e della minore ingestione alimentare) ed una riduzione della produzione di latte a cui consegue un aumento della concentrazione di grasso. Con la riduzione della produzione di latte si osserva, però, una concomitante riduzione delle produzioni quantitative di grasso e di SAT (espressi in grammi

al giorno). Per trarre una prima conclusione si può allora sostenere che l'influenza positiva dell'NDF sulla % del grasso nel latte è più il risultato della diminuzione di produzione di latte e del conseguente aumento della concentrazione lipidica che dell'effetto diretto della fibra su questo componente.
Il dendrogramma riportato nella Figura 7.4, ottenuto dall'analisi dei cluster delle variabili della Tabella 7.4, evidenzia l'importanza preponderante dell'ingestione giornaliera di energia nel determinismo della produzione di latte e della sua qualità.

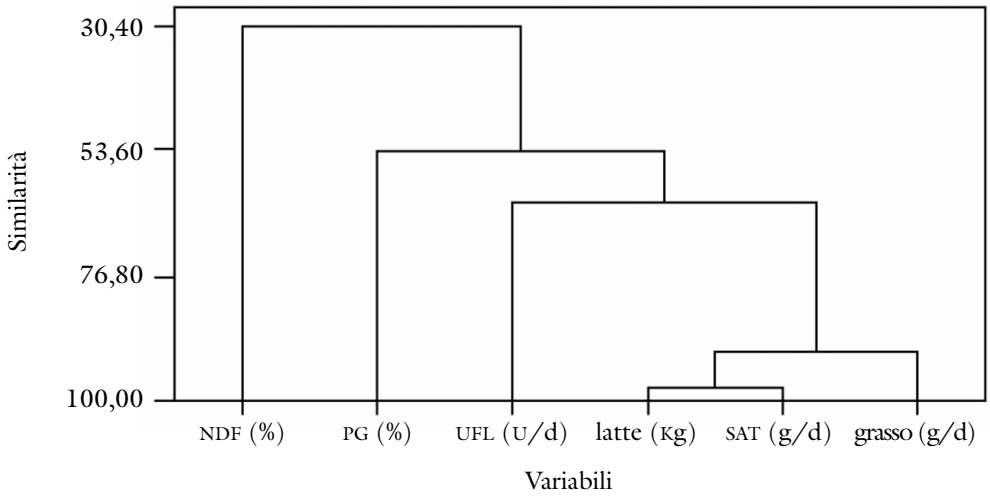


Figura 7.4 - Dendrogramma delle correlazioni tra i fattori alimentari e la produzione quanti qualitativa di latte negli ovini

Ma l'ingestione di energia è influenzata positivamente dal contenuto in PG della razione e negativamente da quello in NDF.
L'ipotesi che meglio riesce a spiegare questi risultati è che l'aumento di energia disponibile per l'animale conseguente all'ingestione di razioni a basso contenuto in NDF è primariamente utilizzata per produrre lattosio (in realtà, l'aumento di energia a livello metabolico coincide con l'aumento del glucosio ematico disponibile per la sintesi del lattosio).[43] Contemporaneamente aumenta il flusso ematico nella mammella per azione di fattori locali sotto il controllo degli ormoni del metabolismo (insulina, IGF e neurormoni); aumenta la captazione dei precursori del latte da parte della mammella; aumenta la produzione di lattosio; quella di proteina aumenta in quanto alcuni aminoacidi sono liberati dalla

gluconeogenesi epatica (o mammaria?) e la loro captazione diventa più efficiente; la produzione di grasso aumenta (nonostante la minore disponibilità del principale precursore rappresentato dall'acetato che è prodotto in misura inferiore nel rumine con razioni ricche di CNS) sia per la maggiore inclusione nel latte degli acidi grassi a lunga catena sia perché la quantità di glucosio che eccede per la sintesi del lattosio potrebbe essere usato direttamente (o forse indirettamente attraverso la via del pentoso-fosfato) per sintetizzare grasso.
Ovviamente ci si attende che la produzione di SCU del latte sia determinata dalle medesime caratteristiche della razione alimentare che controllano separatamente la produzione di grasso e di SAT. Anche per questo parametro qualitativo abbiamo utilizzato la medesima serie di dati sopracitata per calcolare la relazione (quadratica) che lega la produzione di SCU alla concentrazione fibrosa della razione:

$$SCU = 957{,}7 - 36{,}0\ NDF + 0{,}372\ NDF^2 \qquad R^2 = 0{,}54$$

dove l'NDF é espresso in % sulla sostanza secca e le SCU sono valutate in g/d. Occorre comunque osservare che i dati sperimentali si dispongono lungo il tratto decrescente della parabola convessa (Figura 7.5).

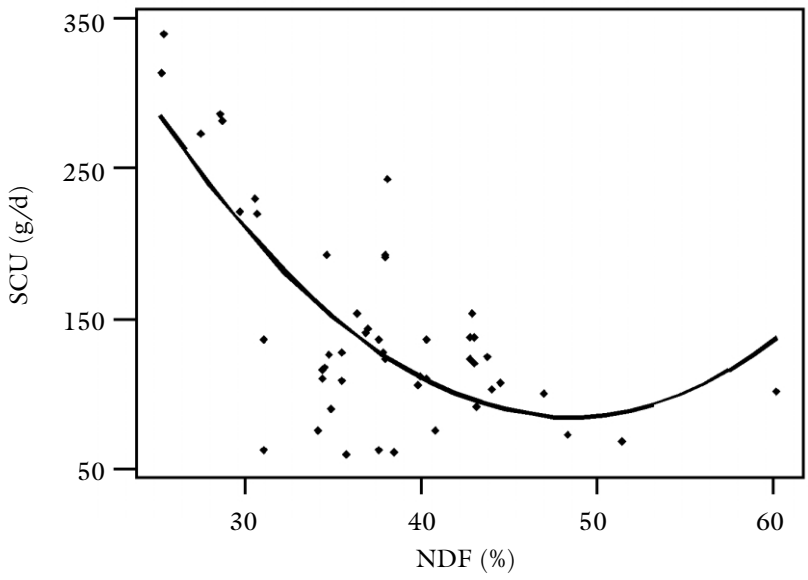


Figura 7.5 - Produzione di SCU per pecora (in g/d) in funzione del contenuto in fibra della razione (NDF in % sulla SS)

Ma la funzione più informativa é certamente quella che quantifica la relazione fra le SCU ed una variabile che combina i due fattori alimentari NDF e PG, espressi come % sulla SS della razione in termini del loro rapporto: la migliore equazione in grado di descrivere questo fenomeno è ancora del tipo quadratico, ma le misure sperimentali rilevanti si dispongono lungo il tratto crescente della curva parabolica (Figura 7.6).

$$SCU = 96,4 - 252,7\ (PG/NDF) + 824,0\ (PG/NDF)^2 \qquad R^2 = 0,54$$

L'insieme di queste relazioni conferma la tesi secondo cui l'NDF costituisce, almeno per la specie ovina, il miglior indice dell'efficienza con cui le sostanze nutritive della razione sono trasformate in composti del latte utili alla caseificazione.
In particolare, la prima funzione parabolica decrescente fa risaltare la maggiore spinta fisiologica delle razioni con minore contenuto in fibra: tale andamento può essere fatto risalire all'effetto combinato della maggiore concentrazione energetica della razione e della superiore ingestione alimentare. La seconda relazione, invece, conferma l'effetto positivo delle proteine alimentari che si deve, non tanto alla maggiore disponibilità di proteine a livello metabolico per la produzione di latte, quanto all'aumento dell'ingestione alimentare e della digeribilità dell'NDF.

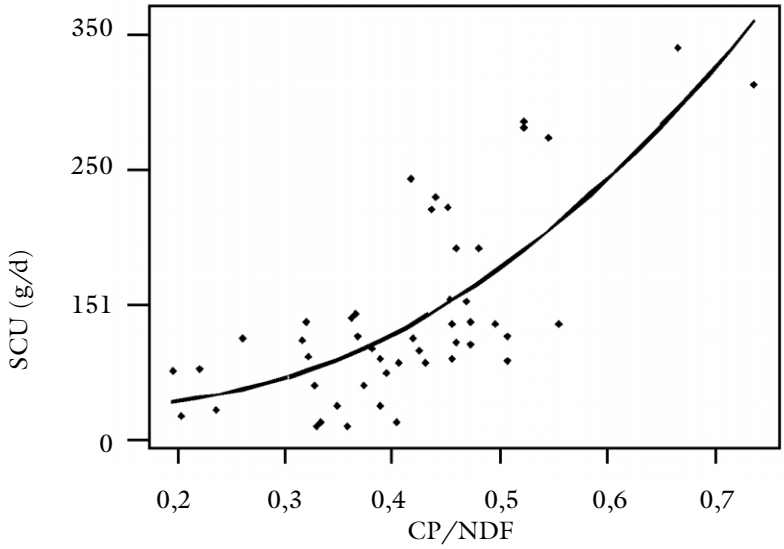


Figura 7.6 - Produzione di SCU per pecora (in g/d) in funzione del rapporto fra proteina e fibra della razione

7.2. Il contenuto minerale ed aromatico

Il contenuto dei principali macroelementi minerali presenti nel latte non viene normalmente modificato dall'alimentazione. Tuttavia, l'impiego di concentrati ad integrazione di erba derivante da pascoli scadenti può comportare un aumento delle concentrazioni di Ca e di P.[2] Riguardo agli ioni monovalenti (K, Na e Cl), carenze od eccessi nella razione possono avere effetti diversi sulla loro concentrazione nel latte: un loro minore apporto alimentare ne provoca, infatti, una riduzione nel latte;[77] mentre un loro eccesso non ne determina variazioni sensibili della concentrazione.[63]

Per quanto attiene i microelementi (Mn, Co, Al, F, I, Mo e Se), sono state osservate una relazione stretta fra il loro contenuto nell'alimento e nel latte e una loro interferenza sulla composizione del latte. In particolare, l'integrazione con Se nel periodo preparto comporta un aumento della sua concentrazione nel colostro e nel latte;[35,83] quella con Zn, pur non influendo sulla concentrazione nel latte, migliora la risposta immunitaria passiva del neonato probabilmente per gli effetti di questo microelemento sull'interazione tra le cellule T-helper ed i linfociti B.[92]

La variazione degli equilibri minerali può essere legata, oltreché alla loro concentrazione nella razione, anche ad alterazioni nell'assorbimento a livello intestinale in seguito a dismetabolie alimentari o a fenomeni di antagonismo tra ioni. Il contenuto minerale del latte è particolarmente importante in quanto ne condiziona, assieme ad altre sostanze (lattosio, citrato, urea), la temperatura di congelamento (punto crioscopico): variazioni del contenuto in sali nella razione sono in grado pertanto di provocare variazioni dell'indice crioscopico.

Il contenuto in aromi del latte riveste particolare importanza in quanto è in grado di influenzare positivamente o negativamente, talvolta in maniera marcata, il caratteristico bouquet dei formaggi.[55,102] Si tratta in generale di composti volatili, quali acidi grassi ramificati e composti fenolici: nel latte ovino ne sono stati isolati oltre 100, sebbene soltanto 16 mostrino una forte influenza sull'aroma.[69,70]

La concentrazione e la natura dei composti volatili rilevati nel latte appare strettamente legata alla dieta degli animali.[71] Il pascolamento su erbe caratterizzate da una flora specifica è spesso responsabile del trasferimento di delicati aromi in grado di conferire il caratteristico bouquet di alcuni latticini tipici: ad esempio, i polifenoli presenti nell'erba del genere *Thymus* L. somministrata a pecore in lattazione, sono trasferiti al latte, il quale presenta perciò un caratteristico e gradevole aroma.[57,58] Alcune dicotiledoni, quali l'*Asperula odoratum* e il *Geranium molle*, sono in grado di marcare in modo specifico il prodotto con il trasferi-

mento di composti terpenici al latte.[102] La presenza di sesquiterpeni è stata riscontrata soltanto nel latte proveniente da zone di montagna[39] e da animali alimentati al pascolo[71] per cui questi composti potrebbero essere utili per distinguere i formaggi ottenuti dal latte di pecore allevate al pascolo da quelli derivanti da latte di animali alimentati in ovile.
Nella Tabella 7.5 è riportato l'effetto di alcuni alimenti sull'aroma del latte.

Tabella 7.5 - Alcuni alimenti responsabili di sapori anomali nel latte[114]

Alimento	Composto	Anomalia
Bietola, melasso	trimetilammine, prodotte dalla betaina nel tratto digestivo	sapore di pesce
Segale e frumento	trimetilammina	sapore di pesce
Polpe di cipolla	agisce sul contenuto ruminale	sapore di cipolla
Leguminose (medica, veccia, ecc)	non identificato	sapore di amaro
Crucifere (cavolo, colza)	olio di senape rilasciato durante i processi di fermentazione ruminale	sapore piccante ed odore pungente per la presenza di zolfo nei fiori
Girasole (foraggio)	non identificato	odore e sapore di resina
Alimenti secchi	carenza di a-tocoferoli	sapore di ossidato
Insilati di scadente qualità	non identificato	sapore di insilato
Frutta e residui della lavorazione	non identificato	sapore sgradevole
Crescione	rottura dei prodotti del benzil-glucosinato	sapore di bruciato e odore pungente
Erba medica in quantità elevata	dimetil-solfuro	sapore di malto

Odori sgradevoli nel latte sono stati riscontrati in seguito alla ingestione di crucifere, di alcune graminacee e leguminose, di polpe di agrumi, di polpe di barbabietola e di insilati mal conservati. Gli insilati di buona qualità non influiscono, invece, negativamente sulle caratteristiche organolettiche dei formaggi.[26]
L'uso di alcuni concentrati (in particolare l'avena), inseriti oltre un certo limite nella razione, possono portare alla comparsa di odori sgradevoli legati alla formazione di acidi grassi liberi a corta catena.[55]
La somministrazione di foraggi contenenti betaina (polpe di barbabietola e di crucifere in genere) può comportare la comparsa nel latte di sapore di pesce, probabilmente per la decomposizione ossidativa della colina contenuta nella lecitina in glicol e trimetilammina.[1]

Il passaggio delle sostanze responsabili di sapori anomali dipende, comunque, dalla qualità e dalla quantità di l'alimento ingerito; al fine di evitare l'insorgenza di questi difetti, occorre prestare particolare attenzione alla qualità degli alimenti ed alla quantità che viene somministrata con la razione. Gran parte del caratteristico aroma del formaggio ovino è attribuibile alla elevata quantità di acidi grassi a catena corta[80] ed in particolare agli acidi caprilico (C8:0) e caprinico (C10:0) i quali, essendo presenti nel latte di questa specie in proporzione rilevante, giocano un ruolo determinante; tali acidi grassi possono influire sull'aroma sia direttamente, sia come precursori di altri composti aromatici,[63] quali il 4-metiloctanoico e 4-etiloctanoico, responsabili dell'odore di montone e di quello ircino non riscontrabili nei formaggi bovini.[55] Anche in questo caso l'alimentazione, attraverso la variazione dei rapporti fra acidi grassi del latte, influenza indirettamente l'aroma dei latticini (vedi paragrafo 7.1).

7.3. Il contenuto in cellule somatiche e in microrganismi

Il *contenuto in cellule somatiche* (CCS) è influenzato per via alimentare soprattutto dagli errori commessi nel calcolo e nella somministrazione alle pecore delle razioni, le cui ripercussioni sistemiche predispongono l'apparato mammario alle infiammazioni e quindi ad una maggiore probabilità di comparsa di masteopatie.
Il corretto apporto con la razione di vitamina A o di β-carotene, da una parte, e di vitamina E e selenio, dall'altra, giocano un ruolo determinante nello stimolare le difese cellulari della mammella e garantire così maggiori produzioni di latte e minore CCS.[72,73] Tale integrazione è particolarmente utile in inverno quando agli animali sono somministrate razioni costituite prevalentemente da fieno o da insilati che hanno subito durante la conservazione elevate perdite di β-carotene e di vitamina E.
L'improvviso passaggio dall'alimentazione secca invernale a quella fresca primaverile è anch'esso responsabile dell'aumento del CCS nel latte (associato ad una minore capacità di difesa del sistema immunitario dell'animale), a causa dell'eccesso di azoto nitrico normalmente presente nei foraggi verdi allo stadio giovanile.[34]
Per quanto riguarda il *contenuto microbico*, l'alimentazione ha effetti diretti molto limitati su questo importantissimo parametro della qualità del latte ovino. I batteri e gli altri microrganismi pervengono al latte dall'ambiente in quanto, al momento dell'estrazione, il secreto di mammelle sane è praticamen-

te sterile. La carica microbica di un latte che arriva al caseificio è pertanto legata sia alle condizioni igieniche osservate dagli operatori nel corso della mungitura che alle modalità di conservazione e di trasporto della materia prima.
Gli errori alimentari, quali l'eccesso azotato associato oppure no alla carenza di fibra nella razione, generando fermentazioni anomale ruminali e intestinali, possono dare origine a feci molto contaminanti a causa sia della loro scarsa consistenza che del loro elevato contenuto microbico.
Anche l'impiego di insilati che abbiano subito fermentazioni anomale, di mangimi nella cui formulazione siano presenti componenti altamente contaminate, oppure fieni inquinati con terra, possono essere causa di incremento della carica batterica del latte, in particolare di sporigeni, rappresentati soprattutto dai clostridi.[26,37,62,64] Questi microrganismi condizionano negativamente la conservazione dei formaggi, in quanto sono i principali responsabili del gonfiore tardivo particolarmente nocivo nei i formaggi a lunga stagionatura quali il Pecorino Romano e il Fiore Sardo.[37]

7.4. Il contenuto in sostanze tossiche

Dei diversi tipi di contaminazione che possono interessare il latte ovino e che siano ascrivibili a cause alimentari, particolare interesse rivestono la presenza di fitofarmaci e quella di metaboliti tossici di origine fungina (le micotossine).
La denominazione generica di "fitofarmaci" comprende un consistente numero di sostanze chimiche usate nelle diverse fasi del processo di produzione, di trasporto e di conservazione delle derrate vegetali. Questi composti, oltre che rivestire interesse per la loro tossicità diretta, costituiscono una reale fonte di pericolo indiretto per gli effetti conseguenti al loro consumo da parte di animali destinati alla produzione di alimenti (latte, carne etc…).
Relativamente alla presenza di fitofarmaci nei mangimi, la normativa italiana considera nella classe delle sostanze indesiderabili anche i prodotti fitosanitari clorurati (D.M. n. 24 11/05/1998). In un'indagine condotta da Imparato et al.[51] su mangimi di diversa natura impiegati in allevamenti italiani, sono stati riscontrati residui di fitofarmaci, costituiti principalmente da Lindano (esaclorocicloesano nella su forma isomera γ), nel 6,6% dei campioni analizzati. Tuttavia, nessuno dei mangimi analizzati presentava un livello di contaminazione superiore al limite massimo stabilito dalla legge.
Il latte e i suoi derivati costituiscono una delle fonti principali di assunzione di fitofarmaci da parte dell'uomo.[36] Le caratteristiche chimiche e fisiche delle varie

molecole ne condizionano la distribuzione delle stesse nelle diversi componenti del latte: gli organoclorurati sono preferenzialmente associati alla frazione lipidica,[79] gli organofosfati lo sono invece a quella proteica.[36]

La presenza di organoclorurati nel latte, oltre che conseguenza dell'assunzione di razioni contaminate per effetto diretto dei trattamenti fitosanitari operati sugli alimenti che le compongono, è stata associata al pascolamento di erbe cresciute in aree limitrofe a zone interessate da coltivazioni intensive per le quali si ricorre ad un uso massiccio di fitofarmaci. L'applicazione di trattamenti fitosanitari su vaste aree veicola i principi attivi (o i loro metaboliti) impiegati nell'alimentazione animale principalmente in due modi: la deriva dell'aereosol in cui è presente il fitofarmaco dovuta al vento, che porta all'inquinamento delle erbe su cui si verifica la ricaduta, e la contaminazione delle falde acquifere e quindi dell'acqua impiegata per l'abbeveraggio degli animali.[79]

Le micotossine sono dei metaboliti secondari prodotti da diversi tipi di muffe che possono inquinare gli alimenti zootecnici in diversi stadi del ciclo produttivo (coltura, raccolta, trasporto, conservazione).

Le micotossine più facilmente rinvenute in prodotti vegetali impiegati in alimentazione zootecnica, per le quali sono stati registrati fenomeni di trasporto dalla razione al latte, sono:

1) *le ocratossine*, prodotte principalmente dalle specie tossigene di *Aspergillus ochraeceus* e da *Penicillum viridicatum* e *Penicillum verrucosum*. Questi funghi sono muffe ubiquitarie ed agenti di ammuffimento di granaglie e di mangimi. Tra le ocratossine, il tipo A é quella che riveste maggiore importanza sotto l'aspetto tossicologico in quanto epatotossica, nefrotossica, teratogenica e carcinogenica.[56,66] Queste micotossine hanno per i ruminanti un effetto tossico molto basso poiché la molecola viene parzialmente inattivata dall'azione dei microrganismi presenti nel rumine e nel cieco.[44,54,108] Tuttavia, negli ovini è stata evidenziata una minore capacità di detossificazione rispetto ad altre specie ruminanti[50,119] probabilmente a causa della maggiore velocità di transito degli alimenti nell'apparato digerente. Solo recentemente è stato osservato nei bovini il trasporto di *ocratossina* A dagli alimenti al latte.[107]

2) *il deossinivalenolo (DON)* è prodotto da muffe del genere *Fusarium* agenti delle fusariosi dei cereali in campo. La contaminazione interessa prevalentemente le granaglie di frumento, orzo e mais e gli insilati di mais. Anche in questo caso i ruminanti sembrano essere particolarmente tolleranti, data l'azione detossificante della microflora ruminale e intestinale. Tuttavia é stata riscontrata la presenza di DON, sebbene in concentrazioni estremamente ridotte, nel latte ovino;[93]

3) le *aflatossine (AF)*, prodotte da ceppi fungini del genere *Aspergillus*, che rappresentano i composti più pericolosi per la salute umana a causa della loro azione citotossica, teratogena e mutagena. Per questo motivo, tratteremo più in dettaglio gli aspetti relativi al loro trasporto dagli alimenti al latte ovino. Gli alimenti zootecnici più a rischio per contaminazione da AF sono mais, semi oleaginosi, arachidi e derivati.[13]

La IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha incluso la *aflatossina B1* (AF-B1) nella classe delle sostanze sicuramente cancerogene per l'uomo (Categoria 1) e *l'aflatossina M1* (AF-M1) in quella delle sostanze probabilmente cancerogena per l'uomo (Categoria 2B). In Italia la presenza di sostanze indesiderabili nei mangimi, fra cui le aflatossine, è regolamentata da una apposita normativa (Decreto n. 322 del 24 settembre 1990, G.U., 1990; modifica del 14 dicembre 1991, G.U., 1991). Successivamente il regolamento 1525/98 dell'Unione Europea (recepito con la Circolare del Ministero della Sanità n.10 del 9 giugno 1999) ha stabilito i valori massimi di micotossine ammissibili nelle derrate alimentari che, nel caso della AF-M1 è di 0,05 µg/kg di latte.

La AF-M1, sebbene possa essere sintetizzata anche nel micelio fungino, è di solito derivata dalla idrossilazione della AF-B1: in particolare, la produzione della AF-M1 avviene principalmente nel fegato degli animali che hanno assunto la AF-B1, ma tale sintesi può avvenire anche in cellule di altri organi. Per quanto riguarda gli ovini, questa ulteriore attività metabolica a carico della AF-B1 è particolarmente efficiente nei tessuti delle prime vie respiratorie.[59]

I ruminanti, al contrario di quanto visto precedentemente per le due altre micotossine, sono in grado di degradare nel rumine e nel cieco soltanto una parte delle AF assunte con gli alimenti e tale azione è svolta prevalentemente dalla componente protozoaria della microflora ruminale.[54]

L'assorbimento delle AF avviene già dalle pareti ruminali e continua nei primi tratti dell'intestino tenue con l'interessamento anche delle vie biliari;[112] le tossine sono poi convogliate prevalentemente nel fegato ed i metaboliti ivi prodotti sono riversati nel sangue dove permangono finché l'organismo li espelle tramite le feci, le urine e il latte.

Il tempo di prima comparsa della AF-M1 nel latte di pecore che assumono AF-B1 è di circa 6-7 ore[6,76] e la successiva escrezione è influenzata: a) dal ritmo di assorbimento dell'AF-B_1 e dal graduale rilascio della AF-M_1 da parte dei tessuti nel fluido ematico; b) da fenomeni di riassorbimento nell'intestino attraverso la via biliare;[112] c) dal tasso di conversione nel fegato della AF-B_1 in AF-M_1 e dall'efficienza della sua escrezione nelle urine e nelle feci.[116]

Un aspetto fondamentale per la valutazione dei rischi di trasmissione della tos-

sina dagli alimenti zootecnici all'uomo è quello della quantificazione del carry over, ovvero del rapporto fra le quantità di AF che sono escrete nel latte rispetto a quelle che sono state ingerite dall'animale.
Nel latte di pecore che ingeriscono in maniera continuativa razioni contaminate da AF-B1, la concentrazione della AF-M1 nel latte cresce per un periodo di tempo che è proporzionale all'entità dell'assunzione (da 1 a 4 giorni per dosi di 32 μg/die e 128 μg/die, rispettivamente) per stabilizzarsi fintanto che continua l'assunzione della micotossina. Una volta terminata l'ingestione della tossina, il tempo necessario affinché nel latte non sia più rinvenibile il metabolita è anch'esso dell'ordine di alcuni giorni e varia in relazione al livello di assunzione (da 2 a 3 giorni per dosi di 32 μg/die e 128 μg/die, rispettivamente).
In alcune prove sperimentali condotte su pecore Sarde, che ingerivano dosi di AF-B1 con la razione in quantità costante per diversi giorni,[5] abbiamo calcolato la seguente relazione fra la concentrazione di AF-M1 nel latte (in μg/litro) rispetto alla quantità di AF-B1 ingerita dall'animale (in μg per pecora per giorno).

$$AF\text{-}M1 = -0{,}0152 + 0{,}0023\ AF\text{-}B1 \qquad R^2 = 0{,}79$$

Secondo questa funzione di carry over, il limite di contaminazione del latte ammesso dalla normativa vigente, è superato nel caso in cui le pecore consumino razioni che apportino giornalmente quantità di AF-B1 superiori a 28-29 μg . Questi valori, se confrontati con quelli riferiti da studi simili condotti per la specie bovina, denotano una maggiore capacità delle pecore nel ridurre il trasferimento della AF-M1 nel latte.[74,116]
Per le pecore in lattazione, così come è stato osservato per i bovini da latte,[116] gli attuali limiti previsti dalla normativa vigente per i mangimi non sono in grado di garantire che il latte prodotto abbia livelli di contaminazione inferiori al limite massimo consentito nel latte.

7.5. Le caratteristiche casearie

L'attitudine di un latte alla trasformazione non è una variabile quantitativa suscettibile di misurazione diretta, ma è piuttosto una sorta di indice sintetico alla cui formazione concorrono numerose proprietà del latte di natura diversa ed in particolare:[9] proprietà chimiche (contenuti in grasso, in proteine e in sostanze minori); presenza di aromi essenziali per la tipicità dei prodotti;[102] valori

citologici (cellule somatiche e carica batterica) e misure specifiche di caseificazione (tempi di coagulazione e consistenza del coagulo).
L'attitudine casearia del latte è in genere influenzata positivamente dal contenuto lipidico e proteico del latte[25,110,113] e negativamente da un elevato contenuto in cellule somatiche ed in microrganismi.[14,22,40,65,105]
Ciò significa che il miglioramento dell'attitudine alla trasformazione (e quindi la qualità) di un latte ovino comporta un intervento su tali grandezze; sfortunatamente, nel settore ovino, gli studi specifici sulle relazioni dirette tra queste ultime e l'alimentazione sono limitati.
Tra gli alimenti zootecnici, una particolare attenzione è stata rivolta agli insilati, il cui impiego è stato spesso associato a comparsa dei gonfiori nei formaggi stagionati, quale conseguenza della contaminazione del latte da spore di microrganismi anaerobi, clostridi in particolare. Gli studi effettuati sull'impiego degli insilati, quale base foraggiera in sostituzione delle erbe da pascolo e del fieno, non hanno fornito risultati univoci: alcuni non hanno riscontrato alcuna influenza[10,26,64,104] altri invece hanno evidenziato un miglioramento[11,60,75] della coagulabilità del latte. Inoltre, gli insilati non sembrano influire sulle caratteristiche chimiche e microbiologiche dei formaggi freschi e stagionati[60,64] e sulla qualità organolettica di quelli con un tempo di stagionatura di 120 giorni.[26,64]
Comunque, gli insilati se ottenuti da foraggi adeguatamente trinciati ed eseguiti in maniera tale da non subire processi fermentativi anomali,[18] possono essere vantaggiosamente impiegati anche nell'allevamento ovino senza pregiudicare le caratteristiche qualitative e casearie del latte.
L'impiego di quantità crescenti di CNS (amidi e zuccheri), che normalmente sono associate all'incremento delle dosi di concentrati nelle razioni, e la grassatura degli alimenti non sembrano in generale influire sui parametri lattodinamografici del latte.[16,29,30] Tuttavia, in pecore nella fase finale della lattazione, l'aumento della concentrazione energetica delle razioni determina un significativo miglioramento della caseificabilità del latte.[98, 105]
Il tipo di concentrati e la loro forma fisica possono condizionare la qualità casearia del latte. La somministrazione di granelle sotto forma fioccata rispetto a quella frantumata si è dimostrata vantaggiosa anche nell'alimentazione della pecora da latte, in quanto ha migliorato la coagulabilità del latte, associata a superiore produzione di latte e contenuto in grassi e in SAT.[12]
Tuttavia, la tecnica alimentare che sembra in grado di garantire migliori caratteristiche casearie del latte é quella basata sul pascolamento: infatti, il latte derivante da animali pascolanti, rispetto a quello ottenuto da pecore alimentate con alimenti conservati, ha mostrato una migliore attitudine alla coa-

gulazione,[67] maggiori rese in formaggio[75] ed una carica citologica significativamente inferiore.[104]
Relativamente all'uso degli integratori nelle razioni, l'impiego degli aminoacidi considerati limitanti la produzione di latte (cistina + metionina) sia direttamente in formulazioni rumino-protette, sia indirettamente sotto forma di proteine ad elevato escape ruminale (farina di aringhe), non ha influito sui parametri lattodinamografici,[67,87] o ha comportato aumento della consistenza del coagulo.[28]
Nel caso di animali alimentati con razioni base costituite da foraggi secchi, la somministrazione di vitamina E ha influenzato positivamente la coagulabilità del latte probabilmente per il miglioramento delle stato sanitario della mammella.[27]

7.6. In pratica

Le tecniche alimentari adottabili a livello aziendale per migliorare la qualità del latte riguardano principalmente la formulazione della razione e le modalità della sua distribuzione, la scelta delle materie prime e la loro qualità. Purtroppo alcuni alimenti in grado di innalzare il contenuto lipidico deprimo quello proteico e viceversa, per cui il loro impiego deve rientrare in una "strategia alimentare" generale in grado di influenzare positivamente e contemporaneamente tutti i parametri qualitativi. I punti su cui concentrare le azioni per ottenere un miglioramento della qualità del latte sono i seguenti:

a) per aumentare la produzione di grasso e proteine
- somministrare razioni con un rapporto energia/proteine bilanciato sia in termini di quantità che di cinetiche di degradazione ruminali, per ottimizzare le fermentazioni batteriche, e consentire la massima produzione di latte e dei suoi principali macrocomponenti;
- somministrare razioni con contenuti di NDF compresi tra il 30 ed 32% della sostanza secca;
- impiegare razioni con almeno una parte di fibra strutturata (2-3 mm) tale da consentire un adeguato livello di ingestione e al contempo valori di pH ottimali per le fermentazioni cellulosolitiche;
- somministrare i concentrati in maniera frazionata nell'arco della giornata per evitare brusche variazioni del pH ruminale;
- evitare gli eccessi proteici, in particolare di composti azotati ad elevata fermentescibilità ruminale, al fine di ridurre le perdite urinarie di azoto e di energia sotto forma di urea;

- monitorare la concentrazione di urea nel latte quale indicatore del corretto apporto proteico nella razione.

La composizione acidica del grasso può essere sostanzialmente modificata con l'impiego di acidi grassi ruminoprotetti, che consentono l'ottenimento del profilo lipidico desiderato sia ai fini nutrizionali che tecnologici.

b) Per ridurre i contenuti di cellule somatiche e di microrganismi

- evitare sia gli errori alimentari connessi con il calcolo e la somministrazione delle razioni, sia i bruschi cambiamenti alimentari le cui ripercussioni sistemiche predispongono la mammella alle infiammazioni e quindi ad una maggiore probabilità di comparsa di mastiti;
- integrare l'alimentazione secca con vitamine A ed E e con Se per stimolare le difese naturali della mammella;
- impiegare alimenti raccolti e conservati in modo idoneo, per ridurre il rischio di contaminazione del latte da parte di microrganismi indesiderati, in particolare di clostridi sporigeni.

c) Per ridurre il passaggio nel latte di sostanze indesiderate

- evitare l'impiego di alimenti contenenti sia contaminanti naturali (micotossine) che di sintesi (fitofarmaci) per ridurre il rischio di trasferimento di principi tossici al latte;
- ridurre la quantità degli alimenti che comportano il trasferimento al latte di sostanze caratterizzanti l'aroma o responsabili di sapori anomali;
- evitare l'impiego di insilati che hanno subito fermentazioni anomale.

Bibliografia

1. Alais C. 1988 - Scienza del latte. Principi e tecnologia del latte e dei derivati. 2ª Edizione, Teniche Nuove, Milano.
2. Ashton W.M., Owen J.B., Ingleton J.W. 1964 - A study of the composition of Clun Forest ewe's milk. J. Agric. Sci., Camb., 63: 85-90.
3. Banni S., Martin J.C. 1998 - Conjugated Linoleic Acid and metabolites. In Trans fatty acid in human nutrition. Ed. J.L. Sebedio and W.W. Christie: 261-302.
4. Barillet F., Astruc J.M., Bocquier F., Jacquin M., Fraysse G., Lagriffoul G., Marie C., Pellegrini O., Remeuf F. 1998 - Influence des facteurs de production sur la composition chimique du lait valorise en fromage: le cas du lait de brebis. Basis of the quality of typical Mediterranean products. EEAP Publication n. 90, Wageningen Pers, Wageningen: 128-144.
5. Battacone G. 2000 - Studio della dinamica di escrezione delle aflatossine nel latte ovino. Tesi di dottorato di Ricerca.
6. Battacone G., Palomba M., Porcu F., Cannas A. 2000 - Studio della dinamica di escrezione dell'aflatossina M1 nel latte di pecora. XXXV Simp. Int. Zootecnia "Produzioni animali di qualità ed impatto ambientale nel sistema mediterraneo", Ragusa, 25 maggio 2000: 151-158.
7. Bauman D.E., Griinari J.M. 2000 - Regulation and nutritional manipulation of milk fat. Low-fat milk syndrome. Mammary gland development and prolactin receptors. In Biology of the mammary gland. Ed. J.A. Mol, & R.A. Clegg. Vol. 480: 209-216.
8. Baumgard L.H., Corl B.A., Dwyer D.A., Saebo A., Bauman D.E. 2000 - Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 278 (1): R179-184
9. Bencini R., Pulina G. 1997 - The quality of sheep milk: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture, 37: 485-504.
10. Bertoni G., Bernabucci U. 1990 - Possibilità di impiego degli insilati nell'alimentazione degli ovini. Atti delle giornate di studio, Fiera Viterbo, Viterbo 6-8 aprile 1990: 11-22.
11. Bianchi M., Battaglini L.M., Fortina R. 1993 - Caratteristiche del latte di pecore alimentate con unifeed. Atti X Congr. Naz. ASPA: 333-338.
12. Bianchi M., Battaglini L.M., Fortina R. 1994 - Effetto dell'integrazione con alimenti sotto forma fioccata oppure frantumata nella razione della pecora: indagini comparative sulle caratteristiche quanti-qualitative del latte. Atti XI Congr. Naz. ASPA: 447-450.
13. Bottalico A. 1999 - Muffe e micotossine delle granaglie. Tecnica Molitoria, 12: 195-219.
14. Bufano G., Dario C., Laudadio V. 1994 - The characterizing of Leccese sheep: variations of chemical composition and lactodinamographic parameters in milk as related to somatic cell count. Atti Int. Symposium: "Somatic Cells and Milk of Small Ruminants", Bella, 25-27 settembre: 368-373.

15. Calderon-Cortes J.F., Robinson J.J., McHattie I., Fraser C. 1977 - The sensitivity of ewe milk yield to changes in dietary crude protein concentration. Anim. Prod., 24: 135.
16. Campus R.L., Papoff C.M., Cannas A., Serra A. 1990 - Effetto della grassatura e della concentrazione proteica della razione sulla composizione azotata e sulla attitudine alla coagulazione del latte di pecora di razza Sarda. Atti 8° Congr. Naz. SIPAOC: 3.2.
17. Cannas A. 1995. The effects of particle size of the diet on feeding behaviour and milk production in sheep. MS thesis, Cornell, Ithaca (New York).
18. Cannas A. 1999 - Piatto unico anche per le pecore. Informatore Zootecnico, 46 (6), 56-58.
19. Cannas A., Pes A., Mancuso R., Vodret B., Nudda A. 1998 - Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. J. Dairy Sci., 81: 499-508.
20. Caroli A., Pagnacco G., Rognoni G., Sanna S. 1993 - Il miglioramento genetico della qualità del latte ovi-caprino nella pratica di allevamento. Atti III Conv. "Qualità del latte ovino e caprino". Ed. P. Brandano & A. Serra, Sassari 20 Ottobre: 9-16.
21. Casals R., Caja G., Such X., Torre C., Calsamiglia S. 1999 - Effects of calcium soaps and rumen undegradable protein on the milk production and composition of dairy ewes. J. Dairy Res., 66 (2): 177-191.
22. Casoli C., Pauselli M., Morgante M., Ranucci S., Duranti E., Mehrabi H. 1992 - Comportamento reologico del latte ovino in rapporto alle caratteristiche chimico-fisiche e cellulari. Atti 10° Congr. Naz. SIPAOC: 250-251.
23. Casper J.L., Wendorff W.L., Thomas D.L. 1998 - Seasonal changes in protein composition of whey from commercial manufacture of caprine and ovine specialty cheeses. J. Dairy Sci., 81: 3117-3122.
24. Casu S. 1989 - Gli ovini da latte. Miglioramento genetico degli animali domestici. Ed. Reda, Roma: 143-150.
25. Casu S., Marcialis A. 1966 - Contributo alla conoscenza delle relazioni fra composizione del latte e resa in formaggio di tipo pecorino romano. Sci. Tecn. Latt.-cas., 17: 204-213.
26. Cavani C., Bianconi L., Manfredini M., Rizzi L., Zarri M.C. 1991 - Effects of a complete diet on the qualitative characteristics of ewe milk and cheese. Small Rum. Res., 5: 273-284.
27. Chiofalo V., Maldonato R., Latona F., Savoini G., Capogreco B. 1998 - Effetto dell'integrazione nella dieta con vitamina E sulle caratteristiche quanti-qualitative e sul contenuto in cellule somatiche del latte ovino. Atti Congr. Naz. SIPAOC, 13: 35-38.
28. Chiofalo V., Savoini G., Chiofalo L. 1996 - Variation of milk yield and quality in lactation ewes by using rumen-protected aminoacids. Atti XXXIII Simp. Int. Zootecnia "Food and Health. Role of Animal Products", Milano, 13 settembre 1996.
29. Chiofalo V., Savoini G., Micari P., Zumbo A., Bontempo V., Ziino M. 1993 - Impiego di differenti fonti energetiche per l'alimentazione della pecora: effetti sulle caratteristiche quanti-qualitative del latte. Atti X Congr. Naz. ASPA: 339-344.

30. Chiofalo V., Savoini G., Zumbo A., Dell'Orto V. 1995 - Effetto di due differenti dosaggi di somatotropina bovina ricombinante (rbST) sulla quanti-qualità di latte in pecore alimentate con diete contenenti saponi di calcio. Atti XI Congr. Naz. ASPA: 291-292.
31. Comendador F.J., Nardo N., Bertone A., Maurizi A., Quaglia G. 1996 - Effect of ultrafiltration on functional properties of sheep milk "scotta". Sci. Tec. Latt.-cas., 47 (2): 103-112.
32. Cowan R.T., Robinson J.J., Fraser C. 1979 - Effect of protein content of the diet on feed intake and milk yield of ewes in early lactation. An. Prod., 28: 453.
33. Cowan R.T., Robinson J.J., McHattie I., Pennie K. 1981 - Effects of protein concentration in the diet on milk yield, change in body composition and the efficiency of utilization of body tissue for milk production in ewes. Anim. Prod., 33: 111-120.
34. Cuccuru C., Zucconi A., Caria A., Ruffo G., Contini A. 1994 - Analysis of risk for somatic cell count in ewes: enviromental, managment and microbiological factors. Atti Int. Symposium: "Somatic Cells and Milk of Small Ruminants", Bella, 25-27 settembre: 174-180.
35. Cuesta P.A., McDowell L.R., Kunkle W.E., Wilkinson N.S., Martin F.G. 1995 - Effects of hight-dose prepartum injection of Se and vitamin E on milk and serum concentrations in ewes. Small Rum. Res., 18: 99-103.
36. Deiana P. 1991 - Residui di pesticidi e procesi di trasformazione del latte. L'industria del latte. XXVII, 2: 3-32
37. Deiana P., Lodi R., Malaspina P., Caredda M. 1993 - Influenza dell'alimentazione sul contenuto in anaerobi sporigeni nel latte di pecora. Il Latte: 1223-1229.
38. Dhiman T.R., Anand G.R., Satter L.D., Pariza M.W. 1999 - Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. J. Dairy Sci., 82: 2146-2156.
39. Dumont J.P., Adda J. 1978 - Occurrence of sesquiterpenes in mountain cheese volatiles. J. Agric. Food Chem., 26 (2): 364-367.
40. Duranti E., Casoli C. 1991 - Variazione della composizione azotata e dei parametri lattodinamografici del latte di pecora in funzione del contenuto di cellule somatiche. Zoot. Nutr. Anim., 17 (2): 99-105.
41. Farid M.F.A., Hassam N.I., Zein G.N., Moussa A.A., Ghita E.I. 1979 - Effect of feeding urea to lactating ewes on fatty acid composition of milk lipidis. Worl Rev. Anim. Prod., 15: 17-21.
42. Fegeros K., Zervas G., Stamouli S., Apostolaki E. 1995 - Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactacting ewes. J. Dairy Sci., 78 (5): 1116-1121.
43. Freetly H.C., Ferrell, C.L. 1999 - Relationship of portal-drained viscera and liver net flux of glucose, lactate, volatile fatty acids, and nitrogen metabolites to milk production in the ewe. J. Dairy Sci., 82: 597-604.

44. Galtier P. 1991 - Pharmacokinetics of ochratoxin A in animals. IARC Sci. Publ. (115): 187-200.

45. Gerson T., Jihn A., King A.S.D. 1985 - The effects of dietary starch and fibre on the in vitro rates of lipolysis and hydrogenation by sheep rumen digesta. J. Agric. Sci. (Camb.): 105, 27.

46. Gonzalez J.S., Robinson J.J., McHattie I. 1984 - The effect of level of feeding on the response of lactating ewes to dietary supplements of fish meal. Anim. Prod., 40: 39-45.

47. Griinari J.M., Corl B.A., Lacy S.H., Chouinard P.Y., Nurmela K.V., Bauman D.E. (2000) - Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. J. Nutr., 130 (9): 2285-2291.

48. Griinari M. 1998 - Trans fatty acids in milk fat. Int. Work. "Health benefits of old and novel compounds in milk", 2-3rd November 1998, Utrecht, Netherlands.

49. Ha Y.L., Grimm N.K., Pariza M.W. 1989 - Newly recognized anticarcinogenic fatty acids, identification and quantification in natural and processed cheeses. J. Agric. Food Chem., 37: 75-81.

50. Höhler D., Südekum K.H., Wolffram S., Frohlich A.A., Marquardt R.R. 1999 - Metabolism and excretion of ochratoxin A fed to sheep. J. Anim. Sci., 77: 1217-1223.

51. Imparato E., Castellano V., Esposito M., Oliviero G. 1999 - Pesticidi negli alimenti per uso zootecnico: risultati di tre anni di indagini. Boll. Chim. Igien. 50: 129-132.

52. Jiang J., Bjoerck L., Fonden R., Emanuelson M. 1996 - Occurence of Conjugated cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk, effectts of feed and dietary regimen. J. Dairy Sci., 79: 438-445.

53. Kelly L.M., Bauman D.E. 1996 - Conjugated linoleic acid, a potent anticarcinogen found in milk fat. 58th Proc. of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, October 22-24, Rochester, NY: 68-74.

54. Kiessling K.H., Pettersson H., Sandholm K., Olsen M. 1984 - Metabolism of aflatoxin, ochratoxin, zearalenone, and three trichothecenes by intact rumen fluid, rumen protozoa, and rumen bacteria. Appl. Environ. Microbiol., 47(5): 1070-1073.

55. Kim Ha J., Lindsay R.C. 1991 - Contributions of cows, sheep, and goat milks to characterizing branched-chain fatty acid and phenolic flavours in varietal cheeses. J. Dairy Sci., 74: 3267-3274.

56. Kuiper-Goodman T., Scott P.M. 1989 - Risk assessement of mycotoxin ochratoxin A., Biomed. Environ. Sci., 2(3): 179-248.

57. Lai P., Falchi-Delitala L. 1982 - Composizione chimica di Thymus herba barona (L.): presumibili riflessi sugli animali in produzione zootecnica. Il Nuovo Progresso Veterinario, (3): 15.

58. Lai P., Pisanu S., Falchi-Delitala L. 1983 - Ricerche sull'attività antimicrobica del latte di pecore alimentate con Thymus herba barona loisel. Il Latte, 8: 442-445.

59. Larsson P., Busk L., Tjalve H. 1994 - Hepatic and extrahepatic bioactivation and GSH conjugation of aflatoxin B1 in sheep. Carcinogenesis, 15 (5): 947-955.

60. Leto G., Todaro M., Fulco A., Portolano B., Di Noto A.M., Alicata M.L. 2000 - Effetti dell'insilato di sulla (Hedisarium coronarium L.) in rotoballe fasciate sulle caratteristiche quanti-qualitative del latte e del formaggio di pecora. Zoot. Nutr. Anim., 26: 39-48.

61. Lin H., Boylston T.D., Chang M.J., Luedecke L.O., Shultz T.D. 1995 - Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. J. Dairy Sci., 78: 2358-2365.

62. Lodi R., Carini S. 1993 - Il miglioramento della qualità microbiologica del latte per la valorizzazione dei prodotti tipici. Atti Seminario permanente qualità del latte ovino e caprino, Sassari 20 ottobre: 61-66.

63. Luquet, F.M. 1985 - «Laits et produits latiéres. I. Les laits.». Tecnique et Documentation - Lavoisier, Paris.

64. Manfredini M., Cavani C., Chiarini R., Sanguinetti V., Zarri M.C. 1987 - Effetti dell' insilato di mais sulle caratteristiche qualitative del latte e del formaggio di pecora. Zoot. Nutr. Anim., 13: 21-28.

65. Manfredini M., Tassinari M., Zarri M.P. 1992 - Caratteristiche chimico-fisiche, contenuto in cellule somatiche ed attitudine alla coagulazione di latte individuale di pecore allevate in Emilia-Romagna. Sci. Tec. Latt.-cas., 43 (2): 113-125.

66. Marquardt R.R., Frohlich A., Abramson D. 1990 - Ochratoxin A: an important western Canadian storage mycotoxin. Can J. Physiol. Pharmacol., 68 (7): 991-999.

67. Martini M., Rapaccini S., Giuliotti L. 1999 - Coagulation properties of Massese sheep milk: effects of feeding management. Atti XIII Congr. Naz. ASPA: 487-489.

68. McGuire M.A., McGuire M.K., McGuire M.S., Grinari J.M. 1997 - Bovinic acid, the natural CLA. 59th Proc. of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, October 21-23, Rochester, NY: 217-226.

69. Moio L., Dekimpe J., Etievant P.X., Addeo F. 1993 a - Neutral volatile compounds in the raw milks from different species. J. Dairy Res., 60: 199-213.

70. Moio L., Langlois D., Etievant P.X., Addeo F. 1993 b - Powerful odorants in bovine, ovine, caprine and water buffalo milk determined by means of gas chromatography-olfactometry. J. Dairy Res., 60: 215-222.

71. Moio L., Rillo L., Ledda A., Addeo F. 1996 - Odorous constituents of ovine milk in relationship to diet. J. Dairy Sci., 79: 1322-1331.

72. Morgante M., Beghelli D., Pauselli M., Dall'Ara P., Capuccella M., Ranucci S. 1999 - Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on mammary health and milk cell counts in dairy ewes. J. Dairy Sci., 82 (3): 623-631.

73. Morgante M., Beghelli D., Ranucci S., Pauselli M., Casoli C., Duranti E. 1995 - Effects of selenium and vitamin E administration on ewe mammary health: preliminary results. XXX Symp. Int. Zootecnica "Reproduction & Animal Breeding Advances and Strategy": 419-420.

74. Munksgaard L., Larsen J., Werner H., Andersen P.E., Viuf B.T. 1987 - Carry over of aflatoxin from cows' feed to milk and milk products. Milchwissenschaft, 42 (3): 165-167.

75. Muscio A., Marsico G., Centoducati P. 1983 - La qualità del latte di pecore alimentate con insilato di mais. Ann. Fac. Agr. Univ. Bari, 33: 71-79.

76. Nabney J., Burbage M.B., R., Lewis G. 1967 - Metabolism of aflatoxin in sheep: excretion pattern in the lactating ewe. Food Cosmet. Toxicol., 5: 11-17.

77. Naitana S., Nuvole P., Marongiu A. 1992 - Lattazione. In Fisiologia degli animali domestici con elementi di etologia. Ed. Aguggini G., Beghelli V., Giulio L.F., UTET, Torino: 781-808.

78. Oddy V.H. 1978 - Milk production in ewes fe high grain diets. Daiy Sci. Abstr., 42: 4088 (Abstr.).

79. Oliveri R., Corrao A., Casuccio A., Scalici M., Gullotti A. 1988 - Pesticidi clororganici in campioni di latte di ovini stanziali nelle zone di Marsala utilizzate per colture protette. Nuovi Annali di Igiene e Microbiologia. XXXIX, 191: 191-201.

80. Palo V. 1983 - Distribution of aroma in fractioned fat in slovak ewe's cheese. Dairy Sci. Abstr., 45: 4271 (Abstr.).

81. Parodi P.W. 1977 - Conjugated octadiecadenoic acids of milk fat. J. Dairy Sci., 60: 1550-1553.

82. Parodi P.W. 1999 - Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. J. Dairy Sci., 82: 1339-1349.

83. Paulson G.D., Broderick G.A., Baumann C.A., Pope A.L. 1968 - Effect of feeding sheep selenium fortified trace mineralized salt: effect of thocopherol. J. Anim. Sci., 27 (1): 195-202.

84. Payne E., Rattray P.V. 1980 - The effect of restricted grazing on the fatty acid composition of ovine milk fat during early lactation. British J. Nutr., 44: 47-52.

85. Pena R.N., Folch J.M., Sanchez A., Whitelaw C.B. 1998 - Chromatin structures of goat and sheep beta-lactoglobulin gene differ. Biochem. Biophys. Res. Commun., 252: 649-653.

86. Perez Alba L.M., De Souza Cavalcanti S., Perez Hernandez M., Martinez Marin A., Fernandez Marin G. 1997 - Calcium soap of olive fatty acid in the diets of Manchega dairy ewes: effects on digestibility and production. J. Dairy Sci., 80: 3316-3324.

87. Perna A., Gambacorta E., Marsico D., Cosentino E. 1994 - Produttività di pecore comisane sottoposte ad integrazione con aminoacidi ruminoprotetti: I. Latte. Atti Congr. Naz. S.I.P.A.O.C., 11: 451-454.

88. Pirisi A., Murgia A., Scintu M.F. 1994 - Previsione della resa in formaggio pecorino romano e pecorino sardo in funzione del contenuto in proteine e grasso del latte di pecora. Sci. Tec. Latt.-cas., 45 (5): 476-483.

89. Piva G., Fusconi G. 1989 - Come influire sul contenuto in grasso. L'Informatore agrario, 45 (4): 59-65.

90. Polidori F., Baldi A., Cheli F., Pulina G. 1991 - Alimentazione e qualità del latte caprino. III Simp Int. Zootec. "Qualità del latte ovino-caprino", Varese, 9 dicembre 1991: 105-134.

91. Poulton S.G., Ashton W.M. 1972 - Studies on ewe's milk V. The effect of high cereal diets on ewes and on the yield of milk and milk constituents. J. Agric. Sci., Camb., 54: 353-359.

92. Prasad T., Kundu M.S. 1995 - Serum IgG and IgM responses to sheep red blood cells (SRBC) in weaned calves fed milk supplemented with Zn and Cu. Nutrition, 11 (5 Suppl): 712-715.

93. Prelusky D.B., Veira D.M., Trenholm H.L., Foster B.C. 1987 - Metabolic fate and elimination in milk, urine and bile of deoxynivalenol following administration to lactating sheep. J. Environ. Sci. Health B., 22 (2): 125-148.

94. Pulina G., Nudda A., Battacone G., Rassu S.P.G., Cappio-Borlino A. 2000 - Il problema del pagamento del latte ovino secondo la qualità. L'Informatore Agrario, 21: 57-61.

95. Pulina G., Rassu S.P.G. 1991 - Qualita del latte, occhio all'alimentazione. L'Informatore Zootecnico 38 (24): 28-34.

96. Pulina G., Rossi G., Cannas A., Papoff C.M., Campus R.L. 1990a - Influenza della concentrazione proteica della razione sulla produzione quanti-qualitativa di latte in pecore di razza Sarda. Agricoltura Ricerca, 105: 65-70.

97. Pulina G., Serra A., Campus R.L., Papoff C.M. 1990b - Effetto della grassatura e della concentrazione proteica della razione sulla composizione acidica del grasso del latte di pecore di razza Sarda. Atti 9° Congr. Naz. SIPAOC, Grado (Italia) 20-22 giugno: 3.3.

98. Pulina G., Serra A., Macciotta N.P.P., Nudda A. 1993 - La produzione continua di latte nella specie ovina in ambiente mediterraneo. Atti X Congr. Naz. ASPA: 353-356.

99. Rossi G., Pulina G. 1991 - Il ruolo dell'alimentazione nella composizione lipidica del latte ovino. L'informatore Agrario, 47: 1-5.

100. Rossi G., Pulina G., Cannas A. 1988 - Alimentazione bilanciata per avere più latte. L'Informatore Zootecnico, 36: 41-44.

101. Rossi G., Serra A., Pulina G., Cannas A., Brandano P. 1991 - L'impiego di un alimento unico pellettato (Unipellet) nell'alimentazione della pecora da latte: 1 Influenza della grassatura e del livello proteico sulla produzione quanti-qualitativa di latte in pecore di razza Sarda. Zoot. Nutr. Anim., 17: 23-34.

102. Rubino R., Claps S. 1999 - Sistemi alimentari e qualità del latte e dei formaggi di pecore e capre. Atti Seminario SIPAOC "Le produzioni ovine e caprine alle soglie del terzo millennio", Perugia 26 Novembre: 27-40.

103. Russel J.R., Chow J.M. 1993 - Another theory for the action of ruminal buffer salts: decrease starch fermentation and propionate production. J. Dairy Sci., 76: 826-830.

104. Scintu M.F., Pirisi A., Podda F., Sanna S., Ledda A. 1990 - Alimentazione della pecora da latte con la tecnica "unifeed": caratteristiche del latte prodotto. Primi risultati. Atti IX Congr. Naz. S.I.P.A.O.C., Grado 20-22 giugno 1990: 3.4.

105. Serra A., Nudda A., Pulina G., Cannas A. 1995 - Effects of concentrate fiber content and lambing season on summer milk quality of dairy ewes on stubble grazing. Atti XI Congr. Naz. ASPA: 283-284.

106. Sevi A., Rotunno T., Di Caterina R., Muscio A. 1998 – Rumen-protected methionine or lysine supplementation of Comisana ewes' diets: effect on milk fatty acid composition. J. Dairy Res., 65 (3): 413-422.

107. Skaug M.A. 1999 - Analysis of Norwegian milk and infant formulas for ochratoxin A. Food Addit. Contam., 16 (2): 75-78.

108. Sreemannarayana O., Frohlich A.A., Vitti T.G., Marquardt R.R., Abramson D. 1988 - Studies of the tolerance and disposition of ochratoxin A in young calves. J. Anim. Sci., 66 (7): 1703-1711.

109. Storry J.E. 1988 - The effect of dietary fat on milk composition. In Recent developments in ruminant nutrition. Ed. Butterworths: 111-141.

110. Storry J.E., Alistair S.G., Millard D., Owen A.J., Ford G.D. 1983 - Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminants. J. Dairy Res. 50: 215-229.

111. Sukhija P.S., Palmquist D.L. 1990 - Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. J. Dairy Sci., 73 (7): 1784-1787.

112. Trucksess M.W., Richard J.L., Stoloff L., Mcdonald J.S., Brumley W. C. 1983 - Absorption and distribution patterns of aflatoxicol and aflatoxins B1 and M1 in blood and milk of cows given aflatoxin B1. Am. J. Vet. Res., 44 (9): 1753-1756.

113. Ucci E. 1945 - Correlazioni fra il contenuto in sostanza secca ed in lipidi del latte di pecora ed il rendimento in pecorino romano. Ann. Istituto Sperimentale per la Zootecnia, 3: 469-474.

114. Urbach G. 1990 - Effect of feed on flavor in dairy foods. J. Dairy Sci., 73: 3639-3650.

115. Van Soest P.J. 1994 - Nutritional ecology of the ruminant. Second edition, Cornell University Press, Ithaca & London.

116. Veldman A., Meijs J.A.C., Borggreve G.J., Heeres-van der Tol J.J. 1992 - Carry-over of aflatoxin from cows' food to milk. Anim. Prod., 55: 163-168.

117. Woodford J.A., Jorgensen N.A., Barrington G.P. 1986 - Impact of dietary fiber and physical form on performances of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 69: 1035-1047.

118. Wu Z., Ohajuruka O.A., Palmquist D.L. 1991 - Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. J. Dairy Sci., 74: 3025-3034

119. Xiao H., Marquardt R.R., Frohlich A.A., Phillips G.D., Vitti T.G. 1991 - Effect of hay and a grain diet on the bioavailability of ochratoxin A in the rumen of sheep. J. Anim. Sci., 69(9): 3715-3723.

Capitolo 8

L'ALIMENTAZIONE DEI GIOVANI

Paolo Brandano* e Alfio Lanza**
**Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari*
*** Dipartimento di Scienze Agronomiche, Agrochimiche e delle Produzioni Animali, Università di Catania*

L'allevamento dei giovani ovini da latte, pur essendo praticato con tecniche differenti a seconda del tipo di conduzione (intensivo e prevalentemente stallino oppure estensivo e con largo ricorso al pascolamento) , è caratterizzato sempre dalle seguenti 4 fasi: cure neonatali e periodo colostrale, allattamento, svezzamento e allevamento della rimonta.

8.1. Le cure neonatali e la fase colostrale

L'agnello appena nato *(neonato)* ha bisogno delle prime cure, dette appunto neonatali, che dovrebbero riguardare essenzialmente: la ripulitura dall'eventuale liquido amniotico accumulatosi nella bocca e/o nelle narici durante l'ultima fase fetale, da eseguirsi a mano posizionando, se necessario, il neonato verticalmente e con la testa rivolta verso il basso; l'asciugamento del corpo, sempre bagnato da liquido amniotico, con della paglia asciutta e pulita o meglio con uno straccio assorbente; la predisposizione di lettiera in uno stallo apposito, riparato dalle correnti d'aria e con temperatura dell'ambiente intorno ai 20÷22 °C; la somministrazione, entro le prime ore di vita, del colostro, possibilmente materno oppure di allevamento oppure, in subordine, artificiale; la separazione entro le 48 ore del neonato dalla madre, ovviamente soltanto in caso di allattamento artificiale, onde evitare sia l'instaurazione di legami affettivi fra madre e figlio che renderebbero più traumatica la successiva separazione, sia la possibilità di trasmissione di eventuali malattie infettive.
Di queste operazioni la più importante è, ovviamente, la somministrazione tempestiva del colostro entro le prime ore di vita e per una durata di almeno 18÷36 ore.
Il *colostro* è la prima secrezione mammaria, che incomincia normalmente già prima del parto (talvolta anche all'inizio dell'ultima settimana di gravidanza) e

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 233-248

cessa completamente al 4°÷5° giorno di lattazione a causa della sua trasformazione definitiva in latte. Esso, nell'alimentazione del neonato, svolge le tre funzioni seguenti: alimentare, lassativa e immunitaria.
La funzione *alimentare* è dovuta al suo alto contenuto in principi nutritivi che, variabile con la razza e con l'individuo, è mediamente quello riportato nella Tabella 8.1.

Tabella 8.1. - Evoluzione della composizione chimica media del colostro di pecore Massesi

	Distanza dal parto in ore		
	1	**12**	**24**
Residuo secco (%)	29,6	25,3	22,6
Grasso (%)	10,5	9,2	8,8
SAT* (%)	15,9	12,3	9,4
Caseine (%)	6,0	5,4	5,2
Sieroproteine (%)	9,5	6,4	3,7
Lattosio (%)	2,8	3,7	4,3
Ceneri (%)	1,4	0,9	0,9
pH	6,37	6,42	6,50
Densità	1,056	1,046	1,042

* SAT = Sostanze Azotate Totali (Nx6,38)

da Casoli C., Duranti E., Morbidini L., Panella F. (1987) – Il Latte, 12: 1046-1050

La funzione lassativa è dovuta invece alla presenza di alcune sostanze minerali (in particolare Mg) che esercitano la loro azione sull'intestino del neonato, liberandolo dal meconio, che è l'insieme delle feci e dei prodotti catabolici accumulativisi durante la vita intrauterina.
La funzione immunitaria è quella più importante ed è data dalla presenza di immunoglobuline specifiche (λ globuline) nel colostro materno, le quali, nelle prime ore di vita del neonato, sono assorbite come tali direttamente dall'intestino, senza cioè essere digerite a livello gastrico. L'assorbimento è molto elevato e rapido nell'animale giovanissimo (entro le prime 6 ore di vita), si riduce progressivamente già dal primo giorno e cessa entro le 36÷48 h, in quanto anche le globuline, seguendo, dopo il secondo giorno, la sorte di tutte le altre proteine, sono digerite a livello gastrico.
La indispensabilità del colostro nell'alimentazione della prima fase di vita degli ovini è dovuta alla impermeabilità della loro placenta, al contrario di altre spe-

cie, agli anticorpi materni. L'immunità passiva, non acquisibile dal neonato durante la vita fetale, deve pertanto essere trasmessa dal colostro, possibilmente materno, in attesa che il giovane realizzi direttamente quella attiva.
La concentrazione immunoglobulinica del colostro è massima nei primi 2 giorni dal parto, nelle femmine pluripare ed in quelle nelle quali la durata dell'asciutta sia stata di almeno 2 mesi . L'assorbimento diretto delle λ globuline per via intestinale sotto forma di macromolecole proteiche è dovuto alla scarsa produzione abomasale di enzimi proteolitici e di acido cloridrico ed alla grande permeabilità della mucosa intestinale nei primi giorni e soprattutto nelle prime ore di vita del neonato.
La somministrazione del colostro è praticata: a volontà e per 5÷6 volte al giorno, nel caso dell'allattamento naturale (in cui il neonato poppa il latte materno per tutto il periodo dell'allattamento); per mezzo di biberon per almeno 3 volte al giorno ed in quantità del 4÷5% del peso corporeo dell'animale per volta (0,15÷0,20 l per somministrazione, corrispondenti a 0,5÷0,6 l/d) nel caso dell'allattamento artificiale (in cui il latte materno è sostituito dal succedaneo).
Qualora non si disponga, per qualunque causa (morte della madre al parto oppure assenza o ritardo della secrezione lattea), di colostro materno, si deve ricorrere: preferibilmente, a colostro di femmine dell'allevamento (che deve essere prelevato, immediatamente dopo il parto, da animali di buona produzione e conservato, surgelato, in azienda anche per 1÷2 mesi), in quanto provvisto di anticorpi specifici contro le più diffuse infezioni dell'allevamento; oppure a colostro artificiale che viene preparato con latte, tuorlo d'uovo e antibiotici e conservato refrigerato in azienda. Un trattamento termico opportuno (alta oppure bassa temperatura) potrebbe risolvere i problemi legati alla trasmissione lattogena di malattie parassitarie (ascaridiosi).
Lo scolostramento, che consiste nella soppressione della somministrazione del colostro e nel passaggio alla somministrazione del latte (naturale oppure ricostituito), è forzatamente sempre graduale nell'allattamento naturale, ma deve esserlo anche nell'allattamento artificiale: la somministrazione di solo latte deve avvenire soltanto dopo il 2°÷3° giorno di età.
Poiché in questa fase, nonostante l'immunità passiva conferita dal colostro, il neonato è particolarmente sensibile alle infezioni neonatali (enterotossiemia, setticemia e colibacillosi), queste devono essere prevenute tempestivamente con la vaccinazione materna a base di vaccini stabulogeni e/o con la vaccinazione del neonato a base di vaccini specifici e con la somministrazione, in dosi massicce, di vitamine A, D, E.

8.2. L'allattamento

Ricevute le prime cure neonatali e superata la fase colostrale, il neonato deve essere allattato, per un periodo più o meno lungo (di norma 5÷6 settimane), esclusivamente o quasi esclusivamente con latte (che può essere quello materno o comunque della stessa specie) oppure con un suo succedaneo, per la sua incapacità a digerire e quindi ad utilizzare proficuamente, almeno in questa prima fase della vita, alimenti diversi dal latte. Sino al completo svezzamento, infatti, anche gli ovini hanno un comportamento alimentare molto simile a quello dei monogastrici; l'unico stomaco funzionante è di fatto quello vero, l'abomaso, il cui volume costituisce il 70% dell'intero apparato gastrico (il complesso rumine-reticolo e l'omaso costituiscono il restante 30%) ed in cui, attraverso il meccanismo di chiusura della doccia esofagea che collega direttamente l'esofago con l'abomaso senza la intermediazione del passaggio nei prestomaci, il latte poppato perviene direttamente dalla bocca.
Per quanto riguarda la digestione del latte o di un suo succedaneo, a livello sia gastrico che intestinale, gli ovini non si differenziano da tutti gli altri mammiferi giovani.
Fra le proteine: la caseina, che ne costituisce il componente principale (82÷83% sulla proteina vera e 75 ÷ 80% sulla SAT), subisce nell'abomaso la coagulazione immediata e la prima digestione ad opera della rennina o chimosina (proteasi specifica della caseina, che può agire anche a pH subacido e nelle prime settimane di vita dell'animale) e secondariamente e successivamente della pepsina (proteasi non specifica, che agisce soltanto a pH molto basso e dopo le prime settimane di vita); le sieroproteine (albumina e globulina) invece, sfuggendo all'azione della chimosina e della pepsina, transitano inattaccate verso l'intestino, ove subiscono l'azione della tripsina pancreatica.
Fra i glucidi, costituiti quasi esclusivamente da lattosio (glucosio + galattosio) nel latte ed anche da amido e da saccarosio nei succedanei: il lattosio è digerito quasi completamente dalla lattasi intestinale nel duodeno; l'amido ed il saccarosio sono digeriti anch'essi a livello intestinale rispettivamente dall'amilasi pancreatica e dalla saccarasi intestinale (negli ovini manca l'amilasi salivare), ma soltanto dopo una certa età (1÷2 mesi) e comunque in misura ridotta.
I lipidi, dopo aver subito una prima parziale degradazione a livello abomasale ad opera della lipasi, che agisce soprattutto sugli acidi grassi a catena corta, completano la loro digestione a livello intestinale ad opera della lipasi pancreatica, la cui azione è coadiuvata dall'effetto emulsionante dei succhi biliari.
I minerali e le vitamine infine sono assorbiti esclusivamente a livello intestinale.

Qualora venga praticato l'allattamento artificiale, il succedaneo deve contenere, almeno nella prima decade di vita dell'animale, caseina e non altre proteine (la cui digeribilità è di molto inferiore, soprattutto se queste sono di origine vegetale) ma può contenere anche amido, purchè in quantità non superiore al 10% della SS della razione, per evitare turbe intestinali che possono provocare forme diarroiche anche gravi, talvolta ad esito letale.
L'allattamento può essere naturale oppure artificiale.

8.2.1. L'allattamento naturale

L'allattamento naturale consiste nella utilizzazione del latte materno direttamente per mezzo della poppata, durante la prima parte della lattazione. Esso è praticato normalmente negli allevamenti di livello produttivo e tecnico non elevato. Gli agnelli poppano, per tutto il periodo di allattamento, il latte materno seguendo le madri al pascolo per l'intera giornata oppure soltanto durante la notte se restano confinati di giorno. La fase di allattamento si protrae di norma soltanto per la parte iniziale della lattazione, in quanto l'agnello è macellato come agnello da latte oppure è svezzato al raggiungimento di un peso ritenuto idoneo ed il latte è munto sino all'asciugamento della pecora.
Durante questa fase il ritmo di accrescimento dell'agnello dipende, oltreché dalle sue potenzialità di crescita, soprattutto dalla quantità e dalla qualità (contenuti lipidico e proteico) del latte materno e dalla sua disponibilità durante la giornata (numero di poppate giornaliere).

8.2.2. L'allattamento artificiale

L'allattamento artificiale può essere attuato sia con latte naturale che con un suo succedaneo. Nel primo caso, il latte materno o comunque ovino viene somministrato per 2÷3 volte al dì. E' quanto avviene normalmente con agnelli rimasti orfani e con madri che, per qualsiasi ragione, non siano in grado di allevare i propri figli.
Nel secondo caso, in sostituzione del latte materno o della specie, viene somministrato un succedaneo (sostitutivo) che deve rimpiazzare adeguatamente il latte materno o della specie. Prima di descrivere la tecnica di allattamento artificiale è indispensabile però evidenziare le caratteristiche fisiche, chimiche e nutrizionali che i succedanei del latte debbono possedere.

I succedanei del latte

I succedanei del latte sono alimenti in grado di sostituire completamente il latte naturale (materno oppure della specie) durante tutta la fase di allattamento e

derivano, in genere, da sottoprodotti dell'industria lattiero-casearia, ricostituiti in alcuni loro componenti per poter appunto sostituire il latte. Essi debbono avere un prezzo, riferito al succedaneo ricostituito, di molto inferiore (40%) a quello del latte naturale, il quale pertanto, anziché essere usato nell'alimentazione dell'agnello, è più convenientemente impiegato, ovviamente previa mungitura, nell'industria casearia per l'alimentazione umana.
I succedanei fisicamente si presentano sotto forma di farine lattee, che devono essere molto solubili per poter essere rinvenute in acqua al momento del loro impiego, e sono costituiti fondamentalmente: per il 60÷75% da latte magro in polvere, che è il residuo della sgrassatura del latte bovino utilizzato per la produzione del burro; per il 5÷10% da siero di latte, che è il residuo della lavorazione del formaggio (entrambi vengono essiccati con diversi metodi); per il 15÷25% da grassi prevalentemente animali, derivati in genere dai residui della lavorazione delle carni.
Il latte magro in polvere può essere ottenuto per essiccazione o per disidratazione, effettuata con procedimento meccanico su rulli controrotanti surriscaldati a 100 °C (metodo roller) oppure con procedimento di nebulizzazione in torre di depressione (metodo spray).
Con il secondo sistema di disidratazione – grazie al preriscaldamento a 55÷60 °C, alla minore durata del riscaldamento ed al miglior controllo della temperatura – si ottiene, rispetto al primo, una polvere molto più sottile e quindi più solubile, più coagulabile e di conseguenza più digeribile, e di valore biologico e quindi nutrizionale superiore, sia per la minore denaturazione delle proteine in generale e degli aminoacidi solforati in particolare (metionina e cistina), sia per la maggiore stabilità della lisina e sia, infine, per la minore caramellizzazione del lattosio.
La qualità del latte magro in polvere può essere valutata in base: al contenuto in lisina utilizzabile rispetto a quello in lisina totale, che non deve essere inferiore all'80% (2,4% *vs* 3% sulla SS); al contenuto in caseina, che non deve essere inferiore al 2,5 ÷ 3% della SS; al tempo di coagulazione, alla solubilità e all'acidità.
A causa del suo elevato costo di produzione, il latte magro in polvere è purtroppo spesso sostituito, almeno parzialmente, con prodotti alternativi (i cosiddetti "latti senza latte"), la cui composizione proteica però, essendo diversa dalla caseina contenuta nel latte, può ridurne la digeribilità. Nella scelta del succedaneo occorre quindi tener conto della fonte proteica impiegata, che può essere: la farina di soia, la farina di pesce e il siero di latte.
La farina di soia, per poter essere utilizzata senza inconvenienti come integratore proteico del succedaneo del latte, deve essere preventivamente disidratata,

integrata con metionina e, per disattivarne i fattori antipepsinici ed emoagglutinanti in essa contenuti, sottoposta a trattamento termico di tostatura oppure chimico (farina fiore di soia), a successiva estrazione degli oligosaccaridi residui che, essendo meno digeribili del lattosio, possono provocare turbe digestive intestinali (concentrato proteico di soia) e infine ulteriormente trattata con soluzioni prima alcaline e poi acide (isolato e proteinato di soia).
La farina di pesce, sia come concentrato proteico di pesce che come idrolizzato proteico di pesce, è caratterizzata da un elevato contenuto in aminoacidi solforati, ma da un basso contenuto in altri aminoacidi importanti, oltre che da un costo elevato e, in genere, da un odore sgradevole.
Il siero di latte, residuo della coagulazione del latte bovino per la produzione del formaggio, è usato prevalentemente nell'alimentazione suina ed in quella dei bovini adulti; esso può essere impiegato anche in sostituzione, purchè però soltanto parziale, del latte magro. A causa del basso contenuto caseinico (2÷3‰ *vs* 2÷3%) e dell'eccessivo contenuto in lattosio (70% *vs* 40 % della SS), è utilizzato preferibilmente come siero delattosato (latte senza latte) oppure come concentrato proteico di siero.
La grassatura del succedaneo, indispensabile per ricostituire il contenuto lipidico del latte magro in polvere sino al 20÷30% della sua s.s., è praticata con grassi ovviamente diversi da quelli naturali del latte, ma caratterizzati da una composizione simile a quella del latte naturale oltre che da basso costo, da basso punto di fusione, da facile emulsionabilità, da elevata digeribilità e da ottima conservabilità.
La composizione dei grassi è simile a quella naturale quando gli acidi grassi del succedaneo sono costituiti per il 10 ÷ 20% da acidi a catena corta (C4 ÷ C10), per il 40÷50% da acidi a catena lunga saturi (C14 ÷ C18) e per il 30÷40 % da acidi a catena lunga insaturi ($C18_{1-3}$).
Il costo è mantenuto basso grazie all'impiego di grassi animali derivati dall'industria delle carni (sego bovino principalmente) e/o di grassi vegetali (cocco, palma, soia, etc.). Il punto di fusione, che è legato alla lunghezza della catena acidica e al suo grado di insaturazione (numero di doppi legami), non deve essere superiore alla temperatura corporea dell'animale (40 °C). La emulsionabilità è favorita dall'aggiunta di sostanze emulsionanti o tensioattive (la lecitina di soia è ottima ma costosa, i sucrogliceridi sono invece meno costosi). La digeribilità è legata al diametro dei globuli del grasso (che non dovrebbe superare i 5 μm), alla struttura degli acidi grassi (lunghezza della catena e numero di insaturazione), al grado di omogeneizzazione (tipo di processo di grassatura), alla purezza del grasso (raffinazione, deodorazione e decolorazione) e infine all'età dell'animale da cui il grasso proviene.

La conservabilità è garantita dall'assenza di processi di alterazione del grasso, che possono essere: l'inacidimento, dovuto a idrolisi, anche parziale, del trigliceride con liberazione dell'acido grasso che lo compone (l'acidità libera, espressa convenzionalmente in acido oleico, non deve superare il 5% del contenuto lipidico); la perossidazione od ossidazione dei doppi legami degli acidi grassi insaturi in presenza di umidità e di temperature elevate, che provoca distruzione della vitamina E (il suo valore, espresso in meq di O_2 attivo/kg di grasso, non deve essere superiore a 3); l'irrancidimento o polimerizzazione dei perossidi – molto dannoso per la salute animale e valutato con il contenuto in acido barbiturico – che è prevenuto con l'aggiunta di un antiossidante (Vit. E, Vit. C, Se, Butilidrossitoluene, BHT in dose dell'1‰) oppure con la idrogenazione degli acidi polinsaturi ($C18_{2\text{-}3}$) a monoinsaturi (C 18:1) che sono più stabili ma che, avendo un punto di fusione più basso, debbono essere ben emulsionati.
La grassatura è attuata industrialmente con tre sistemi: meccanico, che, originando succedanei poco idrofili, richiede temperatura di ricostituzione elevata (50÷60 °C); pneumatico, che, originando particelle abbastanza sottili, richiede una temperatura di ricostituzione quasi corporea (40÷45 °C); spray, che, originando succedanei idrofili e particelle molto sottili, richiede temperature di ricostituzione anche ambientali (18÷20 °C).
Il lattosio, che è il glucide meglio utilizzato dal lattante, può pervenire nel succedaneo o dal latte magro, che ne contiene il 50%, oppure dal siero di latte, che ne contiene il 70%. Il primo non ha limitazioni quantitative; il secondo non dovrebbe superare il 15% nei succedanei tradizionali ed il 50% in quelli cosiddetti "senza latte"; in tutti i casi non deve contenere oltre il 2% di acido lattico. Il lattosio difficilmente può essere sostituito del tutto in quanto: il glucosio, che sarebbe ottimo, è troppo costoso; l'amido, che è poco costoso, è indigeribile. I prodotti di idrolisi dell'amido possono invece essere impiegati, ma gradualmente, purchè in quantità non superiore al 50% e con lattanti in età avanzata (1÷1,5 mesi) per evitare complicazioni intestinali (stipsi e/o diarrea).
L'integrazione del succedaneo è completata con l'impiego di vitamine liposolubili (A, nella dose di 60.000÷100.000 U.I./kg; D, nella dose di 5.000÷15.000 U.I./kg; E, nella dose di 10÷20 mg/kg) e idrosolubili (B1, B2), di elementi minerali (Mg, Co, Cu), di aminoacidi (lisina, metionina) e di antibiotici a lento effetto e a basso dosaggio (Virginiamicina, Flavomicina, Bacitracina, Spiramicina) per prevenire infezioni neonatali (Colibacillosi etc.).
La composizione del succedaneo per agnelli deve essere tale che, una volta che esso sia stato rinvenuto in acqua alla concentrazione opportuna, questa rassomigli il più possibile a quella del latte naturale. La farina lattea – confezionata in genere in sac-

chi di kg 25, cellofanati per evitare l'infiltrazione dell'umidità – è composta per il 3÷5% da acqua e per il 95÷97% da sostanza secca, di cui il 20÷30% lipidi, il 20÷25% proteine, il 35÷40% glucidi e l'8÷10% minerali e vitamine.

La somministrazione del succedaneo.
Essa è praticata con modalità e tecniche variabili con la destinazione produttiva (allevamento oppure ingrassamento). I parametri principali da considerare sono: la concentrazione, la quantità, la temperatura di erogazione, la modalità di distribuzione.
La concentrazione o diluizione del succedaneo è la quantità, sempre espressa in peso (kg), di succedaneo da disciogliere nell'unità di volume (l) oppure di peso (kg) di acqua. A seconda della grandezza cui si fa riferimento (l oppure kg) per l'acqua, la stessa concentrazione assume valori diversi: ad esempio 200 g di farina disciolta in un litro o kg di acqua, rappresentano contemporaneamente il 20% (peso/volume) ed il 18% (peso/peso).
Allo scopo di evitare il rischio della confusione è bene esprimere la concentrazione sempre come rapporto fra il peso del succedaneo ed il volume dell'acqua.
La concentrazione, che varia con la destinazione produttiva, deve però essere tale da soddisfare sempre le esigenze nutritive dell'agnello senza superarne la capacità di ingestione; è in genere più elevata per animali destinati all'ingrassamento latteo (24%) e più bassa per animali destinati allo svezzamento (20%) (qualunque sia la loro destinazione successiva: allevamento per la rimonta oppure ingrassamento per la macellazione nel caso di meticci). Concentrazioni inferiori non soddisferebbero appieno le esigenze nutritive dell'animale, con ripercussioni negative sul suo stato di salute e sul suo ritmo di accrescimento. Concentrazioni superiori potrebbero invece provocare ingrassamento non desiderato, associato inoltre a complicazioni digestive e a costi più elevati.
La quantità da erogare, sia nella giornata che nell'intero periodo di allattamento, dipende, oltreche dalla destinazione produttiva, dalla modalità di distribuzione. Giornalmente si dovrebbe somministrare una quantità di latte pari al 10÷12% del peso corporeo dell'agnello, corrispondente a 0,4÷1,2 l/d di succedaneo rinvenuto ed a 0,08÷0,24 kg/d di farina lattea. Nell'intera fase la quantità di latte ricostituito sarà di 40÷50 l di succedaneo rinvenuto, corrispondente a 8÷10 kg di farina lattea, in 1,5÷2mesi.
La temperatura di erogazione può essere quella di refrigerazione del succedaneo ricostituito (3÷4 °C), quella corporea dell'animale (36÷38 °C), quella ambientale dell'allevamento (18÷20 °C).
Il primo sistema, poiché necessita di un impianto di refrigerazione in grado di

mantenere il succedaneo ricostituito alla temperatura di 3÷4 °C - che è quella massima per evitare fermentazione e sviluppo batterico nella massa e quindi disturbi intestinali gravi agli agnelli - non è più adottato sia per l'elevato indice di conversione ed il conseguente alto costo del succedaneo sia per la indispensabilità di apparecchiature di refrigerazione. Il secondo sistema richiede o la preparazione istantanea del succedaneo con acqua riscaldata a 42÷43 °C e la sua distribuzione immediata oppure la disponibilità di apparecchiature di riscaldamento dell'acqua e di miscelazione e distribuzione automatica del succedaneo ricostituito; esso è comunque il sistema fisiologicamente migliore, anche se è molto costoso e necessita di strutture adeguate. Il terzo sistema è quello più economico, in quanto non richiede attrezzature particolari (è sufficiente infatti soltanto un contenitore o un secchio), ma anche sanitariamente il più pericoloso, per la facilità di fermentazione e di sviluppo dei batteri, e comporta necessariamente o la preparazione e la somministrazione istantanee del succedaneo oppure l'impiego di succedanei particolari (latti acidi) in grado di resistere in buone condizioni dietetiche per almeno 24÷36 ore; questi però, essendo poco appetiti dagli animali, possono essere utilizzati, almeno per il momento, soltanto con soggetti destinati allo svezzamento e non alla macellazione immediata, anche a causa dei bassi ritmi di accrescimento dell'animale allattato e dello scadente sapore e della scarsa consistenza delle sue carni.
La modalità di distribuzione può essere: rispetto alla quantità, volontaria (ad libitum) oppure razionata; rispetto al tempo, continua oppure discontinua. L'apparecchiatura di distribuzione può essere costituita: da un recipiente cilindrico collettivo, provvisto di numerose tettarelle da cui gli agnelli possono poppare a volontà; da gabbie a scomparti unicellulari appositamente costruite; da una autoalimentatrice automatica, provvista di una tramoggia per il contenimento del succedaneo, di una coclea per il trasporto di questo nel bicchiere di miscelazione, di un boiler per il riscaldamento dell'acqua, di un bicchiere per la miscelazione del succedaneo in acqua alla temperatura ed alla concentrazione prestabilite e di un sistema di tubicini e di tettarelle per la distribuzione agli animali.

8.3. Lo svezzamento

Lo svezzamento è la fase di transizione dell'animale giovane dall'alimentazione liquida con latte a quella solida con foraggi (erba, insilato, fieno) e concentrati, che può anche coincidere con la separazione dell'agnello dalla pecora (come nell'allattamento naturale) ma non necessariamente (come in quel-

lo artificiale, in cui questa avviene con lo scolostramento ossia a qualche giorno dalla nascita).
Esso può essere praticato: gradualmente, quando la fase di passaggio dall'alimentazione esclusivamente lattea (naturale o artificiale) a quella esclusivamente solida (fieno e concentrati oppure erba, concentrati e fieno) è graduale ed ha un durata variabile di 15÷30 giorni; oppure bruscamente, quando tale fase di passaggio e quindi di adattamento dell'animale è ridotta al minimo o addirittura soppressa.
Lo svezzamento, comunque venga praticato, comporta sempre un rallentamento (talvolta un arresto o addirittura una inversione) del ritmo di accrescimento, con conseguente arresto oppure calo ponderale dell'animale. Per ridurre al minimo questo aspetto negativo occorre quindi attuare lo svezzamento secondo opportune norme e tecniche.
Nell'allevamento semiestensivo (allevamenti di basso livello produttivo) l'agnello, durante la fase di allattamento, segue la madre al pascolo per tutta la giornata o per parte di essa ma, raggiunta una determinata età (massimo 6÷8 settimane), è separato e svezzato automaticamente a causa della destinazione di tutto il latte prodotto alla mungitura: esso viene quindi svezzato gradualmente in quanto l'alimentazione solida, attuata quasi esclusivamente con erba, incomincia molto precocemente (3÷4 settimane). Normalmente le femmine destinate alla rimonta hanno una fase, sia di allattamento che di svezzamento, leggermente più lunga.
Nell'allevamento intensivo (allevamenti di buon livello produttivo) lo svezzamento è praticato quasi sempre gradualmente, grazie alla somministrazione di soli concentrati o di concentrati e fieno anche durante la fase di allattamento.
Lo svezzamento deve essere attuato ad età e pesi peculiari della razza allevata; nella pratica però conta, più che l'età, il peso corporeo che l'animale deve avere raggiunto all'atto dello svezzamento; tale peso è quantificato normalmente in almeno 2,5÷3 volte il peso alla nascita (ossia 9÷12 kg).
Durante lo svezzamento l'agnello deve passare, più o meno gradualmente, dalla fase di monogastrico funzionale (lattante), in cui l'unico stomaco funzionante è quello vero (abomaso), alla fase di poligastrico funzionale (ruminante), nella quale gli stomaci funzionanti sono tutti e quattro (rumine-reticolo, omaso ed abomaso). Questo passaggio, dovendo essere il più graduale possibile e quindi senza brusche variazioni, presuppone lo sviluppo progressivo dei prestomaci associato alla riduzione relativa dell'abomaso.
L'apparato gastrico è mediamente costituito, in volume: nella prima settimana di età, per il 70÷80% dall'abomaso, per il 15÷20% dall'omaso e soltanto per

l'8÷10% dal complesso rumine-reticolo (corrispondente globalmente ad una capacità di litri 0,3); dopo lo svezzamento, per l'80% dal rumine-reticolo, per il 20% dall'omaso e soltanto per il 10% dall'abomaso.
Questo apparato, che nel suo complesso passa da una capacità di 7÷8 l/q di peso corporeo dell'animale nel neonato a 20÷25 l/q nell'adulto, subisce quindi, oltreché un aumento dimensionale rilevante, anche e soprattutto una modificazione relativa dei suoi componenti (lo sviluppo relativo dei prestomaci e quello dell'abomaso si invertono con l'età e con il cambiamento di alimentazione).
Lo sviluppo e la funzionalità dei prestomaci dipendono soprattutto dagli alimenti usati, i quali vanno messi a libera disposizione dell'animale e debbono possedere un'elevata concentrazione energetica (0,9÷1 UFL/kg di s.s.), proteica (20÷22% di PDI) e soprattutto fibrosa (32÷35% di NDF) per garantire la graduale funzionalità del rumine e la salvaguardia dell'apparato digerente da turbe digestive.
Lo svezzamento varia con il tipo di conduzione. In quello semiestensivo, in cui è praticato sempre l'allattamento naturale, esso incomincia alla 5ª÷6ª settimana (età sino alla quale l'agnello segue normalmente la madre al pascolo, poppandone tutto il latte), si protrae per 2÷3 settimane (durante le quali l'agnello segue la madre al pascolo di giorno ed è separato da essa di notte, ricevendo nel contempo un integrazione alimentare di fieno e concentrati) e termina alla 8ª settimana al peso di kg 9÷12. In quello semintensivo, in cui è praticato spesso l'allattamento artificiale, esso dura mediamente 2 settimane (5ª e 6ª), nelle quali la riduzione del succedaneo disponibile e la utilizzazione del fieno e dei concentrati sono graduali (svezzamento graduale) oppure la sospensione del succedaneo e la somministrazione di alimenti solidi è praticata bruscamente alla 5ª settimana (svezzamento brusco).
Sotto l'aspetto tecnico, è preferibile lo svezzamento graduale, da attuare in almeno 1 settimana di transizione dall'alimentazione esclusivamente lattea a quella esclusivamente solida.
Allo svezzamento, per la produzione della rimonta viene destinata soltanto una piccola parte degli agnelli nati (2÷3% dei maschi e 50% delle femmine, per effetto del superiore rapporto riproduttivo [40:1] delle pecore rispetto agli arieti). L'eccedenza sulla rimonta (97÷98% dei maschi e 50 % delle femmine) è invece macellata all'età di 4÷6 settimane come agnello da latte tradizionale oppure pesante. Un certo numero di agnelli, in particolare in Sicilia, vengono peraltro ingrassati per almeno 100 giorni, ma più frequentemente per 6÷8 mesi, con produzione dell'agnellone leggero o di quello pesante. In alcuni casi tali agnelli sono i prodotti dell'incrocio fra arieti di razze da carne e pecore di razze da latte.

8.4. L'ingrassamento latteo

L'ingrassamento latteo può essere praticato in animali giovanissimi con latte (normalmente ricostituito per il suo minor costo, ma talvolta anche naturale) somministrato quasi sempre a volontà allo scopo di esaltare al massimo la capacità di accrescimento dell'agnello e di anticiparne il più possibile l'età di macellazione.
La possibilità di utilizzare, nelle razze lattifere, il latte naturale per scopi differenti dalla sua funzione fisiologica (allattamento), nonché il minor costo del succedaneo, che consente la forzatura alimentare del giovane, favoriscono la produzione del lattone con latte ricostituito: questo, pur conservando ancora le caratteristiche organolettiche e merceologiche dell'animale da latte, può pertanto raggiungere pesi molto più elevati di quelli tradizionali.
La tecnica di produzione consiste essenzialmente nella somministrazione di quantità superiori (12÷15%, anziché 10÷12% del peso corporeo al giorno), in pratica con distribuzione quasi a volontà, di un succedaneo più energetico (contenuto lipidico 25÷30%, anziché 20%) e più proteico (contenuto proteico 24%, anziché 20%) di quello di svezzamento ed a concentrazione superiore (24%, anziché 20%) in modo che risultino superiori sia il livello di ingestione (1,5%, anziché 1%), sia il ritmo di accrescimento (200÷300 anziché 150÷180 g al giorno).
Poiché però le carni ottenute da questi animali devono, per poter essere giustamente apprezzate dal consumatore e quindi adeguatamente retribuite dal mercato, avere gusto e colore particolari, i succedanei impiegati non devono alterarne le caratteristiche fondamentali. Tali carni devono infatti essere molto proteiche e ricche di aminoacidi indispensabili, poco grasse ma ben dotate di grassi insaturi e/o a catena corta, molto digeribili, bianche per scarsità di Fe, adatte per tutte le categorie di consumatori ed infine molto versatili nell'uso culinario.
Gli agnelli sottoposti ad ingrassamento latteo sono purtroppo particolarmente predisposti, sia per il tipo di alimentazione che costituisce pur sempre una forzatura nutrizionale, sia per la ristrettezza degli spazi e la relativa concentrazione in cui essi vengono mantenuti: a malattie soprattutto digestive (meteorismo, provocato da anomala fermentazione ruminale per caduta di latte dalla doccia esofagea; costipazione intestinale, provocata spesso da concentrazione eccessiva del succedaneo; diarrea, provocata da brusche variazioni di concentrazione del succedaneo e favorita da repentini sbalzi di temperatura sia del succedaneo che dell'ambiente; gastroenterotossiemia e colibacillosi, talvolta ad esito letale), ma anche respiratorie (broncopolmonite settica da *Pasteurella spp*, favorita da sbalzi di temperatura); a forme influenzali virali (rinotracheite infettiva IBR e diarrea virale BVD) e ad altre (ectima contagioso, coccidiosi etc.), contro le

quali deve essere praticata tempestivamente un'opportuna profilassi e/o un'adeguata terapia per evitare danni economici, talvolta molto rilevanti, all'impresa zootecnica.
L'ingrassamento incomincia dopo lo scolostramento (1÷2 giorni) ed è protratto, per 6÷8 settimane, sino a pesi di kg 10÷12 nelle femmine e di 14÷16 nei maschi, soprattutto se meticci.
La quantità di succedaneo necessaria per capo da ingrassare è mediamente di 15÷20 kg per agnelli di 2 mesi e di 15 kg di peso corporeo (la resa alimentare è del 55% e l'indice di conversione del succedaneo di 1,8).

8.5. L'allevamento della rimonta

L'allevamento della rimonta è indispensabile nelle aziende che producono in proprio i giovani animali (maschi e/o femmine) per la riproduzione.
La sua entità - Quota di rimonta – viene espressa come percentuale di animali che ogni anno debbono essere allevati per la riproduzione e che hanno la funzione di sostituire gradualmente quelli che vengono eliminati dall'allevamento (quota di riforma) perché giunti a fine carriera oppure per malattia oppure ancora per altre cause. Questa percentuale può essere riferita alla consistenza dell'intero allevamento (gregge) oppure a quella degli animali in età produttiva e/o riproduttiva: ad esempio, in un gregge di 125 ovini, di cui 100 pecore adulte e 25 giovani, la quota di rimonta annuale è del 20% (25 /125) sul gregge e del 25% (25/100) sulle femmine adulte. Questo secondo modo, essendo il più corretto, è quello usato normalmente.
La quota di rimonta è variabile con la razza e con il tipo di allevamento e dipende essenzialmente dal numero medio di nati per carriera produttiva, di cui infatti costituisce l'inverso. Essa scaturisce dal rapporto fra la durata della carriera produttiva e l'interparto. La durata della carriera produttiva è data dalla differenza fra la longevità produttiva (età a conclusione dell'ultima lattazione) e l'età all'inizio della carriera produttiva (età al 1° parto). L'interparto è invece l'intervallo medio fra 2 parti consecutivi.
Ad esempio: con un'età a fine carriera produttiva di 6 anni, un'età al primo parto di 2 anni, un interparto di 1 anno, la quota di rimonta annuale è del 25% [(6-2)/1=4,0; 1/4=25%)] .
Questa è, nell'ipotesi suddetta, la quota di rimonta obbligatoria, cioè la percentuale minima di animali da allevare ogni anno per mantenere costante la consistenza numerica dell'allevamento; l'allevatore non può quindi scendere al

di sotto di tale limite, ma può superarlo, qualora decida, per qualsiasi ragione tecnica e/o economica, di allevare annualmente una quota superiore, che costituisce quindi la quota di rimonta facoltativa.
L'insieme degli animali sino al 1° parto costituisce il bestiame giovane o improduttivo dell'allevamento; l'insieme degli animali dal 1° parto sino all'eliminazione costituisce il bestiame adulto o produttivo dell'allevamento.
La tecnica di allevamento della rimonta è molto importante ai fini della successiva fase produttiva e/o riproduttiva degli animali, in quanto è sulla sua bontà in tale fase improduttiva che si impernia il successo (o l'insuccesso) dell'allevamento: essa deve garantire l'ottenimento di animali sviluppati, fertili, longevi, produttivi e sani. Gli aspetti più importanti da tenere in considerazione sono l'alimentazione, la riproduzione e la conduzione dell'allevamento.
L'alimentazione deve essere basata sull'impiego di alimenti: sufficientemente fibrosi (30÷32% di NDF), in quanto lo sviluppo dell'apparato digerente, ed in particolare del rumine e della sua flora cellulosolitica indispensabile per la funzionalità dell'organo, è strettamente legato alla concentrazione fibrosa della razione; sufficientemente energetici (0,7÷0,8 UFL/kg di SS), in quanto una carenza energetica, che spesso si accompagna ad una fibrosità eccessiva, può ridurre il ritmo di accrescimento e l'armonico sviluppo del giovane (ritardo nella comparsa del primo calore e quindi dell'età al primo parto, sviluppo corporeo ridotto e quindi animale sotto peso), così come una eccedenza energetica, che spesso si accompagna ad un uso eccessivo di concentrati, può provocare un ingrassamento non voluto e dannoso all'animale, che può avere ripercussioni negative sulla carriera riproduttiva ed in particolare sulla funzionalità ovarica (deposito eccessivo di grasso, difficoltà di parto); giustamente proteici (18÷20% di PG), in quanto soprattutto la carenza proteica comporta riduzione del ritmo di accrescimento (il giovane animale per crescere adeguatamente ha bisogno di concentrazioni proteiche tanto più elevate quanto più scadente è il foraggio e minore è l'apporto di concentrato). In pratica, gli animali costituenti la rimonta dovrebbero essere suddivisi, dallo svezzamento al 1° parto, in tre gruppi, possibilmente omogenei per peso corporeo e per età, nel modo seguente: agnelle da 1,5÷2 mesi sino 3÷4 mesi, con fieno e concentrati; agnelle da 3÷4 a 10 mesi, con pascolo e concentrati; agnelle da 10 mesi sino al 1° parto con fieno, pascolo e concentrati.
Il concentrato dovrebbe apportare il 60÷65% dell'energia totale della razione nella prima categoria, il 45÷50% nella seconda ed il 20÷25% nella terza; l'insilato dovrebbe essere somministrato soltanto alla seconda e alla terza categoria, in quantità non superiore ai kg 0,5÷0,7; il fieno a tutte le categorie; il pascolo

possibilmente sempre, ma soprattutto agli animali della terza categoria anche per l'effetto altamente positivo del pascolamento.
L'efficienza riproduttiva è legata soprattutto all'età alla prima inseminazione e quindi al 1° parto: sebbene il primo calore si manifesti abbastanza presto (6÷8 mesi), è consigliabile praticare la 1ª inseminazione non prima che l'animale abbia raggiunto una determinata età (10÷12 mesi) o meglio ancora un determinato peso corporeo (60÷70% di quello adulto tipico della razza) oppure ancora una determinata statura che è la misura più facilmente rilevabile.
Un forte anticipo del primo parto comporta quasi sempre: una minore produzione nella 1ª lattazione, spesso senza possibilità di recupero in quelle successive; una maggiore difficoltà di parto, associata ad una più frequente ritenzione placentare; un arresto dello sviluppo corporeo, senza possibilità di recupero successivo.
Un ritardo determina invece un minor numero di nati per carriera riproduttiva ed un maggior costo di allevamento della rimonta.
La corretta conduzione della rimonta è imperniata molto sull'allevamento degli animali all'aperto, il cui ricovero va limitato possibilmente alle stagioni estreme (inverno ed estate), alla notte e/o alle giornate molto calde, grazie all'effetto benefico che il movimento spontaneo (ginnastica funzionale) e soprattutto il pascolamento esercitano su tutti gli animali ed in specie su quelli in accrescimento. Particolare cura – relativamente ai ricoveri, all'integrazione alimentare ed alla disponibilità di spazi – deve essere riservata alla rimonta in stato di gravidanza inoltrata (ultime 4÷6 settimane).

Capitolo 9

LE TURBE DIGESTIVE E I DISORDINI METABOLICI

Massimo Morgante
Istituto di Patologia e Igiene Veterinaria, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Padova

9.1. Introduzione

L'alimentazione più in generale ed i singoli nutrienti della razione in particolare possono influenzare sia i processi digestivi, che quelli metabolici dell'organismo, con conseguenze negative sullo stato di salute e produttivo degli animali. L'alterazione dei primi spesso conduce a disturbi dell'apparato digerente, più o meno manifesti, che influenzano soprattutto i meccanismi digestivi e di assorbimento dei singoli nutrienti e che rappresentano spesso una condizione scatenante o predisponente ad altre malattie di diversa origine e natura. L'alterazione dei secondi è rappresentata dalla rottura dell'omeostasi interna dell'organismo con alterazione di uno o più metabolismi critici. In merito a quest'ultima considerazione, esempi eclatanti non mancano, in particolare nella pecora, come ad esempio l'ipocalcemia, la tetania da erba e la tossiemia gravidica che, seppure estremamente diverse tra loro, riconoscono alla loro base il disturbo di un determinato metabolismo. Nel primo caso, è alterato il metabolismo del calcio, nella tetania da erba quello del magnesio, mentre nella tossiemia gravidica quello energetico e particolarmente del glucosio. Nei ruminanti, nei quali la placenta risulta pressoché impermeabile alle immunoglobuline materne, perfino la carente assunzione del colostro può rappresentare un esempio di patologia nutrizionale, forse la prima e più importante nella vita di un singolo individuo. Il colostro, infatti, non rappresenta soltanto la fonte primaria di anticorpi che garantiscono una immunità passiva, circolante e locale, nei confronti delle più comuni infezioni, ma anche un'importante risorsa di minerali e vitamine, che normalmente sono in concentrazioni inferiori nel latte.
Prima di entrare nel merito delle singole alterazioni riguardanti le turbe digestive e quelle legate ai diversi metabolismi è importante sottolineare alcune considerazioni su come l'allevatore, ma soprattutto il veterinario, debbano porsi nei confronti di tali problemi. Innanzitutto, nella pratica dell'allevamento ovino bisogna sempre considerare il gregge nel suo insieme; non deve esistere il sin-

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 249-273

golo caso sul quale focalizzare l'attenzione al fine della sua risoluzione, ma considerare questo come il campanello dall'allarme che sta ad indicare che tutto il gregge si trova nelle stesse situazioni e quindi potenzialmente a rischio per una determinata patologia. E' in questo senso che la diagnosi di una determinata malattia diventa estremamente importante per approntare le necessarie misure di prevenzione nei confronti del resto del gregge. Bisogna dunque emettere una diagnosi nel più breve tempo possibile, anche sacrificando un animale per il bene del gregge. Nell'allevamento ovino i trattamenti terapeutici su vasta scala, infatti, oltre ad essere particolarmente costosi, spesso non sono praticabili e nel campo delle malattie nutrizionali e metaboliche spesso anche inefficaci, quando la sintomatologia è ormai evidente. Infine, gli squilibri nutrizionali e metabolici decorrono spesso senza una sintomatologia tipica, ma con una serie di disturbi che possono comparire anche in altre patologie. È nota, in proposito, la correlazione tra stati carenziali e malattie infettive e parassitarie. L'alimentazione, in effetti, rappresenta uno di quei fattori che entrano nel determinismo delle cosiddette "malattie condizionate"; un esempio per tutti sono le tossinfezioni da Clostridi che riconoscono nello squilibrio alimentare un passaggio fondamentale per la loro insorgenza. Sono anche note le correlazioni tra nutrizione e risposta immunitaria degli animali nei confronti di alcune malattie sostenute da agenti patogeni, come, ad esempio, la relazione tra incidenza delle mastiti e lo stato di alcuni micronutrienti e quella tra parassitosi e componente proteica della razione. Alla luce di quanto esposto diventa, quindi, importante il costante controllo delle greggi per stabilire il grado di rischio al quale incorrono gli animali nei confronti degli squilibri metabolici e nutrizionali. Scopo di questo capitolo sarà proprio quello di focalizzare l'attenzione su come scoprire eventuali squilibri alimentari o carenze nutrizionali al fine di apportare i necessari provvedimenti preventivi che possano migliorare lo stato di salute degli animali e di conseguenza il valore delle loro produzioni.

9.2. Turbe dell'apparato digestivo

9.2.1. Generalità

Le turbe dell'apparato digestivo di natura alimentare che colpiscono gli ovini adulti sono spesso la diretta conseguenza di errori dietetici dovuti a repentini cambi di alimentazione oppure di deficit e/o eccessi nutrizionali. Tali squilibri sono causati principalmente dall'esigenza di utilizzare l'erba del pascolo e gli alimenti conservati disponibili durante i vari periodi dell'anno e di integrare la

razione con i concentrati in relazione al ciclo produttivo. Sono rappresentate da patologie ben definite, come il meteorismo ruminale, l'acidosi e l'alcalosi ruminale, caratterizzate, nelle forme più gravi, da una sintomatologia nota e ben descritta o da disturbi più lievi, come, ad esempio, i disordini della funzionalità dei prestomaci o del tratto intestinale, causati da alterazioni della funzione fermentativa della microflora ruminale o intestinale per presenza di sostanze ad azione stimolante o inibente. Prima di affrontare l'argomento si rende necessario ricordare alcune peculiarità fisiologiche della digestione nella pecora, che la differenziano dal bovino e da altri ruminanti, poiché il volume totale dei prestomaci in rapporto al peso dell'animale è inferiore, mentre l'efficacia della masticazione sembra essere superiore, se paragonata a quelle dei grossi ruminanti. La velocità di transito medio dei solidi attraverso l'apparato digerente della pecora è di circa 20 ore contro le 28 del bovino, comportando inevitabili differenze. Infatti, mentre il bovino sembra meglio digerire i foraggi grossolani, la pecora è in grado di utilizzare meglio gli amidi ed inoltre, possiede un maggior livello di ingestione (inteso come % di sostanza secca ingerita rispetto al peso corporeo) con un rovesciamento del rapporto di permanenza dell'alimento tra il comparto prestomacale e quello intestinale (40% nei prestomaci e 60% nell'intestino). Queste brevi considerazioni portano alla formulazione dell'ipotesi che i disturbi intestinali nella pecora possono rivestire una maggiore importanza rispetto a quelli che si riscontrano nel bovino in quanto i prestomaci, in certe condizioni, non riescono a svolgere appieno la loro funzione di filtro. D'altra parte dovrebbe essere vero anche il contrario e cioè che nella pecora potrebbero essere meno importanti le turbe del comparto prestomacale. È un dato di fatto, tuttavia, che le pecore, rispetto al bovino, sono meno frequentemente colpite da patologie prestomacali, come il meteorismo primario schiumoso, le indigestioni semplici e le forme gravi di acidosi e di alcalosi ruminali, mentre sono più sensibili a patologie enteriche causate da determinati microrganismi patogeni (clostridiosi). Più che le patologie conclamate e spesso mortali, i disturbi più insidiosi e pericolosi per la produttività del gregge sono quelli che, non essendo caratterizzati da una specifica sintomatologia, non possono essere riconosciuti e diagnosticati e quindi, perdurando nel tempo, essere alla base di numerose altre condizioni patologiche. Disturbi dei processi fermentativi e digestivi dei prestomaci e dell'intestino possono essere alla base di una scarsa utilizzazione dei componenti della razione (energia, proteine, vitamine, micro e macroelementi), produzione di sostanze tossiche o inibenti che possono ripercuotersi sull'intera funzionalità dei diversi organi ed apparati. A questo proposito, di particolare rilievo, in termini di produttività e redditività

dell'allevamento, sembrano essere alcune patologie secondarie, come, ad esempio, le mastiti, le podoflemmatiti e in generale quelle che si ripercuotono sulla fertilità. Le conoscenze in questo campo, tuttavia, sono ancora estremamente scarse, soprattutto nella pecora, tanto che il più delle volte si formulano solo ipotesi sulla reale correlazione tra squilibri alimentari e presenza di determinate turbe patologiche.

9.2.2. Disturbi del comparto prestomacale

9.2.2.1. Generalità

Il rumine rappresenta un sistema continuo di coltura nel quale avviene una selezione dei microrganismi che meglio si adattano alle differenti situazioni alimentari. Numerosi sono i sistemi di controllo dell'ambiente ruminale e delle sue popolazioni batteriche: alcuni legati all'animale come, ad esempio, la salivazione, il rimescolamento, la ruminazione, l'assorbimento e l'eliminazione di sostanze, lo svuotamento e l'eruttazione, altri legati alle caratteristiche dell'alimento somministrato come, ad esempio, il bilanciamento dei nutrienti necessari alle fermentazioni, la loro solubilità, le dimensioni delle particelle alimentari, la presenza di sostanze inibenti e la velocità di approvvigionamento nel rumine ed, infine, altri legati ai microrganismi come, ad esempio, la competizione alimentare tra specie, la rimozione di prodotti finali ad azione inibente ed il mantenimento dei potenziali di ossido-riduzione. L'unico metodo che l'uomo può attuare per regolare e controllare le fermentazioni ruminali è, forse, quello relativo al tipo di alimentazione che viene fornita agli animali. A seconda del tipo di alimento somministrato, della quantità, delle sue caratteristiche fisiche e chimiche, i principali disturbi del comparto prestomacale possono essere suddivisi in: indigestione semplice, indigestione acida (acidosi ruminale) e meteorismo primario o schiumoso.

9.2.2.2. Indigestione semplice

I più importanti fattori che influenzano l'andamento delle fermentazioni sono i carboidrati e le proteine. La causa più frequente è rappresentata da un passaggio repentino a diete con alte quantità di carboidrati facilmente fermentescibili (concentrati) e basso contenuto di fibra, spesso associate a elevate concentrazioni di proteine solubili e azoto non proteico (pascoli in fase di crescita rigogliosa), che può determinare disturbi delle fermentazioni ed alterazione della flora ruminale. Nel primo caso, in cui prevalgono i carboidrati si assiste ad una prevalenza delle specie microbiche capaci di un rapido metabolismo e che tollerano un pH tendenzialmente basso portando, in determinate situazioni, ad

una diminuzione o financo alla scomparsa dei protozoi. Nel caso in cui siano presenti anche grandi quantità di proteine solubili o azoto non proteico si può assistere ad una prevalenza dei microrganismi con attività ureasica con conseguente accumulo di NH_3 (ammoniaca) nel rumine ed alcalinizzazione del suo contenuto (alcalosi ruminale), anche se tale evenienza è abbastanza rara negli ovini. L'ammoniaca che sfugge alle fermentazioni ruminali può passare in circolo ed arrivare al fegato dove viene convertita in urea provocando un aumento in circolo dei suoi livelli (>60 mg/dl).
Spesso nelle forme di indigestione semplice non si assiste ad una modificazione patologica del pH ruminale (normale 5,7 - 7,0). Il prodotto finale della fermentazione dei carboidrati è costituito, come noto, dalla produzione degli acidi grassi volatili (AGV) che, se prodotti in grande quantità, inibiscono la motilità del rumine. Tale meccanismo garantisce, in questi casi, una riduzione delle fermentazioni ed un ripristino della motilità dell'organo nel volgere di alcuni giorni. I tipi di alimentazione suddetti fanno diminuire la masticazione e quindi la salivazione (diminuzione del potere tampone a livello ruminale) e soprattutto impediscono la stratificazione dell'alimento, che possiede, quindi, una maggiore velocità di transito. Inoltre, l'accumulo di sostanze osmoticamente attive nel rumine prima e nell'intestino poi sono in grado di richiamare acqua e di provocare, quindi, una diarrea di tipo osmotico. L'unico sintomo presente, infatti, oltre ad un modico grado di anoressia è proprio la diarrea transitoria che, nel caso di alimenti concentrati (granaglie), é di colore marrone-grigio con presenza di grani indigeriti e di colore marrone–verdastro nel caso di alimentazione a base di pascolo. La prevenzione di queste forme, che, quando la causa persiste, possono sfociare in turbe più gravi, con conseguenze negative sulla funzionalità di altri organi ed apparati, deve essere fatta evitando i bruschi cambi di alimentazione e favorendo una costante somministrazione di fibra, meglio se lunga, assicurando una quantità di foraggio non inferiore al 40-50% della S.S., possibilmente con una quota da fornire prima del concentrato che, a sua volta, dovrebbe essere ripartito in almeno due somministrazioni giornaliere. La quantità di concentrato, che varia a seconda del periodo produttivo e delle condizioni del pascolo, deve essere somministrata in dosi crescenti a partire ad esempio dalla seconda fase dell'asciutta. Nel concentrato è indispensabile anche una certa quota di tamponi ruminali come il bicarbonato di sodio ed intestinali come l'ossido magnesio. Una fermentazione ottimale dei carboidrati richiede anche un adeguato apporto di azoto, zolfo, micro e macroelementi essenziali ed anche la componente proteica sembra giuocare un ruolo fondamentale nello svolgimento delle fermentazioni ruminali. Per evitare i problemi relativi alla

messa al pascolo è bene alimentare gli animali con adeguate dosi di concentrati (a scarso contenuto di proteine solubili e ricchi di substrati glucogenetici e fibra) subito prima di condurre gli animali al pascolo o meglio ancora durante il pascolamento stesso. Anche in questo caso, tuttavia, bisogna fornire foraggi agli animali nelle ore in cui si trovano in stalla e incrementare progressivamente le ore dedicate al pascolamento.

9.2.2.3. Acidosi ruminale

L'acidosi ruminale, nella sua forma acuta, è uno dei disordini fermentativi più drammatici e, in molti casi, letale in meno di 24 ore. La condizione è stata chiamata acidosi lattica, sovraccarico ruminale da carboidrati, indigestione acida, indigestione tossica, ingorgo da grano, sovraccarico da cereali e acidosi D-lattica. A seconda della gravità e del decorso può essere suddivisa in tre forme: acidosi ruminale acuta, subacuta e cronica.

Acidosi ruminale acuta

E' il risultato dell'eccessivo consumo di carboidrati facilmente fermentescibili, che causano una rapida fermentazione e produzione di acido lattico e una diminuzione del pH ruminale che si riduce notevolmente rispetto a quello fisiologico. Questo avviene quando gli animali assumono in breve tempo un'eccessiva quantità di alimenti contenenti una grande quantità di amido o zuccheri, che possono fungere da precursori dell'acido lattico (cereali, mangime, insilati, frutta e radici), senza un precedente e graduale adattamento. Alcune caratteristiche dell'alimento contribuiscono ad accelerare il fenomeno: una concomitante carenza di fibra strutturata induce una minore salivazione e, quindi, una diminuzione di ingestione dei tamponi salivari; i semi di grano, orzo e granturco sono ritenuti molto tossici se ingeriti in grandi quantità, mentre l'avena ed il sorgo sono ritenuti meno tossici. Certo è che i cereali vengono considerati più pericolosi se somministrati finemente macinati, schiacciati o comunque frantumati perché i processi suddetti espongono più direttamente l'amido all'azione della flora batterica. Nell'allevamento ovino tale patologia è spesso una situazione accidentale o legata a gravi errori di conduzione, come, ad esempio, l'immissione degli animali sulle stoppie dopo la trebbiatura con la presenza di notevoli quantità di cereali sul terreno o numerose spighe allettate.

Un eccesso di carboidrati promuove la crescita dei batteri acido lattico produttori, che se aumentano eccessivamente accrescono la produzione di acido lattico uccidendo o comunque inibendo gli altri microrganismi, provocando, così, un disturbo prestomacale ed una alterazione metabolica dell'organismo.

Il grado di acidosi ruminale e la gravità della sintomatologia è abbastanza variabile e dipende dalla quantità e dal tipo di alimento consumato e dal grado di specializzazione che aveva la flora ruminale. Se la fonte di carboidrati è abbondante e perdura per un tempo abbastanza prolungato l'acidosi diviene sempre più grave. Una continua produzione di lattato fa diminuire il pH del succo ruminale a livelli di 5-5,5 mentre l'osmolalità ruminale sale concomitantemente. Entrambi i fattori uccidono i protozoi del rumine ed altri microrganismi acido lattico utilizzatori mentre i lattobacilli costituiscono il maggior gruppo di batteri acido lattico-produttori del rumine, tanto più che l'acidificazione del succo ruminale a livelli inferiori a pH 5 incentiva la crescita di questi microorganismi. Gli effetti sull'animale di questi mutamenti del liquido ruminale sono numerosi e nocivi. Nelle fasi iniziali della fermentazione acida si producono in abbondanza AGV che essendo acidi più deboli rispetto all'acido lattico si legano agli ioni idrogeno fungendo da tamponi con il risultato di essere più rapidamente assorbiti. Un eccessivo assorbimento di AGV porta ad una acidosi sistemica. In aggiunta una grossa quantità di AGV non dissociati nella mucosa della parete del rumine causa una inibizione della motilità prestomacale con stasi ruminale. La pressione osmotica del liquido ruminale aumenta in relazione alla quantità di acido lattico. L'osmolalità normale del fluido ruminale è di circa 280 mOsm/L, ma tale valore si può duplicare in caso di acidosi acuta. L'aumento dell'osmolalità del fluido richiama acqua dal comparto vascolare provocando un aumento ed una fluidificazione del contenuto ruminale con distensione dell'organo (idrorumine) e marcata disidratazione evidenziabile clinicamente. La perdita di liquidi organici provoca una riduzione del volume ematico e una diminuzione della perfusione periferica causa di uno stato iposssico che aggrava l'acidosi sistemica causata dall'assorbimento dell'acido lattico; inoltre esso è un forte agente corrosivo e quando raggiunge alte concentrazioni nel rumine può distruggere l'epitelio ruminale dando luogo alla così detta "ruminite tossica", che può essere così grave da permanere negli animali che hanno superato una acidosi acuta e che successivamente possono morire per i danni ruminali. Anche se il rumine cicatrizza, gli ascessi possono liberare emboli batterici che possono raggiungere il circolo portando alla formazione di ascessi epatici metastatici. Numerosi altri fattori tossici, in aggiunta all'acido lattico, sono implicati nella acidosi ruminale acuta. L'alterato metabolismo della flora ruminale può generare grandi quantità di istamina che può giuocare un ulteriore ruolo nella patogenesi della malattia. Essa, infatti, rientrerebbe in quella della laminite asettica o podoflemmatite che qualche volta accompagna l'acidosi ruminale. La distruzione dei batteri ruminali Gram negativi è stata ipotizza-

ta come causa di liberazione e riassorbimento di una grande quantità di endotossine attraverso la mucosa danneggiata. Le endotossine potrebbero contribuire alla maggior parte della sintomatologia, come, ad esempio, la stasi ruminale, la scarsa perfusione tissutale, l'insufficienza cardiocircolatoria, la debolezza e la depressione. Con una disfunzione epatica (ad esempio in seguito a concomitanti parassitosi) ed un danno della mucosa ruminale l'assorbimento di tossine può essere facilitato.

Nei greggi affetti, a seconda delle modalità e delle caratteristiche dell'alimento, possono essere contemporaneamente colpiti numerosi animali; quelli più suscettibili sembrano essere le pecore in lattazione, meno quelle in stato avanzato di gravidanza e le agnelle da rimonta (forse per una minore capacità di ingestione). L'indice di mortalità può raggiungere il 90% nei casi non trattati, ma anche in quelli trattati può arrivare al 30-50%.

Nella forma acuta il primo sintomo è rappresentato da una distensione del rumine e da spasmi addominali che provocano dolore e sono accompagnati da una totale anoressia. Le contrazioni del rumine diminuiscono e l'animale smette di ruminare. Alcune pecore sembrano ubriache o parzialmente cieche; la frequenza cardiaca è generalmente alta e la maggior parte degli animali presenta una profusa diarrea; le feci appaiono di colore chiaro ed emettono un forte odore acido. Nel sovraccarico da cereali interi, le feci possono contenere numerosi grani indigeriti. Progressivamente si manifesta disidratazione e nei casi nei quali si verifica un danno renale anche anuria. Dopo circa 24-48 ore l'animale è costretto al decubito anche in relazione alla possibile comparsa di una podoflemmatite acuta.

Gli esami di laboratorio possono offrire notevole aiuto diagnostico: l'emoconcentrazione ci indica l'entità della disidratazione; l'ematocrito può raggiungere il 50% nei casi gravi; i livelli di lattato possono confermare l'acidosi lattica; le urine sono acide e concentrate. Dal punto di vista pratico, tuttavia, la conferma diagnostica più semplice è quella di misurare il pH del liquido ruminale che può essere prelevato o per sonda esofagea o per puntura diretta del rumine o immediatamente dopo la morte di un animale. La sua misurazione va effettuata immediatamente perché l'esposizione all'aria ne provoca un innalzamento; valori inferiori a 5 sono indicativi di una acidosi ruminale acuta; l'esame microscopico a fresco di alcune gocce mette in evidenza l'assenza di protozoi. Gli animali generalmente muoiono entro le 48 ore; quelli che sopravvivono possono morire successivamente per la ruminite e le infezioni, mentre quelli gravidi possono abortire.

Il principale problema del trattamento è quello relativo al numero di animali

colpiti contemporaneamente. La terapia dell'acidosi ruminale acuta si basa sulla correzione dell'acidosi ruminale e sistemica, l'impedimento dell'ulteriore produzione di acido lattico, la reintegrazione delle perdite liquide elettrolitiche e del volume ematico ed il ripristino dell'attività prestomacale e intestinale.
Nelle fasi iniziali e nei casi più lievi è necessario rimuovere l'alimento responsabile e mettere a disposizione dell'animale un fieno di ottima qualità. I casi più gravi vanno trattati con cure specifiche. L'intervento migliore da attuare, soprattutto quando gli animali colpiti sono tanti, è quello di introdurre una sonda nel rumine e, attraverso l'immissione di acqua e il successivo svuotamento, procedere ad una lavanda ruminale per eliminare tutto il contenuto; alla fine si può introdurre liquido ruminale proveniente da animali sani. L'acidosi metabolica sistemica e gli squilibri elettrolitici prevedono la somministrazione di soluzioni endovenose. Sostanze tamponi, come ad esempio l'ossido di magnesio, possono essere somministrate anche per via ruminale.
La prevenzione è improntata su una conduzione alimentare del gregge atta ad impedire il verificarsi di circostanze scatenanti. Quando è necessario alimentare gli animali con diete ad alto contenuto di cereali, bisogna sempre abituarli gradatamente, così come quando si utilizza il pascolo dopo un periodo di alimentazione in stalla. Una certa quantità di fieno deve sempre essere compresa nella razione, anche all'inizio dell'adattamento, somministrandola prima del concentrato o tenendola a disposizione degli animali. Alcune sostanze ad azione tampone possono essere aggiunte alla razione, soprattutto quando questa è somministrata sotto forma di uni-feed. Esse stabilizzano il pH, il che comporta anche una diminuita crescita dei microrganismi acido produttori. Generalmente si usano tamponi che includono bicarbonato di sodio, ossido di magnesio e carbonato calciomagnesiaco.

Acidosi ruminale subacuta e cronica
Come l'acidosi ruminale acuta queste forme sono causate da una alimentazione ricca di carboidrati e povera di alimenti a base di fibra strutturata, condizioni che possono verificarsi anche quando si utilizzano razioni somministrate sotto forma di uni-feed non ben preparati. In questi casi il problema è causato da una continua ingestione di questi alimenti che, nella forma cronica, portano ad un adattamento della flora ruminale alle condizioni alimentari, mentre, in quella subacuta, alla presenza di disturbi più lievi, con alterazioni non così gravi da portare ad una sintomatologia eclatante, mentre quella cronica è spesso asintomatica.
La forma subacuta si può riscontrare negli animali ad inizio lattazione quando

la razione viene spinta a livelli troppo alti di carboidrati e/o gli animali vengono posti su pascoli rigogliosi senza un adeguato periodo di adattamento. Questi presentano i sintomi dell'indigestione semplice, che però perdurano per più giorni. Spesso si assiste alla contemporanea presenza di zoppie (laminite asettica), insorgenza di casi di mastite (evidenziati soprattutto dall'aumento delle cellule somatiche nel latte di massa), eccessiva perdita di peso degli animali (BCS sotto i limiti consigliati) e scarsa produzione di latte, se paragonata al livello energetico della razione somministrata.
Altre malattie, ad eziologia diversa, possono colpire le pecore affette da acidosi ruminale come conseguenza di una aumentata predisposizione (enterotossiemie). La diagnosi della forma subacuta non è facile: in effetti non esistono segni patognomonici e test attendibili sulla pecora. In teoria la misurazione del pH ruminale su un certo numero di animali potrebbe essere di valido ausilio diagnostico. Nella forma cronica, che colpisce soprattutto gli agnelli all'ingrasso, la popolazione ruminale si adatta alla razione ad alto contenuto di cereali con un elevato numero di microrganismi utilizzatori e produttori di acido lattico. La quantità dei batteri cellulolitici diminuisce, mentre proliferano le specie che degradano gli zuccheri e gli amidi. L'acido lattico non si accumula perché viene continuamente metabolizzato dai batteri. L'alta velocità di fermentazione che si instaura produce una alta concentrazione di AGV che porta ad una modesta acidosi del liquido ruminale. La razione ad alto contenuto di concentrato non favorisce, peraltro, la masticazione e, quindi, la salivazione, con ulteriore compromissione dei sistemi tampone del rumine. Gli alti livelli di AGV, che stimolano i recettori ad azione inibente che si trovano nell'epitelio, e il tipo di alimento che non permette una stimolazione fisica dell'organo, inibiscono la motilità ruminale. Sebbene la popolazione batterica sia metabolicamente molto attiva, si riduce il numero delle specie presenti con riduzione o scomparsa della popolazione protozoaria, con uno scarso utilizzo della componente proteica della dieta.
La quantità di acido butirrico e propionico aumenta stimolando la proliferazione delle papille dell'epitelio ruminale e portando, nei casi estremi, ad una paracheratosi ruminale, con una conseguente diminuzione dell'assorbimento degli AGV ed una maggiore suscettibilità ai traumi e all'infiammazione del tessuto profondo della parete del rumine. Tali lesioni permettono la penetrazione dei batteri con loro disseminazione nel fegato ed eventualmente in altri organi, comportando la formazione di ascessi epatici nella grande maggioranza degli animali affetti. Gli agnelli con acidosi ruminale cronica mostrano un ridotto appetito, ipocinesia ruminale, ritardo dell'accrescimento e possono presentare i

sintomi di una risposta infiammatoria cronica. Altre condizioni patologiche intercorrenti, in associazione ad una acidosi ruminale cronica, sono la laminite e la necrosi cerebrocorticale o polioncefalomalacia. Presumibilmente questi problemi si evidenziano quando la fermentazione acida del rumine conduce alla produzione di fattori tossici, come ad esempio, l'istamina e la tiaminasi.

9.2.2.4. Meteorismo ruminale primario

Il meteorismo acuto primario, data la sua elevata mortalità, può causare anche gravi perdite economiche quando vengono colpiti numerosi animali. Il meteorismo da pascolo rappresenta una evenienza stagionale legata alla messa al pascolo delle pecore nei periodi primaverile e autunnale; la maturazione delle piante, infatti, ne diminuisce la pericolosità e quindi l'incidenza nel periodo estivo. Episodi di meteorismo ruminale primario sono evenienze ormai abbastanza rare nella pecora e legate ad errori gestionali o a situazioni accidentali. Le pecore, se adeguatamente adattate ai pascoli costituiti da essenze meteorigene generalmente non vanno incontro a tale problema, sebbene giochino un ruolo importante anche altri fattori quali una predisposizione di razza, il tipo di integrazione alimentare, le condizioni climatiche ecc… La causa del meteorismo primario è la formazione di schiuma stabile a livello ruminale, che imprigiona i gas che si formano dalle fermentazioni, impedendo l'eruttazione perché inibisce la fusione delle bolle d'aria e quindi l'accumulo di una certa quantità di gas libero nella zona cardiale, condizione essenziale per evocare il riflesso dell'eruttazione. I lipidi vegetali e le mucoproteine salivari agiscono come agenti antischiumogeni provocando una riduzione della tensione superficiale del contenuto ruminale. Tali eventi si manifestano principalmente quando le pecore vengono spostate su pascoli di leguminose, per la presenza di un agente schiumogeno individuato nella proteina citoplasmatica della foglia.

I sintomi del meteorismo primario da pascolo insorgono in genere già dopo 15 minuti dall'assunzione dell'alimento meteorizzante. Si evidenzia improvvisamente una distensione della parete ruminale soprattutto a livello della fossa del fianco sinistro, ma anche tutto l'addome appare aumentato di volume. L'animale presenta irrequietezza, grave dispnea (tachipnea, respirazione a bocca aperta, testa distesa sul collo), ipersalivazione e tachicardia accentuata. Il decorso è breve (3-4 ore) dopo di che l'animale muore. Il sondaggio o la puntura del rumine mettono in evidenza la presenza di un contenuto schiumoso.

La terapia, che si basa sulla somministrazione orale di sostanze ad azione antischiuma (silicone) in grado di ridurre la tensione superficiale del contenuto ruminale, è spesso inefficace quando sono colpiti numerosi animali e i sintomi

sono gravi, vista anche la breve durata del decorso della malattia. La prevenzione si basa su tecniche di pascolamento atte ad evitare l'esposizione degli animali sui prati rigogliosi di leguminose soprattutto in certi periodi dell'anno, senza un adeguato condizionamento ed integrazione a base di foraggi fibrosi.

9.2.3. Turbe intestinali

La diarrea è il sintomo principale delle turbe intestinali causate da alterazioni alimentari, anche se essa è presente in ogni patologia primaria dell'intestino o dei prestomaci (vedi acidosi ruminale) ed anche in risposta a stati di sepsi, tossiemia o malattie di altri organi ed apparati. In condizioni normali una cospicua quantità di fluido isotonico arriva giornalmente nell'intestino e soltanto una piccola quota viene eliminata con le feci. Tale liquido deriva dall'assunzione di alimenti e dalle secrezioni del tratto digerente anteriore. Normalmente, il riassorbimento intestinale supera le secrezioni, quindi, bastano modesti cambiamenti nella velocità di assorbimento per determinare diarrea. Nei ruminanti la fluidificazione delle feci è spesso la conseguenza dei disturbi delle fermentazioni prestomacali e dell'aumento della velocità di transito. Nella pecora le feci si presentano normalmente ben formate in singole scibale di colore marrone scuro, con un contenuto idrico di appena il 50-60%. Non è raro, soprattutto durante l'inizio del pascolamento, osservare la presenza di feci conformate in blocchi pastosi di colore marrone verdastro. La presenza di feci fluide, invece, può rappresentare il sintomo di una turba del digerente causata da problemi di natura alimentare. I principali meccanismi che sono alla base del sintomo diarrea sono il malassorbimento (atrofia dei villi), il sovraccarico osmotico, l'aumento dell'attività secretoria, l'abnorme motilità e l'aumento della pressione idrostatica tra comparto ematico e lume intestinale. Nelle turbe causate da problemi di natura alimentare e da alterazioni che colpiscono il comparto prestomacale prevale il meccanismo osmotico a causa di un aumento della velocità di transito, che porta nell'intestino quantità di carboidrati e lipidi superiori a quelle che possono essere riassorbite. Ne deriva un incremento delle sostanze indigerite o non assorbite a livello del grosso intestino, che determina un aumento dei processi fermentativi e delle particelle osmoticamente attive. Nei ruminanti i sovraccarichi ruminali (ad esempio l'eccesso di carboidrati) possono portare a squilibri osmotici nel rumine ed a cambiamenti del pH abomasale in grado di provocare diarrea, che può essere una diretta conseguenza dei disturbi prestomacali. Le condizioni alimentari che portano ad un aumento delle fermentazioni del grosso intestino possono essere considerate anche come cause predisponenti per l'instaurarsi di forme infettive, come ad esempio le gastroentero-

tossiemie da clostridi e le infezioni da *Listeria monocytogenes*. Quest'ultima condizione è legata, soprattutto, alla somministrazione di insilati non ben conservati nei quali il pH è superiore a 5 e dove è possibile riscontrare una grande quantità del germe.
La prevenzione dei disturbi intestinali negli ovini riconosce in primo luogo la riduzione dei disturbi del comparto prestomacale, come accennato in precedenza. Va ricordato, come già detto, che nella pecora la velocità di transito è maggiore rispetto a quella del bovino e che quindi la funzione di filtro dei prestomaci può essere più facilmente compromessa. In questi animali, quindi, è buona norma integrare il concentrato con tamponi in grado di agire soprattutto a livello intestinale, come il carbonato di calcio e l'ossido di magnesio. La somministrazione di granelle di cereali (ad esempio orzo) tal quale può far sì che queste possano superare indigerite il rumine e provocare fermentazioni anomale a livello del grosso intestino: è buona norma pertanto controllare che nelle feci non sia presente molta granella indigerita. Un trattamento delle stesse può essere rappresentato dal lasciarle a bagno per 8-12 ore prima della somministrazione, se non si può ricorrere alla schiacciatura o alla fioccatura. Questi trattamenti, oltre a garantire una migliore digeribilità, evitano l'eventuale perdita di prodotto con le feci migliorando anche l'efficienza produttiva degli animali. Anche la messa al pascolo delle greggi dovrebbe presupporre un graduale adattamento, soprattutto dopo il periodo invernale e delle piogge e prevedere la concomitante somministrazione di foraggi grossolani in grado di garantire una più lunga permanenza nel rumine diminuendo, quindi, la velocità di transito alimentare.

9.3. Disordini metabolici

9.3.1. Generalità

L'organismo animale provvede all'omeostasi dell'ambiente interno dei fluidi corporei attraverso un continuo flusso in entrata (alimentazione) ed uscita (spese per il metabolismo basale e le produzioni) dei diversi metaboliti. Se si verificano variazioni nella velocità in uno dei due sensi, tali da non permettere un pronto bilanciamento ad opera di un effetto contrario, l'equilibrio del sistema cambia fino alla possibile rottura. Numerosi meccanismi partecipano a mantenere tale equilibrio. In primo luogo gli animali hanno evoluto un complicato sistema endocrino di controllo; in secondo luogo la stabilità del sistema dinamico tra le "entrate" e le "uscite" dipende essenzialmente dalla quan-

tità del metabolita circolante e di quello disponibile nei fluidi e negli organi di riserva, i meccanismi atti al suo assorbimento o alla sua sintesi nonché quelli deputati alla sua trasformazione, utilizzazione ed escrezione. Ogni sistema metabolico dell'organismo, inclusa l'acqua, i minerali, gli elementi traccia, gli elettroliti, le proteine ed i metaboliti energetici, può essere coinvolto da uno squilibrio tra "entrate" ed "uscite" di volta in volta con conseguenti disordini metabolici diversi. La maggior parte di questi disordini riguardano principalmente gli animali con le maggiori esigenze in termini metabolici, come gli agnelli in accrescimento e le pecore in produzione (gestazione e lattazione). Essi sono il risultato di una compromissione della capacità animale di far fronte alla domanda relativa alle elevate produzioni in rapporto soprattutto agli alimenti somministrati. Quindi, malattie di questo tipo possono essere considerate opera dell'uomo e dovute principalmente ad errori alimentari e di conduzione zootecnica che possono alterare l'equilibrio tra le "entrate" e le "uscite" con conseguenze negative sullo stato di salute e produttivo degli animali. Nel campo dell'allevamento ovino da latte, tuttavia, la selezione e i tipi di allevamento fino ad ora adottati, non hanno ancora creato le gravi sindromi metaboliche che si riscontrano nella vacca da latte. Nell'allevamento della pecora, più che le alte produzioni, incidono ancora molto gli squilibri alimentari e le carenze dietetiche visto anche lo stretto legame di questo allevamento con la pratica del pascolamento. Sono quindi le carenze o gli eccessi nutrizionali dovuti alla variabilità di tale elemento, così mutevole nel tempo, sia in termini quantitativi che qualitativi e gli errori di conduzione aziendale legati alle situazioni più disparate a causare la maggior parte delle patologie metaboliche e nutrizionali degli ovini da latte.

9.3.2. Disturbi legati al metabolismo energetico

Precedentemente abbiamo fatto riferimento ad alcuni disturbi legati all'eccessiva somministrazione di carboidrati che può causare patologie digestive e sistemiche, come le varie forme di acidosi ruminale. Nel presente paragrafo si tratterà, invece, delle conseguenze di un deficit energetico.

Tossiemia gravidica

La tossiemia gravidica, conosciuta anche come chetosi della pecora o malattia degli agnelli gemelli, è causata da un bilancio energetico negativo risultante dall'aumentata richieste da parte del feto, o meglio, dei feti in rapido accrescimento che si verifica in tarda gravidanza (ultime 4-2 settimane) e da un insufficiente apporto energetico con la razione. Colpisce generalmente le pecore

dalla seconda-terza gestazione in avanti, anche se sono stati segnalati episodi in agnelle sottoposte a sincronizzazione dei calori a causa, probabilmente, di un consistente aumento dei casi di gemellarità. Un inadeguato apporto energetico si osserva quando le pecore sono alimentate con foraggi di scadente qualità oppure quando il pascolo è carente per condizioni climatiche non favorevoli. Un fattore di variabilità abbastanza importante è dato dall'ingestione volontaria di alimento che diminuisce nelle pecore che a fine gravidanza risultano eccessivamente grasse. Le brusche variazioni delle condizioni alimentari e/o la presenza di altre malattie come pedaina e parassitismo intestinale, nonché l'effettuazione di alcune operazioni di stalla, come ad esempio i bagni parassitari, il trasporto o gli spostamenti di stalla, possono diminuire l'ingestione o l'assorbimento degli alimenti contribuendo all'instaurarsi della patologia. Inoltre, la carenza di altri nutrienti, come ad esempio la colina o la biotina possono contribuire allo sviluppo della patologia.

Le pecore, come tutti i ruminanti, non possono regolare le richieste di glucosio del feto e, quindi, devono attingere dalle riserve corporee quando ciò non è possibile attraverso un adeguato apporto con l'alimento ingerito. Il glucosio necessario ai fabbisogni energetici dei tessuti dell'animale e del feto non può essere ottenuto direttamente dalla digestione degli alimenti, ma deve essere in buona parte sintetizzato. Più della metà del glucosio necessario viene prodotto dal fegato a partire dall'acido propionico derivante dalle fermentazioni dei carboidrati nel rumine; il rimanente viene sintetizzato attraverso la neoglucogenesi a partire dagli aminoacidi glucogenetici, dal lattato e dal glicerolo oppure deriva dalla digestione intestinale della quota di amidi ad escape ruminale. Quando l'acido propionico ed gli altri precursori, nonchè il glucosio preformato derivante dalla digestione intestinale, non riescono a soddisfare le necessità metaboliche di energia, si instaura una ipoglicemia che porta ad una depressione del sistema nervoso centrale. Gli acidi grassi che sono rapidamente mobilizzati dalle riserve lipidiche vengono ossidati a scopo energetico nel fegato con la produzione di acetil-CoA. Quando c'è una carenza dei precursori di glucosio insorge una riduzione dei metaboliti intermedi del ciclo di Krebs, particolarmente dell'ossalacetato che è necessario all'utilizzo dell'acetil-CoA che, quindi, data la mancata metabolizzazione, viene parzialmente ossidato a corpi chetonici (acetone, acetoacetato e beta-idrossibutirrato) che si accumulano nei liquidi dell'organismo (sangue, urine), provocando una acidosi metabolica, con conseguente dispnea, depressione del sistema nervoso centrale, disidratazione, iperazotemia e perdita della coscienza. L'arrivo nel fegato degli acidi grassi non esterificati (NEFA) porta ad un accumulo di trigliceridi responsabile della steatosi epatica.

In un gregge affetto, la malattia ha una insorgenza che si prolunga per diverse settimane, con un numero variabile di pecore che, ogni giorno, manifestano i segni clinici della malattia. Sebbene il decorso risulta in media di una settimana, le pecore colpite vengono identificate solo negli ultimi stadi. Inizialmente si osserva depressione del sensorio con disturbi della postura, dell'equilibrio e della deambulazione; successivamente compare decubito, coma e morte. Le pecore colpite non sono in grado di seguire il gregge al pascolo e sembrano cieche; si muovono svogliatamente e con passo barcollante e spesso urtano goffamente gli ostacoli; a volte prevalgono i sintomi nervosi e le crisi convulsive; negli stadi finali le pecore vanno in decubito sternale o laterale, presentano un atteggiamento stuporoso con bocca aperta, possono digrignare i denti e avere masticazioni a vuoto. Lo stato comatoso e la morte subentrano 3-4 giorni dopo il decubito. La diagnosi differenziale include altre malattie peripartali come, ad esempio, le mastiti parenchimatose, l'ipocalcemia, la polioncefalomalacia, l'enterotossiemia e gli stati di tossicosi.

Nei primi stadi della malattia gli animali colpiti presentano ipoglicemia, elevate concentrazioni plasmatiche di NEFA, iperchetonemia e chetonuria. Negli animali con stati avanzati di acidosi e insufficienza renale, la concentrazione di bicarbonato può essere ridotta del 50%. La chetonuria è generalmente presente e si rileva prima della iperchetonemia. I livelli sierici di beta-idrossibutirrato sono elevati (maggiore di 1 mmol/l). Le lesioni anatomopatologiche sono spesso minime e caratterizzate dalla presenza di due o più feti o di uno di grosse dimensioni che si possono presentare in stato avanzato di decomposizione. Il fegato è aumentato di volume, pallido, friabile e con superficie di taglio untuosa (steatosi epatica di vario grado).

Il trattamento risulta efficace solo in quelle pecore che si trovano agli stadi iniziali di tossiemia gravidica e che sono in grado di mantenersi in stazione; ad esse possono essere somministrati 200 ml di soluzione calda di glicerolo al 50% o di glicole propilenico per os. due volte/die fino alla comparsa dell'appetito. Un altro trattamento efficace può essere la riduzione del drenaggio metabolico tramite rimozione del feto con il taglio cesareo o con l'induzione del parto dopo la somministrazione 10 mg di desametazone 21-isonicotinato, anche se le pecore con deficit energetico prolungato possono mostrare risposte inaffidabili dopo somministrazione dei glucocorticoidi, tanto da rendersi necessarie dosi superiori.

La prevenzione ed il controllo vanno effettuati principalmente con una osservazione accurata delle pecore nelle ultime settimane di gestazione. Anche se i casi di tossiemia nel gregge sono rari, la maggior parte delle pecore può risentire del deficit energetico con problemi della crescita e dello sviluppo del feto e

della mammella, che potrebbero provocare una maggiore mortalità degli agnelli, con basso peso alla nascita, una scarsa crescita degli agnelli sopravvissuti ed una ridotta produzione di latte. La valutazione dello stato di gravidanza gemellare tramite la diagnosi ecografica potrebbe essere utilizzata per individuare, nel gregge, i soggetti a rischio ai quali dovrà essere fornito un supplemento alimentare. La concentrazione plasmatica del beta-idrossibutirrato può essere presa come guida per correggere l'alimentazione supplementare delle ultime settimane di gravidanza. Si esamina il 10% del gregge e l'alimentazione viene incrementata quando la concentrazione plasmatica del beta-idrossibutirrato supera i 4,8 mg/dl (0,8 mmol/l). Se le pecore sono state alimentate con una dieta adeguata negli ultimi tre mesi di gravidanza, dovrebbero acquistare almeno 4 kg di peso corporeo se portano un agnello e almeno 7,5 kg se ne portano due. Quando le pecore sono sovrapeso al momento dell'accoppiamento, il loro peso corporeo dovrebbe scendere del 20% durante i primi due mesi di gestazione, per poi aumentare nuovamente nei tre mesi successivi. Quelle che arrivano grasse al parto (diminuzione dell'ingestione) sono, infatti, quelle più soggette alla malattia. Nell'ultima fase di gestazione (ultimi 30-40 giorni) agli animali va somministrata gradualmente, meglio se in relazione allo stato di gestazione (singola o gemellare), un'integrazione con concentrato che arrivi ad una quantità di 400-500 g/capo al 15-20° giorno prima del parto. Nel concentrato dovrebbero essere presenti sostanze ad azione glucogenetica, proteine ed aminoacidi ad elevato escape ruminale ed una adeguata integrazione minerale e vitaminica, con particolare attenzione al cobalto e alla niacina. Le malattie intercorrenti, quali parassitosi o infezioni, devono essere trattate in quanto rappresentano fattori secondari di malnutrizione.

9.3.3. Disturbi legati alla carenza proteica

Per quanto riguarda l'alimentazione proteica, i ruminanti sono animali favoriti rispetto ai monogastrici perché, mediante le fermentazioni ruminali, possono sintetizzare *ex novo* proteine a partire da fonti di azoto non proteico. Inoltre ogni molecola di urea che si forma nell'organismo, come prodotto finale del metabolismo proteico, può essere riciclata per via salivare come fonte di azoto ruminale. Tutto ciò fa si che i ruminanti possono economizzare sull'ingestione di proteine. La carenza proteica, quindi, non dovrebbe rappresentare un grosso problema per le pecore anche se in condizioni particolari, soprattutto quando si protrae nel tempo e quando i fabbisogni sono aumentati in relazione alla produzione lattea, può creare alcuni problemi. Inoltre la carenza di proteine raramente esiste come tale, ma coinvolge anche numerosi altri

nutrienti come, ad esempio, l'energia. Una bassa ingestione di proteine, infatti, deprime l'attività dei microrganismi ruminali cosicché la digestione dei carboidrati nel rumine viene compromessa. In aggiunta, alcuni macro e microelementi sono essenziali per le funzioni ruminali, incluso lo zolfo (per la sintesi di lisina e metionina) ed il cobalto. In altre parole è difficile separare la semplice carenza di proteine dalla malnutrizione in generale. Altre patologie possono interagire causando una grave carenza secondaria di proteine o aggravandone una già esistente. Alcune malattie del fegato, dell'intestino e dei reni possono condurre ad una eccessiva perdita di sieroproteine come, ad esempio, la distomatosi epatica (fascioliasi), la malattia di Johne e l'infestione intestinale di vermi tondi come l'ostertagiasi.

Le conseguenze di una carenza proteica sono molteplici con ripercussioni su numerosi organi ed apparati. Una diminuzione delle proteine ematiche porta ad una modificazione dell'osmolarità plasmatica ed a disordini del metabolismo idrico con l'insorgenza di edemi che, nella pecora, si localizzano soprattutto nello spazio intermandibolare. Una diminuzione delle sintesi proteiche può alterare la produzione degli ormoni proteici connessi con la riproduzione con conseguenti problemi di fertilità; può interferire, inoltre, con la sintesi della matrice ossea con conseguente osteoporosi. Disturbi simili si osservano nella crescita delle strutture cornee a cui conseguono zoppie e lesioni podali, così come una compromissione della cicatrizzazione e della crescita del pelo.

Gli effetti della carenza proteica si estendono, peraltro, al metabolismo energetico. Quest'ultimo, infatti, è influenzato negativamente anche perché una parte del glucosio ematico proviene dagli aminoacidi glucogenetici come, ad esempio, l'alanina che insieme alla metionina svolge un ruolo vitale nella sintesi delle lipoproteine; pertanto ogni loro carenza influisce sul metabolismo e sul trasporto dei grassi e può contribuire all'insorgenza della tossiemia gravidica. Tale carenza può influire negativamente anche sulla risposta immunitaria nei confronti dei più comuni agenti patogeni. È ormai riconosciuto, infatti, che lo stato nutrizionale dell'ospite influenza la velocità di acquisizione di una valida immunità nei confronti dei parassiti e di altri agenti infettanti e che, a tale proposito, le proteine della dieta rivestono un ruolo predominante tanto che, nella pecora, la supplementazione proteica è in grado di migliorare la risposta dei linfociti T ai mitogeni e quella agli antigeni delle larve L3 di strongili gastrointestinali. Tale integrazione non sembra influire direttamente sulla carica parassitaria, ma piuttosto ridurre le perdite di produzione attribuite all'azione dei parassiti e l'eliminazione delle uova del parassita. Quest'ultimo effetto sembra essere il risultato di una

diminuita performance riproduttiva dei parassiti in conseguenza dello sviluppo di stato di immunità dell'ospite.
Nel corso di una carenza proteica i sintomi risultano vaghi e non specifici ed includono: scadente qualità del vello o degli annessi cornei, ipofertilità e tendenza all'edema (che si manifesta soprattutto nello spazio intermandibolare). La diagnosi definitiva dipende dall'interpretazione del profilo metabolico, che può mostrare bassi livelli di urea ematica (nella pecora al disotto di 25 mg/dl), albumina (al disotto di 2,5 g/dl) ed emoglobina (al disotto degli 8 g/dl), specialmente nelle pecore in lattazione. La diagnosi differenziale va fatta escludendo gli effetti di una carenza secondaria, come quelle causate da carenze energetiche o di elementi traccia o da altre patologie, come le gravi infestazioni parassitarie o la paratubercolosi.
La prevenzione dipende, innanzitutto, da una adeguata determinazione della reale ingestione di proteine da parte degli animali. Spesso si può essere tratti in inganno se tale valutazione si basa soltanto sul contenuto di proteina grezza (o sull'azoto) della razione.

9.3.4. Disturbi legati all'eccesso proteico

Un eccesso di proteina nella dieta non è un evento frequente nell'allevamento ovino, sebbene determinate condizioni possano portare a questa evenienza. Rari risultano anche le intossicazioni causate dall'uso di fonti azotate non proteiche come, ad esempio, l'urea. Tuttavia particolari situazioni possono portare ad un eccesso di proteine e/o azoto non proteico, soprattutto quando gli animali in produzione vengono alimentati con elevate quantità di concentrati o quando le erbe da pascolo primaverile sono estremamente ricche di azoto non proteico o di proteine facilmente degradabili. In quest'ultimo caso gioca un ruolo importante anche la carenza momentanea di adeguate quantità di carboidrati facilmente fermentescibili in grado di apportare gli scheletri carboniosi necessari alle sintesi proteiche della flora ruminale. In ogni caso, l'eccesso di ammonica che si forma a livello ruminale può passare in circolo e sfuggire alla detossificazione epatica, soprattutto quando il fegato è colpito da alterazioni patologiche, quali ad esempio le parassitosi (distomatosi), tanto da provocare problemi a carattere generale. Negli ovini, tuttavia, non esistono studi specifici sull'argomento, sebbene sia possibile immaginare un ruolo patologico dell'eccesso di ammoniaca anche in questi animali. C'è da puntualizzare peraltro che gli ovini presentano tassi ematici di urea (35-55 mg/dl), metabolita terminale che deriva dalla detossificazione dell'ammonica da parte del fegato, superiori a quelli riscontrati nel bovino ed in altri ruminanti. Gli alti livelli ematici di urea, nonché quelli che si

rilevano nel latte, possono indicare, quindi, lo stato del metabolismo proteico sebbene le loro variazioni possono essere causate anche da altre situazioni fisiologiche (digiuno) o patologiche (insufficienza renale).
Nella bovina da latte è stato dimostrato che un eccesso proteico può determinare turbe della riproduzione con l'intervento di due meccanismi principali; il primo rappresentato dal concomitante deficit energetico, dovuto proprio allo squilibrio tra energia e proteine della dieta e il secondo per l'azione dell'urea sulle condizioni intrauterine che, alterando le caratteristiche chimiche dell'ambiente e la produzione di prostaglandine, condizionerebbero negativamente l'attecchimento embrionale. Nella Pecora esistono pochi studi al riguardo che consentono di ipotizzare una minore importanza dell'eccesso proteico sulle performances riproduttive. Innanzitutto perché, nel periodi degli accoppiamenti (Maggio-Giugno; Settembre-Ottobre) è difficile che i pascoli siano estremamente ricchi di proteine e azoto non proteico; secondariamente perché in questo periodo le pecore non si trovano nel picco di lattazione per cui anche se le loro razioni fossero molto ricche di proteine sarebbe molto difficile che queste possano provocare un contemporaneo deficit energetico che, almeno attualmente, sembra essere il problema più importante nell'ipofertilità femminile in questa specie. Tuttavia, l'eccesso di proteine e/o di azoto non proteico, ipotizzabile con il riscontro di elevati valori di urea (> 60 mg/dl) nel sangue o nel latte, può, in determinate condizioni del ciclo produttivo (immissione degli animali freschi su pascoli rigogliosi ad alto contenuto di proteine), creare degli squilibri ruminali (alcalosi) ed intestinali (vedi sopra) con conseguenze negative che si possono manifestare su altri organi ed apparati (mammella e piede).

9.3.5. Disturbi legati al metabolismo minerale

9.3.5.1. Calcio e fosforo

Il fosforo (P) e il calcio (Ca) sono i minerali più abbondanti dell'organismo animale. Approssimativamente l'80% del fosforo totale e il 99% del calcio si ritrovano nelle ossa e nei denti. Una adeguata quantità di calcio e fosforo sono necessari alla normale crescita e mineralizzazione dell'osso. Il rimanente 20% del fosforo è distribuito nei tessuti molli dove svolge molte funzioni: è importante negli scambi energetici tramite la formazione e l'utilizzazione dei composti ad alta energia (ATP); ha la capacità di essere escreto sia come $H_2PO_4^-$ che HPO_4^{2-} contribuendo al mantenimento dell'equilibrio acido-base. Anche il calcio esplica numerose funzioni nei tessuti molli, ma è particolarmente importante per la normale eccitabilità neuromuscolare, la permeabilità capillare e

delle membrane cellulari, la contrazione muscolare, la trasmissione dell'impulso nervoso e la coagulazione del sangue.
L'omeostasi calcica e secondariamente quella del fosforo sono controllate dall'ormone paratiroideo (PTH) secreto dalle paratiroidi, dalla calcitonina secreta dalle cellule C della ghiandola tiroidea e dall'1,25 diidrocolecalciferolo (1,25-$(OH)_2$D o vitamina D) prodotto dal rene. La diminuzione dei livelli plasmatici di calcio stimola la produzione di PTH, che a sua volta promuove la produzione di 1,25-$(OH)_2$D da parte del rene, che stimola l'assorbimento del calcio a livello intestinale. Il tessuto osseo funge da riserva che può essere mobilizzata per mantenere normali i livelli plasmatici durante i periodi nei quali si osserva un'elevata richiesta di calcio (fine gestazione, per il completamento dell'ossificazione fetale).
In condizioni di carenza, bassi livelli plasmatici di P stimolano la produzione di 1,25-$(OH)_2$D che, a sua volta, ne promuove il riassorbimento intestinale. A differenza di molte specie animali, nei ruminanti l'escrezione del fosforo dipende dalla sua eliminazione salivare più che da quella per via renale. Il PHT stimola l'eliminazione di P con la saliva e ne inibisce il riassorbimento dai tubuli renali. Un efficace riassorbimento del P dal rene e la possibilità di recuperare quello escreto con la saliva rende i ruminanti, ed in particolare la pecora, animali resistenti alla carenza prolungata di fosforo.
Negli animali adulti e sani la concentrazione di calcio totale nel sangue è pari a circa 10 mg/dl (2,5 mmol/l). Di questi circa il 50% si trova sotto forma ionizzata (Ca^{++}) e cioè quella metabolicamente attiva. La concentrazione ematica di fosforo inorganico è di 5-7 mg/dl.

Ipocalcemia
Le pecore possono essere colpite da questo disturbo soprattutto durante le ultime 4-6 settimane di gestazione. Se si fa un paragone con la bovina da latte le pecore hanno una maggiore richiesta di calcio per lo sviluppo del feto o meglio dei feti, rispetto a quella che si osserva durante la montata lattea e la lattazione. Tuttavia, in condizioni particolari (somministrazione di sostanze in grado di chelare il calcio, come ad esempio le tetracicline) e con animali molto produttivi, l'ipocalcemia può manifestarsi anche durante le prime 6 settimane di lattazione. La paralisi flaccida è il primo sintomo dell'ipocalcemia nella pecora, anche se la sintomatologia tetaniforme sembra essere più frequente rispetto al bovino. La tossiemia gravidica e l'ipocalcemia, manifestandosi nello stesso periodo, sono spesso difficilmente differenziabili se si tiene conto soltanto della sintomatologia. Un valido ausilio alla diagnosi differenziale può essere rappre-

sentato dall'analisi rapida delle urine con apposite strisce reattive per verificare la presenza dei corpi chetonici nel caso della tossiemia. La carenza di alimento, un esercizio forzato o il trasporto (ipocalcemia da trasporto) possono scatenare la patologia in animali predisposti. Il trasporto per lunghe distanze, inoltre, può essere la causa di ipocalcemia negli agnelli che, se associata ad un'ipomagnesiemia, si presenta con tremori muscolari e tetania, più che una paralisi flaccida. Nella pecora, così come negli agnelli, il decorso è abbastanza breve e gli animali, se non trattati adeguatamente, possono venire a morte in 24-48 ore. La somministrazione endovenosa di soluzioni di calcio gluconato (1g di calcio/50 kg di peso corporeo) porta ad un rapido recupero. La prevenzione si basa soprattutto sull'alimentazione: le pecore dovrebbero essere seguite durante le ultime 6 settimane di gestazione garantendo loro un adeguato apporto di calcio ed energia con la razione. A questo scopo è consigliato l'utilizzo di fieni ricchi di calcio, come ad esempio, quelli di leguminose.

9.3.5.2. Magnesio

Oltre a catalizzare l'azione di alcuni enzimi (fosfatasi alcalina), il magnesio (Mg) interviene nella sintesi e nella lisi dell'acetilcolina e nella scissione enzimatica dell'adenosin trifosfato (ATP). La somministrazione di sali di magnesio provoca una paralisi di senso e di moto accompagnata da uno stato di narcosi con abolizione dei riflessi. Il 70% circa del magnesio presente nell'organismo è depositato nello scheletro dove è scarsamente mobilizzabile in caso di necessità. Il 29% lo si ritrova nei tessuti molli e soltanto l'1% circa nel liquido extracellulare (interstiziale e intravasale). Le forme di tetanie ipomagniesiemiche si riscontrano quando la concentrazione plasmatica del magnesio scende dai normali 2-3 mg/dl a meno di 1,1 mg/dl. La concentrazione ematica di Mg, varia entro limiti piuttosto ampi che dipendono soprattutto dall'apporto dell'elemento con la dieta, a differenza di quanto avviene per il calcio, ed in parte per il fosforo, dove un'apprezzabile quantità può essere riassorbita dalle ossa in caso di necessità. L'eliminazione del magnesio avviene con le urine, il latte e le feci. L'escrezione renale del magnesio inizia quando la sua concentrazione plasmatica è superiore a 1,8-1,9 mg/dl ed è correlata linearmente a questa. Il controllo omeostatico della magnesiemia, quindi, dipende dal continuo apporto con la dieta e dalle condizioni che possono interferire con il suo assorbimento.

Tetanie Ipomagnesiemiche

L'ipomagnesiemia, conosciuta anche come tetania da erba, tetania da lattazione, tetania da trasporto, ecc.. è una carenza degli ioni magnesio nel sangue e

nel liquido cerebrospinale con perdita della normale funzione neuromuscolare, comparsa di spasmi tetaniformi e convulsioni cloniche. La lattazione, lo stress, il trasporto e/o l'anoressia possono essere le cause scatenanti la sintomatologia in animali alimentati con diete carenti. La tetania da erba si manifesta negli animali in lattazione durante il pascolo invernale o primaverile quando questo è costituito principalmente da graminacee che, in questi periodi, sono estremamente povere in magnesio, soprattutto se concimate con azoto e potassio. Le condizioni atmosferiche avverse, che possono causare anoressia (deficit energetico) possono precipitare il decorso. Una razione con un contenuto di magnesio inferiore allo 0,2% della sostanza secca è in grado di provocare la malattia, che è altamente fatale e va sospettata sempre nei casi di morte improvvisa degli animali al pascolo. Per la prevenzione ed il controllo, l'adozione di una supplementazione con magnesio per un lungo periodo prima dell'immissione al pascolo è di scarso beneficio. Quindi, lo sforzo va fatto nel provvedere una adeguata integrazione dell'elemento giornalmente agli animali che pascolano su prati di graminacee e nei periodi a rischio (inverno ed inizio primavera). L'integrazione può essere ottenuta con numerosi metodi, come ad esempio l'aggiunta di magnesio nell'acqua di bevanda, la supplementazione con integratori minerali o concentrati, la distribuzione di sali direttamente sul pascolo o sugli alimenti, anche se il metodo più semplice ed economico sembra essere l'integrazione della razione con foraggi di leguminose.

9.3.5.3. Sodio e potassio

Il sodio rappresenta il principale catione a livello ematico del comparto extracellulare (scheletro osmotico), mentre il potassio è presente soprattutto a livello intracellulare (circa il 98%) dove contribuisce al mantenimento del potenziale di membrana e quindi anche alla normale contrazione muscolare e cardiaca. Assorbiti per via intestinale, la loro escrezione dipende essenzialmente dal rene. La quantità di potassio che si ritrova negli alimenti di origine vegetale eccede spesso i fabbisogni degli animali. Entrambi hanno un notevole volume disponibile nei fluidi e negli organi relativamente al loro turnover tanto che, ogni disordine relativo al loro metabolismo si evolve lentamente. In altre parole esiste un sufficiente tamponamento del sistema che permette agli animali di superare periodi relativamente brevi di carenza senza problemi.

Edema mammario

Nelle ultime fasi della gestazione (qualche giorno prima del parto) è possibile riscontrare un eccessivo ingrossamento della ghiandola mammaria in numerosi

soggetti del gregge. La mammella si presenta simmetrica, di colorito normale e l'animale a volte fa fatica perfino a camminare ed a coricarsi a causa dell'ingombro provocato dall'organo notevolmente aumentato di volume. Anche i capezzoli appaiono notevolmente ingrossati. Alla palpazione la mammella si presenta di consistenza pastosa e se si fa pressione con la punta del dito rimane un'impronta visibile (fovea). La temperatura ed il colore sono spesso normali. Gli animali più frequentemente colpiti sono le agnelle primipare e quelli più grassi. La malattia non è di per se pericolosa in quanto scompare entro pochi giorni dal parto. L'instaurarsi dell'edema, tuttavia, può creare qualche problema all'animale e agli agnelli. La mammella colpita può andare facilmente incontro a traumi. L'aumento di volume dell'organo e dei capezzoli non consente un adeguato allattamento degli agnelli o un'adeguata mungitura con possibile formazione di lesioni ai capezzoli ed ingorgo latteo. Queste situazioni possono predisporre l'organo all'instaurarsi di infezioni batteriche (mastiti). Generalmente nei casi gravi, che colpiscono numerosi animali, è facile il riscontro di sangue nel latte che può persistere per numerosi giorni. La presenza di eritrociti nel latte è stata messa in relazione ad un aumento delle cellule somatiche (leucociti neutrofili). Tale alterazione, conferendo un colorito roseo al latte, lo rende inadeguato alla vendita ed alla trasformazione. L'edema mammario in questa forma va differenziato da quello collaterale che si può verificare in gravi casi di mastite nei quali è caratterizzato da arrossamento delle cute, calore, dolorabilità alla palpazione, interessamento dei linfonodi sopramammari e generale con febbre, anoressia ed abbattimento, nonché il notevole aumento delle cellule somatiche nel latte. L'eziopatogenesi di questo disturbo non è stata del tutto chiarita. L'edema mammario si manifesta soprattutto in primavera negli animali alimentati con notevoli quantità di cereali o mangimi e con diete che contengono un eccesso di sodio e/o potassio. Sembra essere correlata ad una ritenzione idrica per cause osmotiche anche se, almeno per quanto riguarda la bovina da latte, non si possono escludere anche cause ormonali. Gli animali affetti da edema mammario generalmente non necessitano di una terapia specifica; la prevenzione attraverso un adeguato razionamento in asciutta rappresenta il modo migliore per controllare questo problema.

Bibliografia

1. Bertoni G., lombardelli R., Biffi R. - 1988 Su alcune variazioni endocrino metaboliche in pecore di razza Sarda al termine della gravidanza e nel 1° mese di lattazione. Atti Congresso nazionale S.IP.A.O.C., 8: 15-25.
2. Bertoni G. 1992 - Ruolo dell'alimentazione nel modificare i parametri qualitativi del latte ovino. Atti Seminario S.I.P.A.O.C., Perugia 20 Novembre, 11-27.
3. Bezille P. 1996 - Tossiemia da gestazione e ipocalcemia nella pecora. Summa, 9, 87-91.
4. Blood D.C., Radostits O.M., Henderson J.A. 1988 - Patologia medica veterinaria. Ed. It., Editoriale Grasso, Bologna.
5. Coles E.H. 1974 -Veterinary Clinical Pathology. 2nd Ed., W.B. Saunder Co., Philadelphia.
6. Decante F. 1996 - Tetania da erba: fisiopatologia e prevenzione. Summa, 9, 67-75.
7. Morgante M., Beghelli D., Ranucci S., Rueca F., Duranti E. 1994 - Livelli sierici di calcio ionizzato nella pecora e loro correlazioni con quelli di calcio totale, proteine totali, fosforo e magnesio. Atti S.I.S.Vet., XLVIII, 405-409.
8. Pauselli M., Morgante M., Casoli C., De Vincenzi S., Ranucci S., Duranti E. 1994 - Influence of pregnancy on some metabolic parameters in comisana ewe-lambs. Annali Facoltà di Agraria Vol. XLVIII, 433-446.
9. Payne J.M. 1977 - Metabolic diseases in farm animals. Williams Heinemann Medical Books Ltd, London.
10. Pethic R.L., Lindsay D.B. 1982 - Metabolism of ketone bodies in pregnant sheep. Br. J. Nutr., 48: 594-561.
11. Ronchi B., Bertoni G., Nardone A. 1988 - Variazioni endocrino-metaboliche nel sangue di pecore di razza sarda e Comisana nelle fasi terminali della gravidanza e nel 1° mese di lattazione. Atti Congresso nazionale S.IP.A.O.C., 8: 27-37.
12. Russel A.J.F. 1978 - The use of mesurements of energy status in pregnant ewes. In the use of blood metabolities in animal production. (D. Lister, Ed.) Br. Soc. Anim. Prod. Occ. Publ.. n° I. 31-39.
13. Russel A.J.F. 1984 - Means of assessing the adeguacy of nutrition of pregnant ewes. Livestock Prod. Sci., 11, 429-435.
14. Smith B.P. 1996 - Large animal internal medicine. 2nd Ed., The C.V. Mosby Company, S. Louis.
15. Valercher J.F. Schelcher F., Foucras G., Espinasse J. 1996 - Equilibrio idro-elettrolitico: meccanismi regolatori e patologia. Summa, 9, 57-65.
16. Vrzgula L. 1991 - Metabolic disorders and their prevention in farm animals. Elsevier, Amsterdam.

Capitolo 10

IL PASCOLAMENTO E IL CARICO ANIMALE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALL'AMBIENTE MEDITERRANEO

Giovanni Molle, Mauro Decandia, Sebastiano Ligios, Nicola Fois e Maria Sitzia
Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna
Località Bonassai, Olmedo (Sassari)

10.1. Ecofisiologia del pascolo

Il pascolamento è l'interazione tra animale utilizzatore ed erba pascolata. Infatti, il comportamento alimentare dell'erbivoro è fortemente influenzato dalle caratteristiche del pascolo così come il portamento, i ritmi di ricrescita e lo sviluppo ecofisiologico dell'erba sono condizionati dall'intensità di pascolamento. Tra le piante foraggere utilizzate con il pascolamento si distinguono le specie poliannuali, che svolgono il loro ciclo vitale in più anni, e le specie annuali che, durante una stagione vegetativa, autunno-primaverile o primaverile-estiva, nascono, si riproducono e dissecano. In entrambi i casi, i ritmi di crescita e lo sviluppo sono strettamente legati alle condizioni climatiche e quindi alle stagioni che dettano i tempi di passaggio dalla fase vegetativa, quella di crescita ponderale di tessuti fogliari e di sostegno, alla fase riproduttiva, durante la quale si ha la differenziazione dei fiori e la formazione del frutto. Le foraggere annue a ciclo autunno-primaverile, maggiormente rappresentate nella flora delle aree a clima mediterraneo, offrono durante la fase vegetativa invernale una qualità elevata avendo una biomassa costituita principalmente da lamine fogliari. Con l'allungamento del fotoperiodo e l'innalzamento delle temperature si ha il passaggio alla fase riproduttiva. Nelle graminacee questa fase è connessa con uno scadimento qualitativo del foraggio dovuto all'aumento della frazione fibrosa a seguito della differenziazione del culmo e del suo indurimento e alla mancata produzione di nuove foglie. Tutte le riserve, inoltre, vengono mobilizzate e polarizzate verso la spiga. Anche nelle leguminose la differenziazione dei fiori e la formazione dei legumi porta ad un aumento della frazione fibrosa ma la qualità totale offerta rimane generalmente più alta che nelle graminacee (Tabella 10.1) anche come stoppie durante la stagione estiva[3,4].

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 275-304

Tabella 10.1 - Disponibilità media di sostanza secca (DSS, t ha^{-1}), proteina grezza (PG, %SS) e NDF (%SS) di alcune foraggere mediterranee[1,2]

	Medica polimorfa		Sulla		Erbaio[a]	Loglio rigido		Pascolo naturale[b]	
	Inverno	Primavera	Inverno	Primavera	Inverno	Inverno	Primavera	Inverno	Primavera[c]
DSS	1,7	4,6	1,9	6,0	2,0	1,7	6,1	1,0	5,1
PG	26,6	22,1	22,0	16,9	18,7	17,5	11,7	16,3	5,9
NDF	33,6	42,1	33,7	43,6	42,4	38,2	54,8	48,3	69,0

a) Avena – Veccia villosa – Trifoglio persiano; b) 60% graminacee; c) tarda primavera

La crescita dell'erba è influenzata dalla fertilità e dal tipo di suolo, oltreché da fattori climatici quali umidità e temperatura. Negli ambienti mediterranei, durante i mesi più freddi (gennaio e febbraio), si assiste ad un generale rallentamento dell'accrescimento che può arrivare alla stasi vegetativa ad altitudini elevate.
Il ritmo di accrescimento dipende fondamentalmente dalla capacità che la pianta ha di intercettare la luce solare e di trasformarla in carboidrati e quindi in sostanza secca. A questo riguardo riveste fondamentale importanza lo sviluppo dell'apparato fogliare, indicizzato con il LAI (leaf area index = indice di area fogliare), che esprime l'area fotosintetizzante per unità di superficie di suolo. La pianta si assicura un LAI efficiente grazie alla continua produzione e al ricambio dei tessuti verdi. Dopo l'utilizzazione da parte degli animali, le piante ricostituiscono il loro apparato fogliare in tempi che dipendono dalla specie (ritmo di emissione fogliare, durata media della vita della foglia) e dall'intensità di utilizzazione. In generale utilizzazioni molto spinte con asportazione totale dell'apparato fogliare allungano i tempi di ricrescita e quindi l'intervallo di tempo tra due successive utilizzazioni. Oltre che dalle caratteristiche intrinseche della specie foraggera utilizzata, la produzione di biomassa dipende dal numero di piante presenti per unità di superficie. Nelle graminacee l'accestimento è quindi di fondamentale importanza come garanzia di una buona produzione. Questo avviene durante la fase di crescita vegetativa della pianta ed è favorito da buone condizioni di illuminazione della base del culmo della pianta madre. Condizioni limitanti di umidità e di luce portano ad una scarsa produzione di culmi secondari fino anche al diradamento eccessivo della coltura a seguito della morte di quelli presenti. Nei pascoli artificiali e negli erbai, oltre alla densità di semina, uno dei fattori che principalmente favorisce l'accestimento è il pascolamento. Infatti, in cotiche di loglio italico sottoposte a pascolamento continuo a diverse altezze dell'erba (e con carichi variabili) si è riscontrato un numero di culmi inversamente proporzionale all'altezza e quindi all'intensità di pascolamento[5].

Su cotiche di loglio rigido utilizzate con tecniche di pascolamento ruotato oppure continuo, a parità di carico (6 capi/ha), il numero di culmi per ettaro è risultato più alto nelle cotiche utilizzate a rotazione in conseguenza del più alto carico istantaneo (Tabella 10.2). Il pascolamento può influenzare anche il numero di piante di leguminose o la produzione di stoloni o steli in trifogli e mediche.

Tabella 10.2 - Variazione nella densità della cotica (culmi n. m^{-2}) di loglio rigido e di loglio italico quando sono utilizzate con tecniche e carichi differenti[6,7]

Tecnica di pascolamento	Specie	Carico	Densità della cotica
Ruotato	Loglio rigido	Fisso	2750
Continuo	Loglio rigido	Fisso	2250
Continuo, altezza 30 mm	Loglio italico	Variabile, alto	4850
Continuo, altezza 60 mm	Loglio italico	Variabile, medio	3250
Continuo, altezza 90 mm	Loglio italico	Variabile, basso	2900

La biomassa disponibile, espressa in tonnellate di sostanza secca per ettaro (t SS/ha), è rappresentata da tutta la materia verde e disseccata presente sull'unità di superficie. La sua stima può essere effettuata misurando l'altezza dello strato erbaceo dal quale si può risalire alla sostanza secca presente grazie alla forte correlazione esistente tra i due parametri. L'altezza dell'erba può essere quella della cotica vegetale "indisturbata" che si misura con strumenti empirici[8] o, con maggiore accuratezza, con un'asta graduata (sward-stick[9]). Un altro metodo per misurare l'altezza è basato sull'uso dell'erbometro a piatto pesato[10], che tiene conto oltre che dell'altezza anche della densità della cotica. Questi due metodi di misurazione sono strettamente correlati come evidenziato in Tabella 10.3, per cui è possibile uniformare le stime.

Tabella 10.3 - Regressioni lineari (y = a + bx) tra le altezze in cm misurate con l'erbometro (EH = x) e con lo sward-stick (SSH = y)[11; Sitzia, com.pers.]

Specie	Tecnica di Pascolamento	Stagione	*Range*				
			SSH	EH	a	b	R^2
L. italico	Continuo	Primavera	1,2-17,2	0,3-14,5	1,21	1,05	0,89
L. italico	Non pascolato	Primavera	3,6-41,4	1,5-25,5	0,54	1,42	0,91
L. rigido	Ruotato	Inv- prim	9,3-30,6	4,2-20,2	3,59	1,29	0,97
Prati P.[a]	Ruotato	Inverno	0,9-49,9	1,6-41,1	1,33	1,23	0,95

a) Loglio rigido e Sulla in purezza

Una volta misurata l'altezza con l'erbometro, è possibile stimare la biomassa disponibile tramite le relazioni riportate in Tabella 10.4.

Tabella 10.4 - Equazioni di stima (y = a + bx) delle disponibilità di erba (y in t/ha di SS) e altezza della cotica (x in mm) misurata con l'erbometro[12,13,14]

Specie	Tecnica di Pascolamento	Stagione	*Range EH* mm	a	b	R^2
L. rigido	Ruotato	Inv- prim	56 – 417	0,116	0,013	0,84
L. italico	Ruotato	Inv- prim	37 – 290	0,016	0,01	0,75
L.italico	Continuo	Inv- prim	30 – 90	0,32	0,04	0,61
L.italico	Continuo	Fine prim	30 – 90	0,22	0,07	0,85
Sulla	Ruotato	Inv- prim	58 – 678	0,793	0,01	0,75
M.polimorfa	Ruotato	Inv- prim	12 – 330	-0,026	0,016	0,57

10.2. Comportamento alimentare al pascolo

Il pascolamento è un processo che comprende, sotto l'aspetto comportamentale:
- un'attività locomotoria associata ad un'attività percettiva legata alla scelta della zona di pascolamento e, nel suo ambito, del sito, dell'area o "patch" ed infine del punto di prensione[15];
- un'attività ingestiva che comprende la prensione e la rapida masticazione dell'erba fino alla deglutizione del bolo.

Con il pascolamento la pecora tende a selezionare una dieta migliore di quella media offerta preferendo le parti verdi ed in particolare le lamine fogliari e, in pascoli polifiti, le leguminose[16,17,18]. Con questo tipo di comportamento, la pecora tende a massimizzare la velocità di ingestione (VI, ingestione di sostanza secca per unità di tempo di pascolamento); essendo un piccolo ruminante, questa è la strategia più valida di alimentazione in quanto con VI alte si ottiene un'ingestione elevata in breve tempo, l'animale assume un alimento più nutriente che ha un più rapido transito e questo, per suo conto, permette di mantenere elevati livelli di ingestione, anche in condizioni di limitato volume ruminale[19].
La selezione della dieta nella pecora al pascolo è guidata:
- da informazioni conscie legate ai sensi e sub-conscie legate agli effetti post-ingestivi degli alimenti;
- dall' "insegnamento materno" durante la giovane età (pre e post-svezzamento) e da quello delle altre pecore che costituiscono il gregge di cui essa fa parte[19].

In pascoli monospecifici omogenei, la selezione della dieta è limitata ed il comportamento alimentare é principalmente in relazione all'accessibilità dell'erba offerta (vedasi paragrafo 4). L'azione di selezione sarà maggiore in pascoli monospecifici, ma eterogenei per la presenza di macchie di vegetazione con stadi di maturità differente. La massima attività selettiva si ha con pascoli polifiti con composizione floristica complessa.
Alcuni studi hanno evidenziato un comportamento selettivo che per gli ovini si può definire "opportunista": la pecora lo esercita fino ad una certa soglia di pressione di selezione, al di sopra della quale si accontenta di una dieta di minore qualità[20]. Ad esempio, in consociazioni molto intime tra leguminose e graminacee è stata evidenziata un'attività selettiva minore che in consociazioni a "pulvini" o "strisce"[21]. Inoltre è stato messo in evidenza come l'attività selettiva sia in relazione con alcuni composti chimici ad effetto attrattivo, quali i carboidrati solubili[22], o repulsivo, quali i tannini[23], e come in generale le scelte alimentari tendano a creare condizioni ottimali a livello ruminale[24].
Un'importante indice dell'attività selettiva è dato dall'ingestione per metro lineare percorso. Durante il giorno si susseguono fasi di alimentazione intensa con elevate ingestioni per metro percorso e fasi di alimentazione selettiva, in cui il ruminante assume meno alimento per unità di spostamento.[25]

10.3. Tecniche di pascolamento

10.3.1. Obiettivi

L'obiettivo principale della gestione del sistema complesso animale-pascolo è la produzione zootecnica.
A tal fine è necessario innanzitutto massimizzare l'ingestione di nutrienti al pascolo, che costituisce di norma la fonte alimentare a minore costo. In particolare sembra interessante l'incremento della durata delle fasi di prelievo intenso a discapito delle fasi di attività selettiva. Ciò consente non solo di massimizzare le ingestioni di principi nutritivi, perché le fasi intense corrispondono di norma al consumo di materiale più nutritivo, ma anche di ridurre, a parità di ingestione, le spese energetiche associate al pascolamento.
Una strategia di utilizzazione del pascolo per l'ottenimento nel lungo periodo di elevate produzioni zootecniche, non sarebbe efficace se non tenesse conto di altri essenziali obiettivi, quali:

- mantenere la cotica vegetale in condizioni di poter opportunamente ricacciare dopo il pascolamento;

- mantenere la cotica il più possibile in uno stadio "giovanile" in modo da ridurre il naturale decadimento sotto il profilo nutrizionale che si verifica nel corso del ciclo;
- permettere la persistenza delle essenze pabulari a discapito delle essenze avventizie infestanti, consentendo la realizzazione della risemina in specie foraggere auto-riseminanti o il mantenimento in vita delle piante, nelle specie perenni;
- ridurre per quanto possibile la carica parassitaria degli animali;
- minimizzare l'impatto ambientale sull'eco-sistema pascolo nel complesso, a partire dal suolo per finire con il sotto-suolo e con le acque di falda.

10.3.2. - Descrizione delle tecniche

Per raggiungere questi obiettivi esistono differenti opzioni in termini di tecniche di pascolamento, di cui si darà qui una sintesi. Tutte le tecniche hanno dei punti di contatto e delle limitazioni d'uso che le rendono convenientemente applicabili solo in determinate condizioni

Le principali tecniche di pascolamento sono descritte in Figura 10.1.

a) Pascolamento continuo

Si tratta dell'utilizzazione ininterrotta di una determinata superficie da parte degli animali per un arco di tempo importante, normalmente coincidente con l'intera stagione di pascolamento.

L'utilizzazione continua non significa in realtà l'assenza di intervalli nell'utilizzazione delle singole unità di vegetazione giacché, dopo la brucatura, la pianta diventa praticamente inaccessibile al morso dell'animale. Lo sarà di nuovo dopo che la ricrescita le avrà consentito di raggiungere il livello minimo di altezza al di sopra del quale la pianta è nuovamente accessibile (idealmente 20 – 30 mm). Il pascolamento continuo può effettuarsi a carico fisso ("set stocking" = stesso carico istantaneo e stessa superficie) o a carico variabile ("variable stocking"). In quest'ultimo caso si può modificare il carico in accordo alla curva della disponibilità dell'erba in modo da offrire a ciascun capo la stessa massa di erba per giorno di pascolamento. Questa tecnica ("continuous variable stocking") può essere realizzata, in alternativa, tramite la variazione dell'area oggetto del pascolamento, mantenendo fisso il numero di animali. Il pascolamento continuo a carico variabile è spesso da preferirsi in quanto consente di soddisfare al meglio le esigenze degli animali. Inoltre, commisurando il carico alla crescita dell'erba, si riducono gli effetti negativi dell'azione selettiva svolta dagli animali, che può essere particolarmente intensa nel caso del pascolamento continuo.

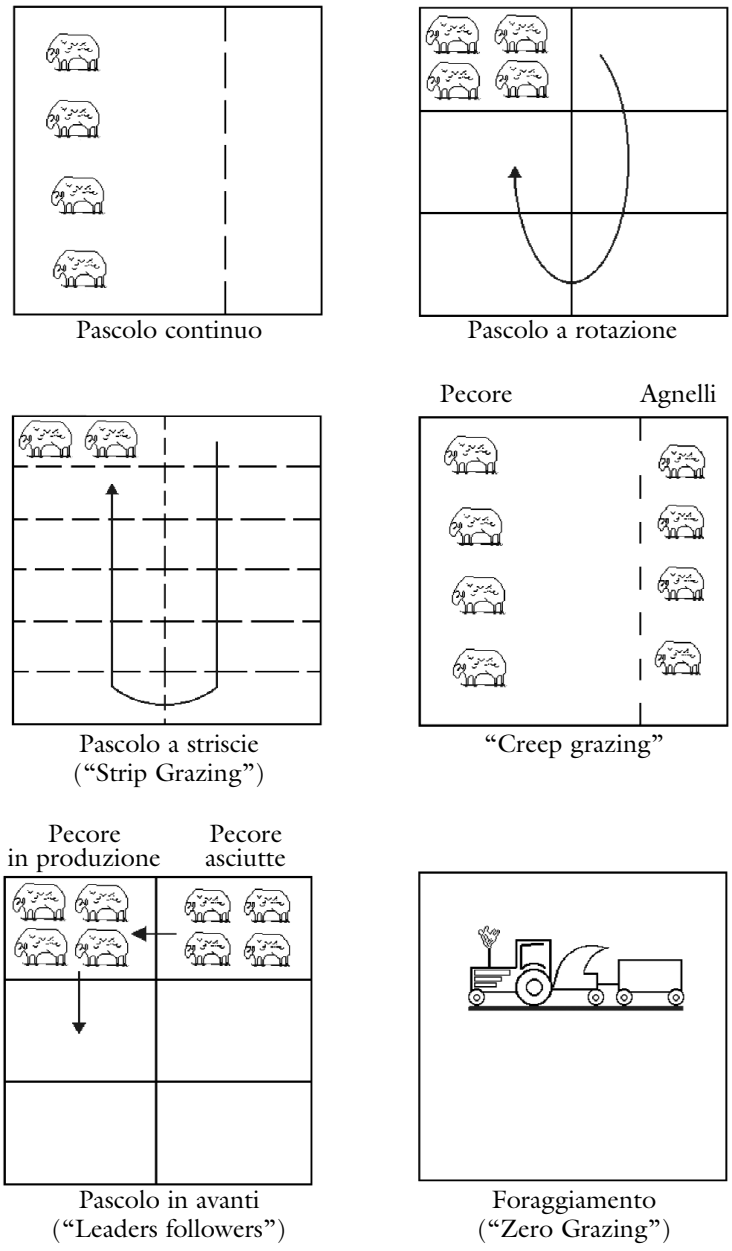


Figura 10.1 - Tecniche di utlizzazione del pascolo. Le linee tratteggiate indicano recinzioni mobili continue tranne che nel caso del "Creep grazing," in cui le recinzioni mobili sono intervallate da cancelletti selettivi per il passaggio degli agnelli[27]

L'attività selettiva, infatti, porta alla riduzione delle specie più appetite, con aumento di quelle a minore appetibilità e delle infestanti in maniera più o meno marcata a seconda del carico animale, della disponibilità di erba e della tolleranza delle specie al pascolamento.

b) Pascolamento a rotazione

In questo caso il pascolo è utilizzato in periodi intervallati da fasi di ricrescita indisturbata. Questa tecnica prevede la suddivisione del pascolo in settori che vengono utilizzati in successione. La durata della utilizzazione di ciascun settore è detta periodo di pascolamento, la durata del riposo tra due successive utilizzazioni è detta periodo di riposo e la somma dei due precedenti periodi è detta ciclo. Se il ciclo ha durata fissa, nel corso della stagione di pascolamento, il pascolamento a rotazione è detto turnato.

Nel pascolamento a rotazione oltre al carico animale è importante il carico istantaneo inteso come n. capi/area del settore utilizzato ("stocking density"). Una variante del pascolamento a rotazione è il pascolo "a strisce" ("strip-grazing"). In questo caso l'erba offerta è razionata sulla base delle esigenze alimentari giornaliere (o al massimo cumulative di 2-3 giorni). Di norma questa pratica è effettuata mediante l'utilizzo di recinzioni elettriche facilmente trasferibili.

Ulteriori variabili del pascolamento a rotazione che citiamo, anche se scarsamente applicate in ambiente mediterraneo, sono:

- *"creep grazing"*: una categoria di animali, in genere gli agnelli in allattamento, attraverso barriere selettive, ha accesso a settori di pascolo di migliori caratteristiche quanti-qualitative. Ciò consente agli animali in accrescimento, ancora allattanti, di integrare opportunamente la loro dieta con il surplus di erba ad essi offerta;
- *"leaders-followers" (o pascolo in avanti)*: in questo caso il gregge è suddiviso in due gruppi ad esigenze differenziate (es. pecore in lattazione e pecore asciutte) e la durata di pascolamento di ciascun settore è divisa in due subperiodi, detti anche periodi di soggiorno: nel primo pascola il gruppo a maggiori fabbisogni alimentari, nel secondo quello a minori fabbisogni. Ciò, in determinate condizioni, consente un soddisfacimento più equilibrato delle esigenze nutrizionali degli animali: le pecore in lattazione infatti ingeriranno una quota maggiore di lamine fogliari, parte nutrizionalmente più valida dell'erba offerta, mentre alle pecore asciutte saranno destinati gli steli e le parti secche di minore valore alimentare.

c) Pascolamento razionato "a tempo" (pascolamento complementare)
Entrambe le principali tecniche sopra descritte possono essere applicate sull'intero arco della giornata o per un limitato numero di ore al giorno.
Nel primo caso si parla di accesso libero, nel secondo di accesso razionato "a tempo". Questa condizione è particolarmente importante nei sistemi foraggero-zootecnici per gli ovini da latte, in cui l'accesso al pascolo è limitato sia dallo svolgimento delle mungiture che dal ricovero notturno, almeno nei periodi freddi dell'anno. Si parla propriamente di pascolamento razionato quando la durata di accesso è minore di 12 ore al giorno: infatti tale tempo dovrebbe essere sufficiente per l'ottenimento di ingestioni vicine a quelle massime giornaliere[16].
Il pascolamento razionato è frequentemente applicato all'inizio della stagione di pascolamento quando la disponibilità foraggera non è ancora sufficiente a soddisfare i fabbisogni nutritivi degli animali e nella utilizzazione di risorse foraggere ad elevato valore alimentare, ma di limitata disponibilità aziendale. Quando queste risorse vengono utilizzate come integrazioni di elevata qualità, ai principi nutritivi apportati dalle erbe del pascolo utilizzate per la maggior parte della giornata, si parla di pascolamento complementare.

d) "Zero grazing" o foraggiamento
Benché possa apparire strano includere questa tecnica nell'ambito della descrizione delle tecniche di pascolamento, è opportuno in quanto costituisce una condizione limite di pascolamento ridotto nello spazio e nel tempo nonché un'opzione importante per l'allevatore. In questo caso l'erba non è prelevata dalle pecore, ma sfalciata, raccolta di norma meccanicamente e offerta in mangiatoia come foraggio fresco o previa conservazione come insilato o fieno. Se allo "zero grazing" si ricorre solo per un limitato periodo, in attesa che la biomassa disponibile sia sufficiente, si parla di pascolamento differito. Al pascolamento differito si ricorre anche quando le condizioni di portanza del terreno non consentono l'utilizzazione dell'erba[26], fatto che si verifica frequentemente nel periodo autunno-vernino.

10.3.3. Criteri di scelta delle tecniche di pascolamento
Nelle normali condizioni di allevamento la scelta rigida di una delle tecniche sopra esposte è improbabile fornisca dei risultati ottimali. In effetti una vasta letteratura sul confronto tra tecniche di pascolamento (continuo *vs.* ruotato) in bovini da latte allevati su pascoli di zone a clima temperato ha evidenziato dei vantaggi limitati (dell'ordine del 6-7% per la produzione della carne e anche minore per la produzione del latte) dell'adozione del pascolamento a rotazione

rispetto a quello continuo, almeno quando l'utilizzazione dell'erba è stata ragionevolmente efficiente[27].
In pecore da latte che utilizzavano un pascolo migliorato a base di loglio rigido, trifoglio sotterraneo e medica polimorfa per l'intera stagione di pascolamento (con carico fisso di 6 pecore/ha) non sono stati evidenziati significativi miglioramenti produttivi nei gruppi che pascolavano a rotazione rispetto a quelli che pascolavano in continuo[6]. Tuttavia la biomassa disponibile è stata tendenzialmente superiore nella tesi utilizzata con il pascolamento ruotato.
Altri studi[28], limitati al periodo primaverile-estivo, con carichi di pecore elevati (15 pecore/ha) in cui l'accesso al pascolo (erbaio di avena e trifoglio) era di 6 ore al giorno, hanno evidenziato un vantaggio del pascolamento a rotazione rispetto a quello continuo in termini di livelli di ingestione medi (1295 nel ruotato *vs.* 1125 nel continuo g di SS) e di produzione di latte individuale (614 nel ruotato *vs.* 458 nel continuo ml/capo die). Queste differenze, seppure contenute in termini assoluti, sono percentualmente rilevanti e significative e possono essere legate ad una maggiore disponibilità di biomassa che si manifestava nel pascolamento ruotato (4,8 nel ruotato *vs.* 3,7 nel continuo t/ha di SS).
Benché le informazioni sui pascoli mediterranei utilizzati da ovini siano relativamente carenti si possono tracciare delle linee guida sui criteri di scelta delle tecniche di utilizzazione del pascolo (Tabella 10.5).
È da precisare che questi criteri hanno una valenza orientativa, giacché come precedentemente anticipato, modifiche nei carichi o, più in generale nella pressione di pascolamento, possono condurre a differenti scelte nelle tecniche di utilizzazione dei pascoli.
Lo schema proposto non esclude l'applicazione, per una data superficie a pascolo, di approcci differenti nel corso dell'intera stagione di pascolamento. Ad esempio, un erbaio di graminacee, quale il loglio italico, può essere inizialmente utilizzato in modo razionato durante la stagione tardo-autunnale, quando rappresenta l'alimento qualitativamente migliore, ma quantitativamente limitato per l'alimentazione delle pecore in tarda gravidanza-allattamento. Successivamente, nel passaggio dall'inverno alla primavera, può essere adottato uno schema di pascolamento a rotazione con cicli a durata decrescente ed aumento della pressione di pascolamento ottenibile, ad esempio, destinando parte della superficie alla produzione di scorte. Infine nel periodo estivo, in cui sono solo presenti eventuali "scorte in piedi", la scelta del pascolo continuo potrebbe essere la più valida.
Nel caso di specie auto-riseminanti, l'applicazione della tecnica del pascolamento differito sembra opportuna durante il periodo di risemina (piena fioritura-spigatura), soprattutto se queste sono state sottoposte ad un regime di pascolamento a

Tabella 10.5 - Criteri orientativi di applicazione delle tecniche di pascolamento

Tipo di pascolo	Condizioni di applicazione			Tecnica di pascolamento
	Portamento erba	Produttività	Livello di carico[a]	
Pascoli naturali o migliorati, stoppie di pascolo	prostrato o leggermente assurgente	medio-bassa (1-5 t/ha SS)	basso-medio (1-5 pecore/ha)	continuo
Erbai, prati-pascoli di leguminose	assurgente	medio-elevata (5-10 t/ha SS)	medio-elevato (5-10 pecore/ha)	a rotazione
Erbai o prati-pascoli di specie ad alto valore nutritivo, pascoli contenenti fattori anti-nutrizionali, stoppie di cereali ricche in granella	vario	varia	vario, generalmente elevato (10-15 pecore/ha)	razionato
Erbai di sorgo o di specie non pascolabili come il mais	assurgente, altezza elevata	molto elevata (> 10 t/ha SS)	molto elevato (> 15 pecore/ha)	foraggiamento o "zero grazing"

a) Valori indicativi di carichi annuali basati sulle sperimentazioni pluriennali svolte all'IZCS

rotazione nel corso della stagione di utilizzazione. Dopo il primo anno la strategia di utilizzazione potrebbe essere quella del pascolamento ruotato con carichi bassi. Soluzioni miste, con applicazione di tecniche più sofisticate destinate alla parte del gregge a più elevati fabbisogni, sembrano tanto più valide quanto più elevato è il peso della risorsa "erba" nel bilancio alimentare, in quanto permettono un maggiore grado di flessibilità rispetto all'adozione di una tecnica per tutte le categorie del gregge e per l'intera stagione di pascolamento.
Le scelte operative a livello aziendale devono poi tenere conto di altri aspetti quali la possibilità di realizzare recinzioni ed i costi relativi alla settorizzazione (viabilità, recinzioni, punti di abbeverata), alla conduzione al pascolo "ad ore" del gregge, alla meccanizzazione delle operazioni di raccolta, conservazione del foraggio e foraggiamento del gregge, nel caso della tecnica dello "zero grazing". Sotto il profilo più generale dell'impatto delle tecniche di pascolamento sulla persistenza della cotica erbosa, così come sulle caratteristiche dell'eco-sistema, i

dati della letteratura non sono generalizzabili e, nel complesso, evidenziano il fatto che la tecnica di pascolamento ha su tali parametri un impatto inferiore rispetto al semplice carico animale.

10.4. Effetto delle tecniche di utilizzazione sul comportamento alimentare al pascolo

Negli animali al pascolo l'ingestione è regolata da meccanismi di natura fisica, metabolica e "comportamentale".
Infatti, le pecore al pascolo cercano l'erba ed esercitano uno sforzo per la sua brucatura, atti che sono minimizzati in condizioni di alimentazione alla mangiatoia, in cui la dieta è di norma pienamente accessibile.
A tale riguardo si definisce accessibilità dell'erba la sua facilità ad essere consumata. L'ingestione al pascolo dipende sia dall'ingestione potenziale – risultante delle caratteristiche dell'animale (mole, stadio fisiologico e livello produttivo) e delle caratteristiche intrinseche del foraggio (soprattutto fibrosità) – che dal grado di accessibilità dell'erba.
Per schematizzare, si può quindi scrivere la seguente equazione:

ISS = ISSP * A

dove:
- ISS è l'ingestione di SS;
- ISSP è l'ingestione potenziale di SS;
- A è l'accessibilità espressa in %. A varia da 0 a 1 a seconda che sia, rispettivamente, nulla o piena.

Le limitazioni di accessibilità dell'alimento agiscono essenzialmente modificando il peso di ciascuna prensione, la frequenza delle prensioni e il tempo impiegato giornalmente nel pascolamento, parametri che sono tutti correlati con l'ingestione secondo la relazione:

ISS = [a]pP * fP * TP

dove:
- ISS = ingestione di SS (in g/die);
- pP = peso della prensione (g/SS);
- fP = frequenza delle prensioni (n. prensioni/minuto di pascolamento);
- TP = tempo di pascolamento (min/24 h).

[a] *Il prodotto pP * fP è pari alla velocità di ingestione (VI, g/min di SS).*

Tra i fattori che maggiormente influenzano l'accessibilità e quindi l'ingestione sono di particolare importanza quelli legati alla biomassa disponibile per unità di superficie ed alla sua composizione strutturale (percentuale di foglie, steli, fiori, frutti e parti secche).
Ad esempio, per quanto riguarda la biomassa disponibile, e quindi l'altezza dell'erba ad essa correlata, si è verificato che al diminuire dell'altezza si riduce pP e, al di sotto di una certa soglia, questa riduzione è solo parzialmente compensata dall'aumento di fP e TP[29] (Figura 10.2).
Benché in generale esista una relazione tra caratteristiche del pascolo e parametri del comportamento alimentare, le risposte variano in relazione alla tecnica di utilizzazione del pascolo, alla specie foraggera etc.. Data la limitatezza dei dati disponibili in letteratura si cercherà di delineare una casistica di riferimento considerando prima le Graminacee e quindi le Leguminose, famiglie principali delle essenze foraggere dei pascoli.

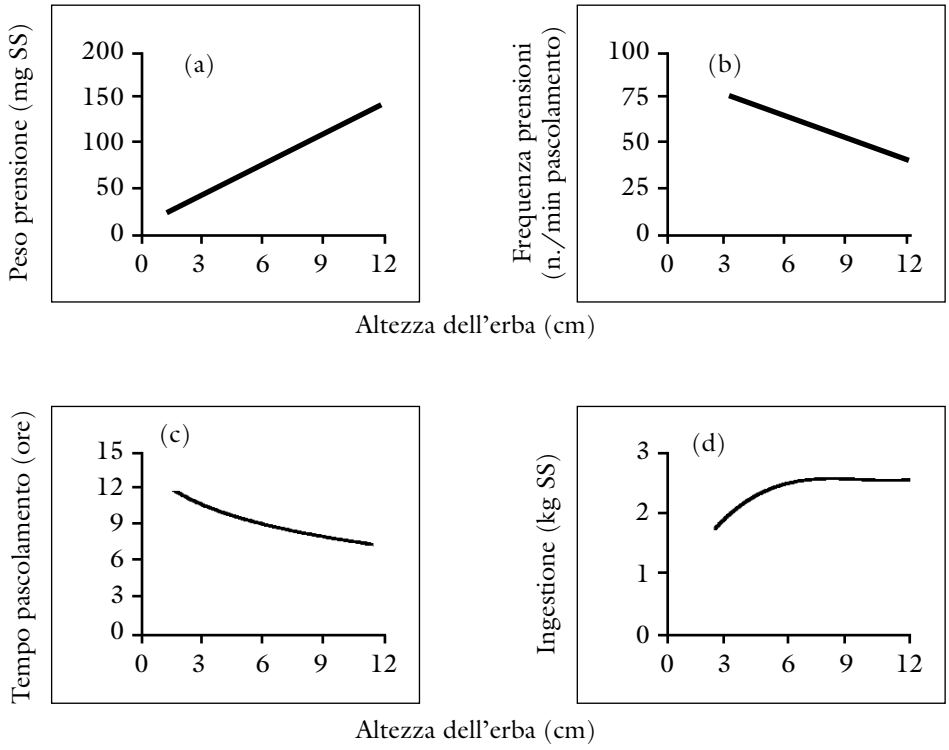


Figura 10.2 - Parametri del comportamento alimentare (a, b e c) e dell'ingestione (d) in ovini da carne al pascolo su loglio perenne utilizzato con la tecnica del pascolo continuo[29]

Caso A, graminacee - Pascolamento continuo

Come accennato in precedenza, l'altezza dell'erba può essere considerata un soddisfacente indicatore della biomassa disponibile, in particolare in condizioni di pascoli in fase vegetativa e, soprattutto, con utilizzazione di tipo continuo. In erbai di loglio italico (*Lolium multiflorum* Lam.) utilizzati con la tecnica di pascolamento continuo durante il periodo di crescita vegetativa, è stata osservata una relazione positiva di tipo lineare tra altezza (misurata con erbometro a piatto pesato) e biomassa disponibile, con differenze tra inverno-inizio primavera e fine primavera, legate alle variazioni nella struttura della cotica (Figura 10.3).

L'altezza dell'erba si è rivelata anche un buon indicatore dell'ingestione al pascolo con differenze tra i due periodi dell'anno considerati (Tabella 10.6).

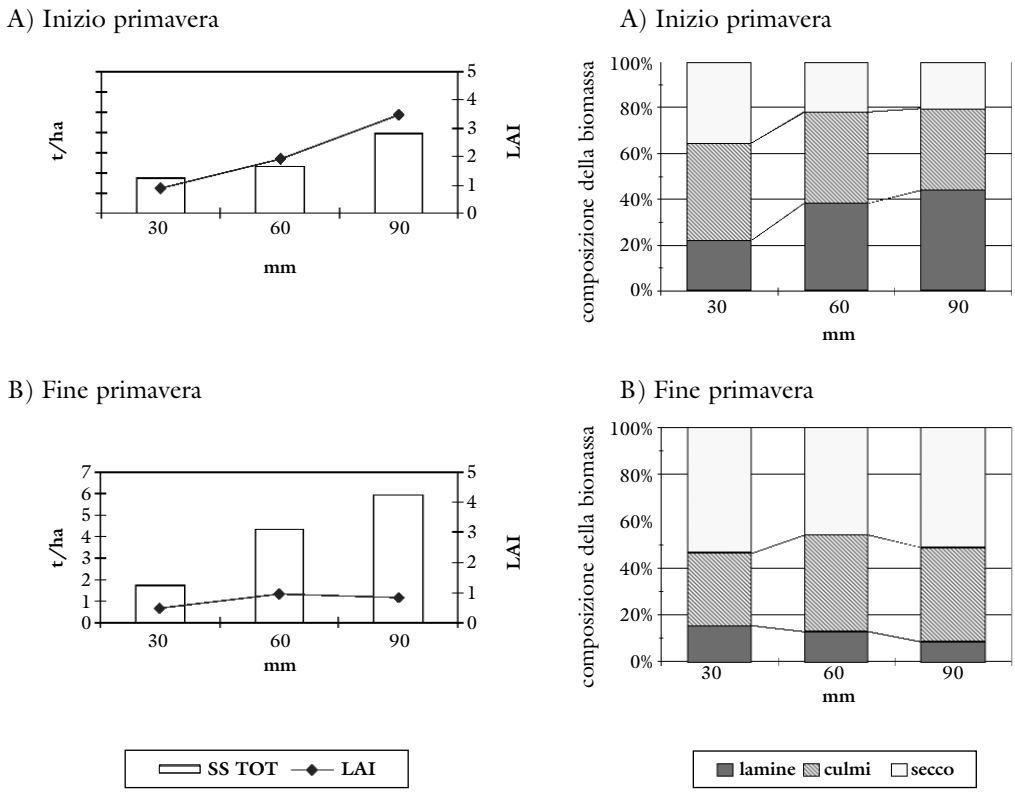


Figura 10.3 - Variazione della biomassa (SS TOT), del LAI e ripartizione percentuale della sostanza secca di loglio italico ad inizio e fine primavera, utilizzato con la tecnica del pascolamento continuo, in relazione all'altezza dell'erba[12]

È stato inoltre rilevato un effetto sul comportamento alimentare, con un TP generalmente più elevato nelle pecore che pascolavano ad altezze limitanti l'in-

Tabella 10.6 - Regressioni tra altezza dell'erba (x = mm) ed ingestione di erba (y= g/capo die di SS), calcolate come medie di gruppo, in pecore al pascolo su loglio italico utilizzato con tecnica di pascolamento continuo. Inverno n.= 5 e primavera n. = 6

Periodo (range di altezza, mm)	**Regressioni**	
Inverno (20-80)	$y = 14{,}452\ x + 1268$	$R^2 = 0{,}92$, $P < 0{,}01$
Primavera (30-90)	$y = 38{,}567\ x - 0{,}244\ x^2 + 333$	$R^2 = 0{,}92$, $P < 0{,}05$

gestione (791, 647 e 578 min/24 ore rispettivamente in gruppi che pascolavano a 30, 60 e 90 mm nel corso del periodo primaverile)[30].
La accessibilità media è stata calcolata pari a 0,65-0,70 con altezze fortemente limitanti l'ingestione (20 mm in inverno, 30 mm in primavera) ed è stata comunque inferiore all'unità (0,75-0,87) con le altezze maggiori (80 mm in inverno e 90 mm in primavera)[31]. Ciò indica che la biomassa disponibile, e quindi l'altezza dell'erba quale suo indicatore, non è sufficiente a spiegare compiutamente le limitazioni di accessibilità.
Studi più recenti hanno evidenziato che, con il passaggio dalla fase vegetativa a quella riproduttiva, la composizione strutturale della biomassa assume estrema importanza nel modificare, a parità di biomassa o di altezza, il comportamento alimentare e conseguentemente l'ingestione al pascolo.
Infatti, la facilità di prensione in pascoli già maturi dipende non solo dalla altezza e dalla fittezza del pascolo, ma anche dalla facilità di "strappo" nonché dalla presenza di "barriere" (guaine, parti secche) nei confronti della defogliazione[32]. In tali condizioni la pecora opera una scelta, cercando per quanto possibile di ingerire le parti più nutrienti, che sono anche caratterizzate da più alte VI (parti verdi, ricche in proteine e carboidrati solubili). Solo quando la velocità di ingestione di tale materiale cala al di sotto di una certa soglia (la VI media dell'intera area di pascolo) la pecora si rivolge anche alle parti di minore valore nutritivo della cotica erbosa (a minore VI).
È chiaro dunque che tanto maggiore è la fogliosità del pascolo tanto minore sarà la limitazione di accessibilità e quindi più elevata sarà l'ingestione. Questi fenomeni motivano il mancato incremento di ingestione che si verifica in tarda primavera passando da altezza 60 ad altezza 90 mm (effetto quadratico significativo riportato

nell'equazione della Tabella 10.6): in quelle condizioni si registra infatti un incremento di parti fibrose nella biomassa (tessuti di sostegno) che rendono la quota nutritiva della dieta meno accessibile, oltreché meno ingeribile (Figura 10.3).
Alla luce di questi risultati l'erba di loglio italico, utilizzata in continuo, andrebbe pascolata in inverno con altezze di circa 60 mm (2 t/ha di SS), per permettergli di "catturare" il più possibile l'energia luminosa mentre, in primavera (post-levata) l'erba dovrebbe essere utilizzata ad altezze progressivamente decrescenti, comunque maggiori di 30 mm (circa 1,5-2 t/ha di SS) per mantenere la cotica in buone condizioni qualitative (Figura 10.4).

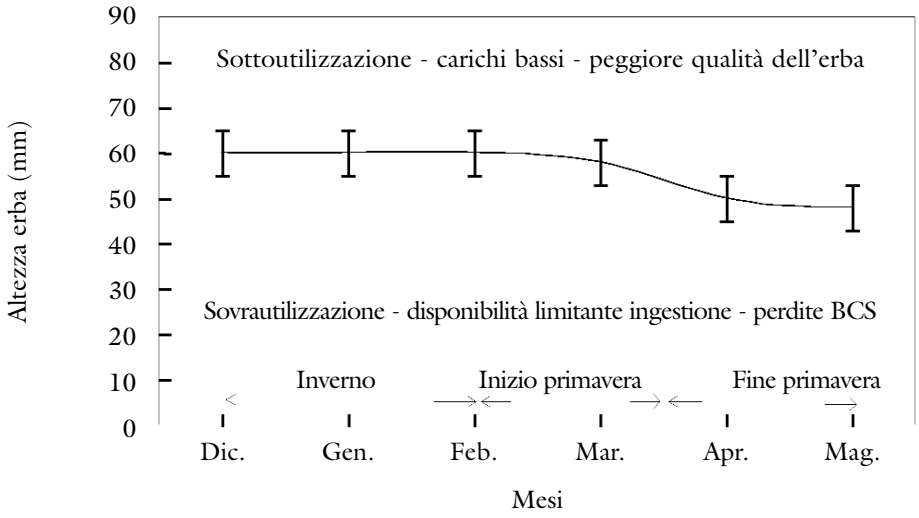


Figura 10.4 - Profilo ottimale dell'altezza dell'erba di loglio italico pascolato con tecnica di pascolamento continuo da pecore da latte

Nelle condizioni di pascolo maturo (dalla spigatura in poi), la biomassa disponibile non riveste un peso significativo come indicatore della accessibilità dell'erba. In queste condizioni, anche con pascolamento continuo, la biomassa disponibile verde per unità di superficie riveste un ruolo preponderante nel condizionare il comportamento ed i consumi al pascolo. In condizioni di pascoli eterogenei con presenza di erba di *Dactylis glomerata* L. sia in stadio vegetativo che riproduttivo, disponibilità di foglie verdi inferiori a 0,5 t/ha di SS riducono sensibilmente la VI, e le pecore in queste condizioni, cominciano a consumare i culmi riproduttivi, che inizialmente avevano rifiutato[19].

Caso B: graminacee - pascolamento a rotazione e pascolamento razionato (a tempo)
Nel caso del pascolamento a rotazione le relazioni tra biomassa disponibile e comportamento alimentare sono modificate da due aspetti:

- la rapida variazione della disponibilità di erba nel corso della utilizzazione determina una condizione dinamica nella interazione tra pecora e pascolo;
- la composizione strutturale della cotica, con la rotazione e quindi con l'intermittenza delle brucature, risulta sensibilmente diversa da quella tipica del pascolamento continuo, in cui le brucature possono succedersi con frequenza molto elevata (dell'ordine anche di una brucatura al giorno).

Ciò determina delle variazioni importanti nelle risposte comportamentali degli animali, per cui la velocità di ingestione cala vistosamente durante l'utilizzazione ma, a differenza che con il pascolamento continuo, il tempo di pascolamento non aumenta in modo notevole e, in taluni casi, non aumenta affatto. Da ciò consegue una minore ingestione di erba a parità di altezza nel caso di pascolamento a rotazione rispetto al pascolamento continuo (Figura 10.5).

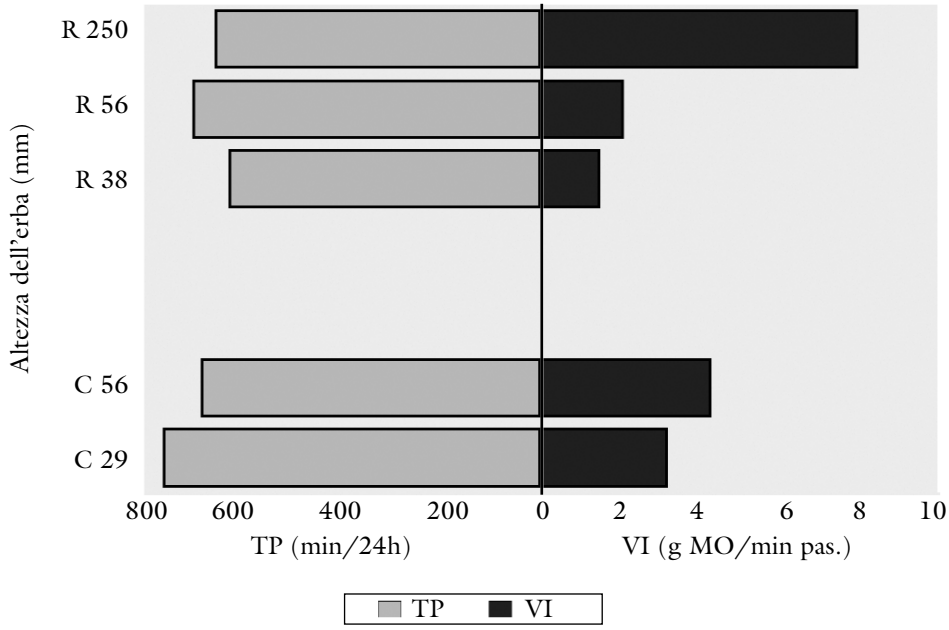


Figura 10.5 - Tempo di pascolamento (TP) e velocità di ingestione (VI) in ovini da carne al pascolo su loglio perenne utilizzato con tecnica continua a circa 30 e 60 mm o a rotazione. I numeri che seguono le lettere indicano l'altezza dell'erba in mm[33]

Benché l'altezza appaia in relazione con i parametri suddetti, è ormai accertato che la biomassa verde per unità di superficie (o l'erba verde offerta per capo per giorno) sono variabili meglio correlate con le risposte animali, in quanto tengono conto dell'effetto "barriera", svolto da steli e parti secche della pianta[33]. Con pascolamento razionato, limitato ad alcune ore al giorno, l'accessibilità dell'erba è modificata anche dal "fattore tempo". In tali condizioni sembra di qualche interesse calcolare i consumi orari (g/ora di SS) che sono in relazione, oltreché con la biomassa disponibile e la sua composizione, con la durata totale di accesso. Ad esempio, in pecore in lattazione in cui la quota prevalente della razione era costituita da miscele "unifeed" (70-80 % della dieta), si sono verificati livelli di ingestione di loglio italico variabili in media tra 250 e 200 g/ora di SS all'inizio e 180-120 g/ora di SS alla fine del periodo di pascolamento (a circa 30-40 mm, Tabella 10.7). I livelli di consumo orario maggiori si sono riscontrati con minore durata di accesso al pascolo[34]. In condizioni di allevamento simili, successivi studi hanno evidenziato consumi orari medi variabili tra un minimo di 147 (inverno) ed un massimo di 275 g/ora di SS (primavera[13,35]).

Tabella 10.7 - Parametri di comportamento alimentare in pecore Sarde al pascolo su loglio italico ad integrazione di una miscela "unifeed" (0,85 UFL e 16% P.G. per kg SS). Altezza dell'erba nelle parcelle all'uscita degli animali: 30-40 mm.

Stadio di lattazione (mesi)	Accesso al pascolo (ore/giorno)	Altezza dell'erba (mm)	Tempo di pascolamento (% tempo totale)	Velocità di ingestione (g/min pasc SS)	Ingestione Oraria (g/ora SS)
2-3	2	80	84	5.2	253
2-3	2	45	74	3.1	143
4-5	3	130	63	5.2	197
4-5	3	30	87	3.5	177
6	4	40	66	3.0	119

Caso C: leguminose

Le leguminose rispetto alle graminacee, oltre ad essere maggiormente digeribili, presentano alcune peculiarità ed in particolare, quando pascolate, sono caratterizzate da un più elevato peso della prensione, una più alta velocità d'ingestione, un minore tempo di ruminazione il che nel complesso risulta in una più elevata ingestione e, conseguentemente, in maggiori performance produttive degli animali.

Alcuni studi sul trifoglio bianco in ambiente nord-europeo hanno evidenziato, in condizioni di pascolamento continuo, come la biomassa disponibile per unità di superficie influenza il comportamento alimentare delle pecore al pascolo similmente a quanto verificato per il loglio perenne negli stessi ambienti (Tabella 10.8). Questi studi[36] hanno permesso di accertare che nelle pecore al pascolo su trifoglio e loglio l'ingestione di erba nel range 30-60 mm di altezza risulta più elevata nel trifoglio che nel loglio (+556 g/capo die di SS). Ciò indica che, fondamentalmente, il trifoglio è più accessibile della graminacea perché offre meno difficoltà nel prelievo, a seguito della differente struttura (foglioline disponibili a livello della superficie di pascolamento) e composizione chimica (meno fibra e soprattutto fibra "fragile", legata al minore contenuto di emicellulose).

Tabella 10.8 - Comportamento alimentare di pecore al pascolo su loglio perenne o trifoglio bianco utilizzati con pascolamento continuo a 60 mm di altezza da pecore allattanti[a, 37]

		Loglio perenne	**Trifoglio bianco**
Peso prensione tal quale	mg	303	547
Peso prensione	mg SS	83	93
Masticazioni per prensione	n.	1,7	1,3
Velocità di ingestione	g/min pas. SS	4,5	5,9
Tempo pascolamento	n. ore/24 ore	9,7	8,8
Tempo ruminazione	n. ore/24 ore	6,0	4,9
Ingestione	kg/die SS	2,7	3,3
Accrescimento agnelli	g/capo die	310	370

a) Ogni pecora allattava 2 agnelli

Queste informazioni, valide per i pascoli a base di trifoglio bianco, possono essere solo parzialmente applicate alle altre leguminose. Ciò in relazione sia alla differente morfologia delle diverse specie, che può condizionare l'accessibilità dell'erba, che al contenuto di sostanze che possono limitarne il consumo. In particolare il contenuto in tannini condensati, metaboliti secondari presenti in talune specie a livelli rilevanti, può condizionare in alcuni casi il comportamento alimentare dei ruminanti riducendo, anche in condizioni di piena accessibilità, la velocità di ingestione e il consumo orario totale[38, 39, 40]. In pecore in lattazione, con accessibilità non limitante, la sulla (*Hedysarum coronarium* L), leguminosa contenente moderati livelli di tannini (< 4% sulla SS in media) tende ad esempio

a presentare consumi più elevati del loglio rigido (*Lolium rigidum* Gaudin) solo nel periodo primaverile avanzato, quando il loglio ha iniziato la fase di spigatura[41] e, probabilmente, la concentrazione in tannini nella sulla è ridotta[42].
Tuttavia moderati livelli di tannini (3-4% della SS), in leguminose quali la sulla, seppure tendono a ridurre l'ingestione, permettono un più efficiente utilizzo della frazione azotata dell'erba, aumentando l'assorbimento di aminoacidi nell'intestino[43].

Caso D: pascoli misti a base di leguminose e graminacee
Come nel caso dei pascoli monospecifici, in quelli polifiti il comportamento alimentare appare dipendere essenzialmente dalla biomassa disponibile e dalla sua qualità. Infatti in pecore al pascolo per circa cinque ore al giorno su formazioni vegetali spontanee, sono stati registrati livelli di ingestione correlati alla biomassa disponibile ed al contenuto di proteina grezza dell'erba, parametro indicatore della sua qualità[44] (cfr. capitolo 4).
In condizione di pascoli misti, oltreché la biomassa disponibile e la composizione strutturale e chimica della cotica vegetale, giocano un'importante ruolo nel determinare il comportamento alimentare sia la distribuzione spaziale delle essenze componenti che la composizione floristica.
Nei confronti tra diete miste e leguminose in purezza non sempre emergono vantaggi per queste ultime, in termini di consumi e, conseguentemente, di risposte produttive[45]. Ciò perché le leguminose, benché normalmente preferite rispetto alle graminacee, non lo sono mai in termini assoluti[18]. Una dieta mista rispetto ad una dieta di leguminosa pura può infatti risultare in intensità di fermentazione ruminale minori e conseguentemente in minori concentrazioni ematiche istantanee di metaboliti (acidi grassi volatili, ad esempio) che possono attivare i centri della sazietà, riducendo od annullando l'appetito.

10.5. Determinazione del carico mantenibile

Il carico animale[b], generalmente riportato per unità di superficie (ha o km^2), è la variabile che ha il maggiore impatto sull'eco-sistema pascolo.
All'aumentare del carico si ha in genere un minore ritmo di crescita dell'erba,

b Questa è una variabile sintetica (in quanto include tanto la parte animale che quella relativa al territorio da esso dominato) che si presta tuttavia ad interpretazioni non univoche. Infatti ad un carico medio X possono corrispondere situazioni differenti che vanno da un limitato numero di animali su una piccola superficie ad un elevato numero su un'ampia superficie. Le due situazioni non necessariamente inducono le stesse dinamiche dell'eco-sistema. Inoltre anche fissando

ma questo è parzialmente compensato dalle minori perdite di biomassa dovute alla senescenza almeno sino ad una certa soglia al di sopra della quale il sovrapascolamento induce una minore produzione netta di biomassa (Figura 10.6). Inoltre il carico e, quindi, l'intensità del prelievo, influenza i ritmi di ricrescita dell'erba. Utilizzazioni molto "spinte", con asportazione totale dell'apparato fogliare (valori bassi di LAI residuo) allungano i tempi di ricrescita e quindi l'intervallo di tempo tra due successive utilizzazioni.

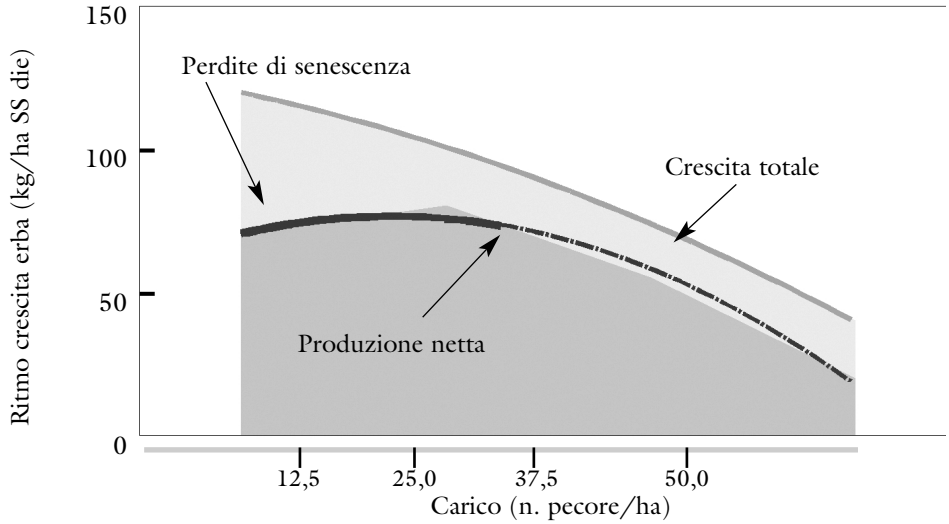


Figura 10.6 - Variazione della produzione totale e netta di un pascolo al variare del carico animale[27]

L'aumento della pressione di pascolamento induce in genere una maggiore fogliosità della cotica (Figura 10.3, paragrafo 10.4) ma, con carichi molto elevati, la digeribilità dell'erba assunta dagli animali può ridursi perché le pecore non possono selezionare una dieta migliore dell'offerto e sono costrette a consumare parti di pianta normalmente rifiutate (Figura 10.7). Ora, poiché al di sotto di un certo livello di

la superficie di riferimento (il pascolo), a parità di carichi possono corrispondere risposte diverse nel tempo, in relazione all'andamento climatico che modifica di anno in anno ed entro l'anno la disponibilità di erba e la sua evoluzione nel tempo. Un altro aspetto che può modificare le risposte è la durata di applicazione del carico, a tale riguardo alcuni autori propongono di misurare il carico in termini di giornate di unità animali (es. A.U.D[46]*). Più corretto sarebbe pertanto parlare di pressione di pascolamento intesa come n. di capi per kg di erba offerta per giorno, parametro di più difficile misura in pieno campo.*

biomassa disponibile e di altezza dell'erba, l'ingestione viene limitata, con carichi molto elevati l'ingestione di principi digeribili lo è in misura ancor maggiore.

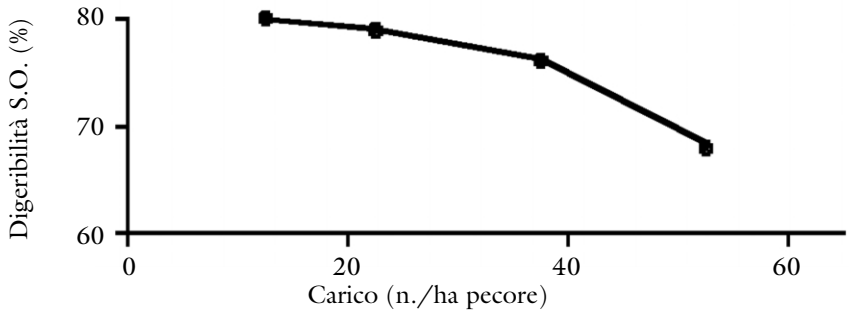


Figura 10.7 - Influenza del carico sulla digeribilità dell'erba ingerita[27]

Tutto ciò conduce nel complesso ad una relazione tra carico e produzioni individuali e per unità di superficie che possono essere rappresentate come indicato in Figura 10.8. Di norma all'incremento del carico animale, oltre la soglia di carico minimo (punto D), si manifesta un calo delle performance individuali, a cui corrisponde peraltro un aumento delle produzioni per ettaro. Tuttavia, al di sopra di un certo carico (punto E), si manifesta un calo contemporaneo sia della produzione individuale che di quella per ettaro in quanto l'effetto del sovrapascolamento diventa preponderante.
A tale riguardo occorre inoltre ricordare che il carico esercita effetti non solo sulla quantità, ma anche sulla qualità delle produzioni zootecniche (latte e carne). Ad esempio carichi ovini elevati in condizioni di pascolamento continuo hanno determinato cali significativi del contenuto proteico nel latte[47].
Individuare un carico mantenibile per una data azienda o area di allevamento significa innanzitutto trovare un punto di equilibrio tra il carico corrispondente alle massime produzioni individuali (D) e quello relativo alle massime produzioni per ettaro (E), tenendo conto anche degli aspetti qualitativi delle produzioni. Nell'ambito di tale range, un criterio di scelta del carico dovrebbe quindi essere la possibilità di costituire scorte foraggere nel periodo di massima produzione del pascolo, da utilizzare nei periodi di carenza. L'uso esclusivo dell'erba del pascolo come alimento per gli ovini è limitato di norma ad alcuni periodi nel corso dell'anno, in cui la disponibilità di erba è elevata e la sua ingestione capace di soddisfare i fabbisogni nutritivi.
Peraltro i carichi mantenibili basati esclusivamente sulla disponibilità di erba o

stoppie sarebbero così bassi da rendere l'allevamento non economicamente sostenibile in molte condizioni, data la limitata superficie aziendale in una gran parte degli allevamenti ovini.

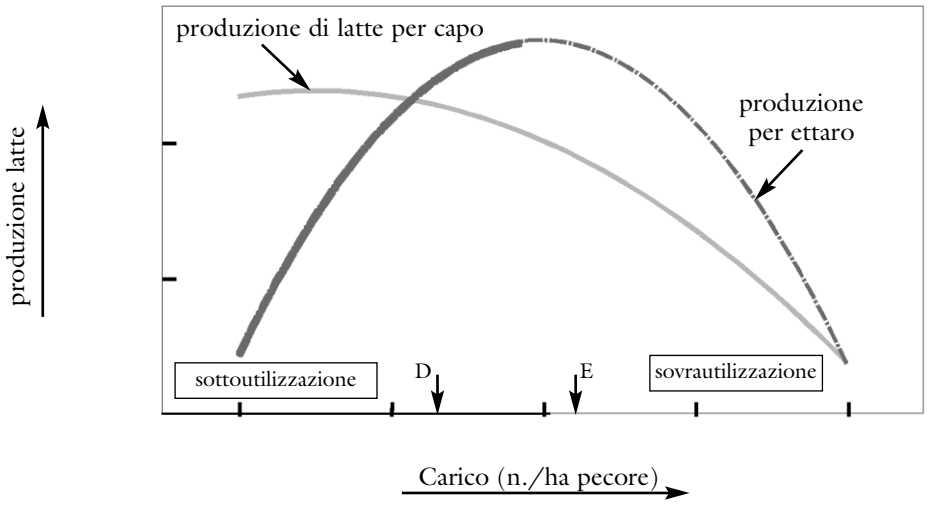


Figura 10.8 - Relazione tra carico animale e produzione di latte[48]

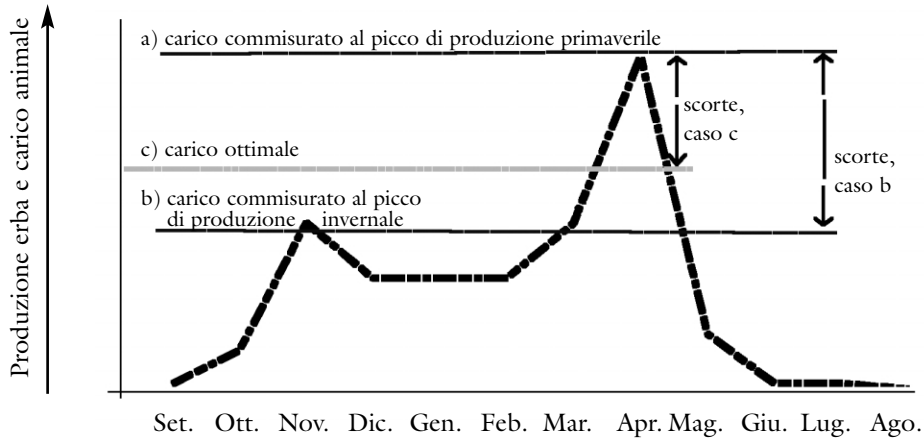


Figura 10.9 - Relazione tra produzione del pascolo, carico animale e produzione di scorte

In Figura 10.9 è rappresentata una casistica relativa alla definizione dei carichi in rapporto alla produzione del pascolo ed alla costituzione di scorte foraggere. In particolare si riportano due esempi di carichi estremamente bassi (caso b) o alti (caso a) commisurati rispettivamente al picco di produzione invernale e primaverile. In tali condizioni le scorte prodotte sarebbero eccessive con rischi di sotto-utilizzazione primaverile (caso b) o nulle con sovra-utilizzazione invernale (caso a). Il caso intermedio (c) rappresenta una esemplificazione di un carico mantenibile corretto sotto il profilo zootecnico. Questo carico permetterebbe la produzione di scorte commisurate alle esigenze invernali degli animali.

Queste considerazioni generali di natura eminentemente zootecnica, non sono tuttavia ancora sufficienti per una determinazione corretta del carico mantenibile in una determinata realtà aziendale. Infatti è necessario valutare alcuni indicatori di impatto ambientale per stimare la sostenibilità del carico a lungo termine, con particolare riguardo alla persistenza della cotica vegetale, al benessere animale e alla costanza delle performance produttive negli anni.
Poiché l'azienda zootecnica è soprattutto un'impresa, la valutazione economica è indispensabile per arrivare a concludere l'analisi e permetterne una applicazione.
Senza entrare nel merito degli aspetti ambientali ed economici, per i quali si rimanda ad altre trattazioni[49,50,51] sembra interessante in questa sede affrontare il problema della stima del carico mantenibile per ciò che riguarda gli aspetti agronomico-zootecnici.
Si considerano nel seguito tre possibili scenari.

1) Pascolamento continuo - nessuna integrazione
In questo caso la valutazione del carico istantaneo e del carico medio stagionale può essere basata sulle stime delle curve di crescita delle essenze costituenti il pascolo.
Più in particolare il carico medio stagionale (CA) potrà calcolarsi sulla base della seguente equazione:

$$CA = \frac{RC}{ISSP} \times CU$$

dove:
- CA è il carico animale (n./ha pecore);
- RC è il ritmo di crescita[c] dell'erba per unità di superficie (kg/ha die SS);
- ISSP è livello di ingestione potenziale dell'unità animale (kg/die SS);
- CU è il coefficiente di utilizzazione del pascolo.

Quest'ultimo può essere posto convenzionalmente pari a circa 0,65[52], che appare ragionevole per tenere conto delle perdite dovute al calpestamento ed alle deiezioni.

2) Pascolamento a rotazione - nessuna integrazione

In questo caso una corretta valutazione del carico del periodo prevederebbe la stima della biomassa presente nelle parcelle al momento di ingresso degli animali e la conoscenza del ritmo di crescita del pascolo (sotto utilizzazione). L'equazione di stima in questo caso diverrà:

$$CA = \frac{\left[\left(\frac{Bi}{D}\right) + RC\right]}{ISSP} * CU$$

dove:
- CA è il carico animale (n./ha pecore);
- Bi è la biomassa disponibile all'ingresso della parcella o settore (kg/ha SS);
- D è la durata della utilizzazione della parcella (giorni);
- RC è il ritmo di accrescimento per unità di superficie (kg/ha die SS);
- ISSP è il livello di ingestione potenziale (kg/die SS);
- CU è il coefficiente di utilizzazione del pascolo.

Per la stima della biomassa disponibile all'ingresso del settore si potrebbe ricorrere alla valutazione dell'altezza e quindi della sostanza secca disponibile ad essa correlata, tenuto conto delle relazioni precedentemente riportate (Tabelle 10.3 e 10.4, paragrafo 10.1). Nella Tabella 10.9 sono riportati i range di disponibilità per diverse fasce di altezze in alcune specie foraggere autunno-vernine in ambiente mediterraneo utilizzate con la tecnica del pascolamento a rotazione con ovini da latte[13,14].

[c] *In Australia, ad esempio i ritmi di accrescimento del pascolo variano tra 5 e 20 kg/ha in inverno e i 40-120 kg/ha die SS in primavera a seconda della specie foraggera e dell'andamento climatico*[52].

Tabella 10.9 - Valori di altezza (cm) e corrispondenti quantità di biomassa disponibile (t/ha SS)

Altezza	Loglio rigido	Loglio italico	Medica polimorfa	Sulla
5 - 10	0,8 - 1,4	0,5 - 1,0	0,8 - 1,6	1,3 - 1,8
11 – 20	1,6 - 2,8	1,1 - 2,0	1,8 - 3,2	1,9 - 2,7
21 – 30	2,9 - 4,1	2,1 - 3,0	3,4 - 4,8	2,8 - 3,7

Per ciò che riguarda la stima del ritmo di crescita e del coefficiente di utilizzazione i dati pubblicati sono limitati[53].

3) Pascolamento con integrazione
Nel caso si ricorra all'integrazione con fieno o insilati le equazioni di cui sopra dovranno essere corrette sottraendo all'ingestione potenziale di erba (ISSP) quella del foraggio conservato (kg/die SS). Ciò nell'ipotesi[d] che il tasso di sostituzione[e] foraggio conservato/erba sia pari a 1.
Nel caso di integrazione con concentrati, all'ingestione di erba attesa (ISSP) si dovrà dedurre una quota (QR) pari a:

QR = LIC x S

dove:
- LIC è il livello di ingestione del concentrato (g/capo die SS);
- S è il tasso di sostituzione del concentrato.

Con pascoli in fase vegetativa e sino all'inizio della fase riproduttiva, S sarà orientativamente pari a 0,4-0,6 in condizioni di accessibilità dell'erba limitante l'ingestione e a 0,8-1,2 in condizioni non limitanti[54,55,47]. In generale, il tasso di sostituzione è tanto maggiore quanto migliore è la qualità dell'erba. Con pascoli "maturi" (stoppie di pascolo), in condizioni di buona disponibilità e con uso di integrazioni proteiche, il tasso di sostituzione potrà essere considerato nullo.

[d] *Questa ipotesi è semplificativa poiché il valore di ingombro può differire tra erba e foraggi conservati. In condizioni di limitate integrazioni al pascolo tuttavia queste differenze possono essere trascurate.*

[e] *Il tasso di sostituzione è la riduzione dell'ingestione di erba risultante dall'ingestione di 100 gr di un supplemento, entrambi espressi in termini di SS.*

Bibliografia

1. Fois N., Ligios S. and Sitzia M., 2000a. Organic and conventional dairy sheep farming systems in the Mediterranean environment. First year results. Proc of EGF Grassland Science in Europe. Ed. by K. Søegaard, C. Ohlsson, J. Sehested, N.J. Hutchings and T. Kristensen. Volume 5: 517-519.
2. Fois N., Ligios S. and Sitzia M., 2000b. Preliminary results of an organic dairy sheep farming system in Sardinian lowland. Proc. of the 5th International Livestock Farming Systems' Symposium, EAAP publication No. 97: 120-122.
3. Sitzia M., Fois N., 1999. Semi e legumi di *Medicago polymorpha* L. come risorsa alimentare estiva per gli ovini in ambiente mediterraneo. Rivista di Agronomia, 33:185-188.
4. Fois N., Ligios S. and Sitzia M., 2000c. Stubble management of *Medicago polymorpha* L. and pod consumption by grazing ewes during summer. Options Mediterraneennes, 45: 365–368
5. Roggero P.P., Sitzia M., Molle G., Fois N., 1998. Spring grazing management of Italian ryegrass with dairy sheep in a rainfed Mediterranean environment. Proc. of the International Workshop Thessaloniki (Greece). Ed. by W. P. Papanastasis and D. Peter: 268-271.
6. Sitzia M., Sulas L., Porqueddu C., Fois N., 1996. Dairy sheep farming system in Sardinia: comparison between rotational grazing and continuous stocking. Proc. of EGF Grassland Science in Europe. Ed. by G. Parente, J. Frame and S. Orsi Volume 1: 611-614.
7. Porqueddu C., Fois N., Sitzia M., Sulas L., 1997. Forage production and persistence of a sowed self-reseeding pasture and related animal performances under rotational and continuous grazing. "Improving forage crops for semi-arid areas" workshop. Mallorca (Espagna), 2-4 ottobre 1997.
8. Filigheddu S., Pulina G., 1986. Stima della produzione quantitativa e qualitativa dei prati-pascoli avvicendati della Gallura in base alla rilevezione di alcuni parametri tecnici. In: Foraggicoltura e Zootecnia Gallurese in regime asciutto., Edizioni E.R.S.A.T., pp. 129-143.
9. Barthram G. T., 1985. Experimental techniques: the HFRO sward-stick. The Hill Farming Research Organisation. Biennal Report 1984 – 1985: 29-30.
10. Holmes C. W., 1984. The Massey grass meter. Dairy farming annual, Massey University, 26-30.
11. Carta W., 1993. Prime osservazioni sull'uso di metodi non distruttivi per la stima della produzione dei pascoli mediterranei. Tesi di laurea, Ist.di Agronomia e Coltivazioni erbacee, Università di Sassari. Relatore Prof. Pietro Bullitta.
12. Sitzia M., Roggero P.P., Fois N., Molle G., 1997. Grazing management of an Italian ryegrass sward with dairy sheep in the Mediterranean environment. Proc. of XVIII International Grassland Congress (Canada). 29: 165-166.

13. Sitzia M., Fois N., Ligios S., Molle G., Decandia M., 1998. Grazing as a complement to complete diet for dairy ewes. Proc. of EGF Grassland Science in Europe. Ed. by G. Nagy and K. Petö. Volume 3: 191-194.
14. Sitzia M., Ligios S., Fois N., 2000. *Medicago polymorpha* L. forage production and its quality when grazed by ewes. Options Mediterraneennes, 45: 191- 194.
15. Bailey D.W., Gross J.E., Laca E.A., Rittenhouse L.R., Coughenor M.B., Swift D.M., Sims P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution pattern. J. Range Manage., 49: 387-397.
16. Hodgson J., 1982. Ingestive behaviour. In: Herbage intake handbook. J.D. Lever (Ed.), British Grassland Society, pp. 113-138.
17. Penning P.D., Newman J.A., Parsons A., J., Harvey A., Orr R.J., 1997. Diet preferences of adult sheep and goats grazing ryegrass and white clover. Small Ruminant Research 24:175-184.
18. Newman J.A., Parsons A.J., Harvey A., 1992. Not all sheep prefer clover: diet selection revisited. J. Agric. Sci. Camb., 119: 275-283.
19. Prache S., Gordon I.J., Rook A.J., 1998. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. Ann. Zootech. 47: 335-345.
20. Roguet C., Dumont B., Prache S., 1998. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: a review. Ann. Zootech. 47: 225-244.
21. Baumont R., Prache S., Meuret M., Morand-Fehr P., 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. Livestock Production Science 64: 15-28.
22. Ciavarella T.A., Dove H., Leury B.J., Simpson R.J., 2000. Diet selection by sheep grazing *Phalaris aquatica* L. pastures of differing water-soluble carbohydrate content. Aust. J. Agric. Res. 51: 757-764.
23. Silanikove N., Nitsan Z., Perevolotsky A., 1994. Effect of daily supplementation of Polyethylene Glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. Journal of agricultural and Food Chemistry, 42: 2844-2847.
24. Cooper S.D.B., Kryazakis I., Oldham J.D., 1996. The effects of physical form of feed, carbohydrate source, and inclusion of sodium bicarbonate on diet selections of sheep. J. Anim. Science, 74: 1240-1251.
25. Meuret M., 1997. Préhensibilité des aliments chez les petits ruminants sur parcours en landes et sous-bois. INRA Prod. Anim. 10 (5): 391-401.
26. Ligios S., Sulas L., Molle G., Fois N., 1997. Utilizzazione e gestione di colture foraggere in sistemi asciutti per ovini da latte. Rivista di Agronomia, 31 (1 suppl.): 326-331.
27. Hodgson J., 1990. Grazing management, Science into practice. Longman, Harlow, U.K., pp. 203.

28. Avondo M., Foti F., Bognanno M., Scerra V., 1994. Effetti del sistema di pascolamento e del livello di integrazione alimentare sull'ingestione di erba di pecore in lattazione e sulle caratteristiche quali-quantitative del pascolo. Atti XI Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C., Perugia 1-4 Giugno 1994, pp. 409-412.
29. Penning P.D., 1986. Some effects of sward conditions on grazing behaviour and intake by sheep. In: "Grazing Research at the Northern Latitude" O. Gudmundsson (Ed.) Plenum Publishing Corporation, pp. 219-226.
30. Casu S., Ligios. S., Molle G., Fois N., Decandia M., Sitzia M., Roggero P.P., 1995. Influence del la hauteur de l'herbe offerte sur les caracteristiques de la prairie et les performances de brebis laitieres avec ou sans complementation. Seminaire International: "Nutrition et Alimentation des Brebis Laitières. Saint-Affrique, Aveyron, France, 5-7 nov. 1995.
31. Bocquier F., Guillouet Ph., Barillet F., Ligios S., Molle G., Sanna A., Casu S., Caja G., Such X., Gasa J., Ferret A., Oregui L., Urarte E., Agabriel J., Chapciaux P., Espinasse C., 1993. A computer program for diet formulation in dairy sheep: evaluation of food intake predictions. Proc. of the 5th International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants. Budapest, May 14-20, 1993, pp. 608-621.
32. Prache S., Peyraud J-L. 1997. Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovins et les ovins. INRA Prod. Anim. 19 (5): 377-390.
33. Penning P.D., Parsons A.J., Orr R.J., Hooper G.E., 1994. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. Grass and Forage Science, 49: 476-486.
34. Fois N., Molle G., Ligios S., Casu S., 1995. Effetto del pascolo razionato sull'ingestione e le prestazioni produttive di pecore alimentate con diete unifeed. Atti del XLIX° Convegno SISVET, 893-894.
35. Fois N., Molle G., Sitzia M., Pani R., Moniello G., Pinna W., 1997. Alimentazione con unifeed ed unifeed + pascolo in pecore di razza Sarda: aspetti quanti –qualitativi della produzione lattea. Atti del XII° Congresso Nazionale ASPA. 255-256.
36. Penning P.D., Parsons A.J., Orr R.J., Harvey A., Champion R.A., 1995. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass and white clover. Applied Animal Behaviour Science, 45: 63-78.
37. Gibb M., Orr R.J., 1997. Grazing behaviour of ruminants. In: IGER Innovations, pp. 54-57.
38. Silanikove N., Gilboa N., Perevolotsky A., 1997. Effect of foliage-tannins on feeding behaviour in goats. Options Méditerranéennes, Serie A, 34: 43-46.
39. Decandia M., Sitzia M., Cabiddu A., Kabaya D., Molle G. 2000. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. Small Ruminant Research, 38: 157-164.
40. Landau S., Silanikove N., Nitsan Z., Barkai D., Baram H., Provenza P.D., Prevolotsky A., 2000. Short-term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. Applied Animal Behaviour Science, 69: 199-213.

41. Molle G., Sitzia M., Decandia M., Fois N., Ligios S., 1998. Feeding value of Mediterranean forages assessed by the n-alkane method in grazing dairy ewes. Proc. of 17th General Meeting of EGF, Nagy G., Petö K. (Eds.), Debrecen, Hungary, May 18-21, pp. 365-368.

42. Piluzza G., Bullitta S., Deroma M., Odoardi M., 2000. The accumulation of condensed tannins in local population of sulla. . Options Méditerranéennes, Serie A, 45: 199-202.

43. Barry T.N., McNabb W.C., 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Journal of Nutrition, 81: 263-272.

44. Avondo M., Marletta D., Bordonaro S., Guastella A.M., D'Urso G., 1996 - Sheep grazing behaviour in Mediterranean semi-extensive systems. In "Pasture ecology and Animal Intake", Keane M.G., O'Riordan E.G.(Eds.): 191-196.

45. Molle G., Sitzia M., Decandia M., Fois N., Scanu G., Ligios S., 2000. Intake and performance of dairy ewes grazing Mediterranean forages either as pure or mixed swards. Options Méditerranéennes, 52: 187-192.

46. Vallentine, J.F., 1990. Grazing Management. Academic Press, San Diego, CA, U.S.A.

47. Molle G., Ligios S., Fois N., Decandia M., Casu S., Bomboi G., 1997. Responses by dairy ewes to different sward heights under continuous stocking either unsupplemented or supplemented with corn grain. Options Méditerranéennes, Serie A, 34: 65-70.

48. Van Soest P.J., 1983. Nutritional Ecology of Ruminants. O & B Books Inc., Corvallis, Oregon USA., pp. 374.

49. Pulina G., Salimei E., Masala G., Sikosana J.L.N., 1999. A spreadsheet model for the assessment of sustainable stocking rate in semi-arid and sub-humid regions of South Africa. Livestock Production Science 61: 287-299.

50. Pulina G., Zucca C., 1999. Un nuovo indicatore territoriale per la valutazione dell'impatto ambientale del pascolamento. L'Informatore Agrario 42: 105-109.

51. Ligios S., Natale M.A., Oppia P., Bucarelli G., Casu S., 1998. Influence de quelques facteurs de production sur les resultats tecnico-economiques des exploitations ovins lait en Sardaigne. Atti della riunione del "Reseau Ovins et Caprins", sub-network Sistemi di produzione, Olmedo, Italia, 15-18 Ottobre 1998.

52. CSIRO, 1993. Grazfeed: a nutritional management system for grazing animals. Horizon Technology PTY Limited, Roseville, NSW, Australia, pp 157

53. Lucifero L., Brandano P., Congiu F., Dattilo M., Rossi G., Valsecchi F., 1973. Ricerche pluriennali per una razionale utilizzazione dei pascoli della Sardegna. Studi Sassaresi, Sez. III, Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari, Vol. XXI, Fasc. 2, pp. 128.

54. D'Urso G., Avondo M., Biondi L., 1993. Effect of supplementary feeding on grazing behaviour of Comisana ewes in a Mediterranean semi-extensive production system. Animal feed Science and Technology, 42: 259-272.

55. Avondo M., Licitra G., Bognanno M., Kestkaran A.N., Marletta D., D'Urso G., 1995. Effects of the type and level of supplementation on grazing behaviour of lactating ewes in a Mediterranean natural pasture. Livestock production science 44: 237-244.

Capitolo 11

LA MANGIMISTICA

Lucio Lutri* e Luciano Terni**
** Istituto Sperimentale Zootecnico per la Sicilia, Palermo*
*** Veterinario nutrizionista, Libero professionista*

11.1. Premessa

La tecnica mangimistica, branca della scienza dell'alimentazione animale, ha il compito di ricercare e studiare nuove tecniche atte ad esaltare e potenziare le caratteristiche nutritive e dietetiche degli alimenti destinati al bestiame.
Diretta conseguenza delle più importanti ricerche scientifiche nel campo della nutrizione animale è la messa a punto, da parte dell'industria mangimistica, di tecnologie e innovazioni della massima efficienza per il trattamento, la preparazione e la miscelazione dei più svariati alimenti per renderli più idonei alla alimentazione del bestiame.
Questo ha reso possibile su scala industriale alcune operazioni di delicata applicazione come ad esempio l'incorporazione delle vitamine e dei microelementi alle miscele dei concentrati, oppure la melassatura e la grassatura degli alimenti, o, ancora, la produzione di pelletts e, più in generale, la preparazione di una vasta gamma di mangimi ben equilibrati nella loro composizione quantitativa e qualitativa.
In questo capitolo si cercherà di dare una idea quanto più possibile aderente alla realtà operativa in cui la mangimistica si muove all'interno della nutrizione animale con particolare riguardo alla alimentazione delle pecore da latte.

11.2 Situazione e struttura organizzativa dell'industria mangimistica italiana

Negli ultimi due decenni la situazione mangimistica nazionale ha subito una forte evoluzione con un processo di concentrazione produttiva che ha portato al quasi dimezzamento del numero degli stabilimenti. Nel contempo, molte delle Aziende rimaste sono mutate, assumendo strutture organizzative più snelle e più adatte alle attuali realtà di mercato.

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 305-322

Tabella 11.1. Dislocazione regionale degli stabilimenti per la produzione dei mangimi composti - anno 1998 (Assalzoo 1999)

Dislocazione regione	**Numero stabilimenti**
Liguria	2
Piemonte - Valle d'Aosta	96
Lombardia	151
Trentino Alto Adige	7
Veneto	80
Friuli Venezia Giulia	10
Emilia Romagna	257
Toscana	60
Marche	37
Umbria	91
Lazio	22
Abruzzo-Molise	20
Campania	21
Puglia	11
Basilicata	1
Calabria	8
Sicilia	56
Sardegna	23
TOTALE	953

Tabella 11.2. Mangimi complementari prodotti 1998 dalle ditte associate Assalzoo (Assalzoo 1999)

Specie di animali	**Tonn. prodotte 1998**
Volatili	3.490.000
Bovini	2.080.000
Suini	1.440.000
Altri animali (conigli, pesci, equini e anim. da compagnia.)	840.000
Ovini e caprini	100.000

Negli ultimi venti anni alcune industrie mangimistiche si sono proposte sul mercato non solo come produttrici di alimenti, ma anche come aziende fornitrici di servizi tecnici e finanziari .
L'attività predominante svolta dai servizi di assistenza forniti dall'industria è di tipo nutrizionale (razionamenti , analisi dei foraggi etc..) e sanitario (prevenzione e terapia di massa degli animali), ma recentemente l'industria gioca un nuovo ruolo di "congiunzione" fra mondo scientifico (università , istituti di ricerca etc) e allevatore , apportando così dei benefici anche nelle tecniche di conduzione e gestione degli allevamenti, soprattutto nelle realtà di punta in cui la tradizionale opera delle associazioni di categoria è meno incisiva.
L'originario ruolo di produttori di alimenti è comunque proseguito con un continuo affinamento, iniziato intorno agli anni 70/80, delle tecniche di produzione , della scelta di materie prime , della nuova introduzione di materie prime particolari in funzione di specifici stadi fisiologici degli animali, dei trattamenti fisici delle materie prime (fioccatura , estrusione , espansione etc), della applicazione di additivi convenzionali e/o naturali etc etc…
Queste innovazioni sono state introdotte con l'obiettivo di ridurre i costi alimentari e di migliorare l'efficienza produttiva degli animali, nel rispetto delle rigorose norme igienico-sanitarie, delle leggi vigenti e della salubrità animale, tenendo sempre conto della salute umana come obiettivo terminale della filiera agroalimentare. Quest'ultimo obiettivo ha assunto sempre più importanza sia perché é aumentata la presa di coscienza salutistica in generale, sia perché anche l'industria mangimistica ha incominciato ad adottare le moderne tecniche di marketing, prestando sempre più attenzione alle esigenze dei propri clienti (gli allevatori).
La concorrenza commerciale, sempre più serrata, ha spinto le aziende ad aggiungere valore ai propri prodotti nel tentativo di differenziarsi. Tale valore non è solo in termini di concentrazione dei principi nutritivi nel prodotto (quantità di UF, quantità di proteine etc..), ma di valore qualitativo inteso come sanità, costanza di contenuti da un lotto di produzione all'altro, cinetiche di degradabilità ruminale e di digeribilità intestinale, garanzia di assenza di cross-contamination etc..
Nei fatti le aziende più innovative, per interpretare e soddisfare queste esigenze, hanno adottato tecniche di marketing molto raffinate che non hanno nulla da invidiare a quelle utilizzate dai settori industriali ritenuti più evoluti. A questo scopo, all'interno delle aziende sono stati istituiti dei veri e propri settori, che in qualche caso sono diventati trainanti nella gestione dell'impresa (aziende marketing oriented).
Sotto questo aspetto la produzione industriale è la risultante di una complessa organizzazione, che comprende diversi specialisti con differenti competenze la cui attività tecnica è rivolta :

- Al marketing
- Alla ricerca e sviluppo
- Alla formulazione
- Agli acquisti
- Alla produzione
- Al sistema di assicurazione della qualità
- Alle vendite
- Al servizio tecnico presso la clientela
- Alla amministrazione

Chiaramente, come già accennato prima, oggigiorno nelle moderne strutture il Marketing e la Ricerca e Sviluppo hanno assunto una preminenza direttiva, mentre negli anni 60 e 70 questa era determinata dalla Produzione . Altra nuova funzione, trasversale a tutte le altre, è il Sistema di Assicurazione Qualità che ha lo scopo di attuare la politica della qualità e si configura come una struttura gerarchica che tocca tutte le attività aziendali aventi influenza sulla qualità dei prodotti realizzati.
Come nelle altre strutture produttive moderne, anche nei mangimifici è stata abbandonata la struttura organizzativa verticale e si è adottata una organizzazione di tipo a matrice: le varie funzioni dell'azienda affrontano di volta in volta i problemi e i temi da svolgere formando delle vere e proprie squadre ad elevata specificità, con proprio "team leader" che viene nominato di volta in volta e risponde, il più delle volte, direttamente alla direzione generale .
Analizziamo ora i vari aspetti dell'organizzazione di un moderno mangimificio.

11.2.1. Il marketing

Il marketing, secondo la classica definizione di Kotler, è la funzione di impresa volta ad individuare i bisogni e i desideri insoddisfatti, a definire e valutarne l'ampiezza, a determinare quali mercati obiettivo è opportuno considerare e a determinare, infine, i prodotti, i servizi ed i programmi appropriati a servire i mercati stessi. In tal modo il marketing svolge un ruolo di raccordo fra i bisogni della società ed il sistema produttivo di cui la stessa è dotata .
Gli uffici che svolgono questa funzione possono essere più o meno numerosi a seconda delle dimensioni delle aziende, ma quando ci sono svolgono sempre funzioni strategiche quali:

- individuazione e selezione dei mercati (funzione svolta in compartecipazione con il settore Vendite);
- individuazione e selezione dei segmenti di mercato (funzione svolta in compartecipazione con il settore Vendite);

- sviluppo dei tipi di prodotto e di servizio (funzione svolta in compartecipazione con i settori Ricerca e Sviluppo - Formulazione - Produzione - Acquisti e Vendite);
- determinazione dei prezzi di mercato (funzione svolta in compartecipazione con i settori Vendite - Formulazione - Acquisti);
- determinazione dei margini di profitto (funzione svolta in compartecipazione con l'Amministrazione e con la Direzione Generale e/o Amministratore delegato).

11.2.2. La ricerca e sviluppo (R & S)

Questa funzione interagisce con tutti i reparti tecnici aziendali (assistenza tecnica clienti , produzione , laboratori etc ..) allo scopo di trovare:

- nuovi prodotti;
- nuove soluzioni tecniche di produzione alimentari ;
- nuove soluzioni tecniche di allevamento ;
- nuove soluzioni tecniche di controllo e monitoraggio dei risultati.

La funzione R & S è svolta da personale altamente qualificato ed esperto che vive a stretto contatto con il mondo scientifico e, spesso, partecipa direttamente a veri e propri piani sperimentali atti a tradurre in pratica la ricerca di base propria di altre istituzioni (Università, Enti Pubblici e/o privati). Essa collabora attivamente e a stretto contatto con il marketing nel caso di ricerca di nuovi prodotti e di nuove soluzioni tecniche da poter proporre al mercato nonchè con la Formulazione, Acquisti e Produzione nelle azioni di saving (azioni complesse di risparmio dei costi formula ottenute, però, senza alterare le caratteristiche intrinseche del prodotto).

11.2.3. La formulazione

Questa funzione é fondamentale tanto da dipendere, in molte organizzazioni, direttamente dalla Direzione Generale. L'importanza è facilmente giustificata se si considera che con le forti economie di scala applicate ai mangimifici, anche di piccole dimensioni, un risparmio unitario, anche limitato, (ad es. 0,5 cent. di euro per kg di prodotto finito) si trasforma in cifre enormi nel bilancio annuale (per un mangime la cui produzione è dell'ordine delle 6.000 t/anno, il risparmio ottenuto si traduce in circa 40.000 euro).
L'azione di risparmio, normalmente compiuta attraverso l'applicazione alla formulazione della tecnica della programmazione lineare (che consente di otti-

mizzarne i costi) non è svolta solo avvalendosi di una fredda analisi computerizzata, ma è la risultante di azioni concertate assieme ai settori :

- Acquisti (gestione delle scorte e ricerca di prodotti alternativi);
- Ricerca e Sviluppo (studio e collaudo materie prime alternative);
- Produzione (studio delle combinazioni delle materie prime al fine di ridurre gli assorbimenti energetici di produzione).

11.2.4. Gli acquisti

Questa funzione é strategica per qualsiasi azienda. Collabora con i settori Direzione Generale, Formulazione, Produzione, Ricerca e Sviluppo, Trasporti e Controllo di Qualità.
Solitamente quando si pensa all'ufficio Acquisti si pensa ad una funzione che è focalizzata ad acquistare le materie prime al minor prezzo, ma ciò è vero solo parzialmente in quanto oltre al prezzo di acquisto il settore deve assicurare:

- la continuità delle forniture (ricerca continua di fornitori alternativi);
- la qualità del fornitore per cui, assieme ai settori Ricerca e Sviluppo , Controllo di Qualità e Produzione, stabilisce una vera e propria pagella del fornitore in funzione di parametri ben specifici e misurabili (tempi e costanza delle forniture , qualità dei processi produttivi del fornitore e grado di igiene degli stessi, grado e capacità di soddisfare la copertura delle scorte, etc..);
- la qualità delle materie prime per cui, assieme ai settori Ricerca e Sviluppo, Controllo di Qualità e Produzione, stabilisce una graduatoria delle materie prime in funzione di parametri ben specifici e misurabili che possono variare in funzione delle materie prime stesse (contenuto in amido per i cereali, in proteina grezza per la farina di estrazione di soia, attività ureasica per una soia fioccata ecc...);
- la previsione dei corsi delle materie prime in funzione dei raccolti e dell'andamento delle valute (per le materie prime dipendenti dai mercati esteri come ad es. la soia).

11.2.5. La produzione

In passato è stata la funzione fondamentale e trainante per l'azienda; ora, con il mutare delle motivazioni di acquisto da parte degli allevatori, lo è meno.
È rimasta comunque di rilevante importanza in quanto assorbe la maggioranza dei costi di produzione ed è, in certi casi, un fattore di distinzione rispetto alle aziende concorrenti.

11.2.6. Il sistema di assicurazione della qualità

Si possono utilizzare innumerevoli sfumature nel definire una Politica della Qualità su scala aziendale, ma forse quella più adatta é la seguente: il principio fondamentale su cui si basa la politica della qualità è la soddisfazione delle esigenze del cliente. I prodotti, i servizi, le attività svolte da ciascuno nella azienda devono conformarsi ai requisiti che soddisfano il cliente. L'obiettivo fondamentale di una azienda mangimistica è quindi quello di produrre alimenti zootecnici sani, sicuri, che rispettino leggi e regolamenti, che soddisfino nel modo più completo le esigenze dei consumatori cui sono rivolti.

Per far ciò il massimo impegno deve essere posto alla previsione di tutti i possibili errori di gestione, di produzione, di formulazione, di esecuzione delle attività pianificate, in quanto la prevenzione è sempre meno costosa della correzione degli errori commessi.

La direzione Aziendale si impegna, attraverso indici qualitativi appropriati, a verificare che tale sforzo di soddisfazione del cliente esterno ed interno (colleghi di lavoro possono rappresentare un sorta di cliente interno) sia massimo e generalizzato e venga migliorato continuamente nel tempo. Allo scopo le aziende ricorrono ad un sistema di qualità in riferimento a determinate norme (ISO-9000 o altre). Tutti i livelli dei settori aziendali sono tenuti , nell'ambito delle proprie responsabilità, a svolgere la loro parte affinché il Sistema di Qualità sia attuato in maniera efficace ed efficiente.

11.2.7. Le vendite

Questa funzione aziendale é antica tanto quanto quella produttiva; lavora a stretto contatto con il settore Marketing con il quale ultimamente condivide la funzione strategica di conduzione della Azienda. Anche la figura del venditore sta cambiando, con l'accoppiamento al ruolo commerciale di un ruolo tecnico che permette di migliorare l'assistenza al cliente.

11.2.8. Il servizio tecnico presso la clientela

Questo ruolo è normalmente sostenuto da personale laureato in Agraria o Veterinaria. Generalmente l'assistenza, di tipo nutrizionale e di prevenzione o cura delle principali patologie alimentari, viene svolta in fase di post-vendita con il compito di "fidelizzare" la clientela.

Nel campo nutrizionale è compito dell'Assistente Nutrizionista stilare diversi piani alimentari in funzione dei tipi di animali e delle fasi di allevamento, avvalendosi spesso del supporto di analisi chimiche dei foraggi aziendali eseguite presso laboratori propri del Mangimificio o laboratori terzi convenzionati con l'Azienda.

L'assistenza Veterinaria si attua nel campo della patologia di massa e punta prevalentemente alla prevenzione e terapia delle Sindromi Nutrizionali.
Il Servizio Tecnico, strettamente collegato ai settori Vendite e Marketing, esegue la personalizzazione dei piani razionamento, permettendo così un miglior utilizzo dei prodotti ed un conseguente miglior indice di conversione alimentare. Ultimamente questo servizio ha iniziato a personalizzare anche i prodotti per cui in pratica, per allevamenti di elevate dimensioni, l'Azienda Mangimistica sviluppa e assembla dei prodotti su misura tagliati sulla genetica degli animali e sulla disponibilità dei foraggi (differenti tipi di pascolo e/o fieni, trinciati etc..) di quella determinata azienda agricola .

11.2.9. L'amministrazione

Resta una funzione importante anche se, con l'avvento delle tecnologie dell'informazione, i reparti amministrativi sono stati ridimensionati o, addirittura, sono stati decentrati in strutture esterne all'azienda .
Il ruolo importante del responsabile di questo settore è quello di controllo dei movimenti finanziari che diventano sempre più imponenti. Questa attività è svolta in stretto contatto con l'Amministratore Delegato e il Direttore Generale

11.3. La attività tecnica e la scelta dei mangimi

Il primo dovere di un tecnico nutrizionista di campo è quello di saper progettare e applicare un programma alimentare appropriato alle esigenze di una determinata azienda, tenendo conto di tutte le variabili specifiche di quell'ambiente, al fine di raggiungere il miglior risultato tecnico ed economico possibile. Gli elementi di spicco attraverso i quali il nutrizionista raggiunge questo risultato sono:

1 la corrispondenza tra il valore analitico degli alimenti realmente impiegati in razione e quello degli stessi alimenti tratto dagli archivi usati per i calcoli della stessa;
2 la costanza della composizione delle materie prime usate;
3 la digeribilità e il valore nutritivo degli alimenti;
4 la qualità sanitaria degli alimenti;
5 i sistemi organizzativi di distribuzione degli alimenti.

Analizziamo dettagliatamente questi punti.

11.3.1. La corrispondenza tra il valore analitico degli alimenti

La possibilità di poter eseguire dei calcoli il più corretti possibile sta alla base di un buon razionamento. Ciò assume ancor più importanza per i mangimi complementari che, a seconda delle dosi impiegate, possono condurre in gravi errori. Basti pensare che attraverso 1 kg di un ottimo mangime complementare possiamo apportare 180-200 g di proteina grezza e 250-280 g di amido, che rappresentano rispettivamente 54% e il 50% circa del fabbisogno totale di una razione per una pecora con una produzione giornaliera di 1,8 litri di latte. Da qui si evince come sia importante che l'industria usi la massima precisione nella formulazione dei mangimi anche al di la di ciò che stabilisce la legge che permette invece delle tolleranze molto ampie. Ad esempio, la tolleranza del 10% in meno della concentrazione proteica nel caso di prodotti con contenuti compresi tra il 10% e il 25% in proteina grezza e la non obbligatorietà di dichiarare il contenuto di amido di un prodotto, possono comportare errori gravissimi nella formulazione della razione. In mancanza di un dato analitico specifico, la concentrazione di Amido Ewers di un prodotto può essere eventualmente stimata incrociando le dichiarazioni dei componenti riportata nel cartellino con la percentuale di fibra presente (in un mangime a base di cereali tanto più è bassa la % di fibra tanto più sarà alta l'incorporazione di amido).

Stesse considerazioni possono essere fatte anche per gli altri contenuti (lipidi grezzi, fibra e ceneri grezze) che concorrono a determinare il valore energetico del prodotto.

È ovvio che questa variabilità della composizione influisce sia sul rendimento che sulla salute del gregge tanto più se questo è in una fase di alta produzione (esempio fase di ascesa e plateau della curva di lattazione).

11.3.2. Costanza delle materie prime usate

La variabilità dei principi nutritivi dei foraggi impiegati normalmente nel razionamento degli ovini da latte è enorme. Quando si riportano in grafico una serie di dati relativi ai contenuti dei principali nutrients dei foraggi, raramente si riesce a ottenere una curva Gaussiana degna di tale nome. Basti pensare alla variabilità della sostanza secca dei pascoli in funzione dell'età delle piante e delle condizioni climatiche, della concentrazione proteica delle erbe e dei fieni e in funzione degli sfalci, delle essenze che li compongono, della sostanza secca e del contenuto in amido delle trincee degli insilati di mais etc.… Tutto ciò si traduce in variazioni produttive quantitative, qualitative e in problemi sanitari.

Chiaramente, in un contesto di così estrema variabilità, i fenomeni vengono ancor più amplificati se anche i mangimi complementari proteici, amidacei e/o

fibrosi vengono forniti con contenuti variabili da una consegna all'altra. Solitamente, però la variabilità degli alimenti prodotti dall'industria è di gran lunga inferiore alla variabilità delle materie prime reperite sul libero mercato grazie al lavoro di selezione e di controllo praticato dalle aziende mangimistiche anche in osservanza delle ultime disposizioni legislative in tema di qualità.

11.3.3. Digeribilità e valore nutritivo degli alimenti

Questo aspetto è il più complesso sia che si tratti della valutazione di foraggi aziendali che di prodotti forniti dall'industria. In quest'ultimo caso, purtroppo, la normativa che regola la compilazione dei cartellini obbliga i produttori ad esporre la composizione centesimale dei nutrienti venduti ed in particolare il contenuto in umidità, in proteine grezze, in lipidi, in ceneri e in fibra. I componenti del mangime, inoltre, sono elencati in ordine decrescente di importanza nella formulazione, ma nulla è detto circa la loro presenza quantitativa. Le industrie si sono adattate a tale richiesta minimale che è poco utile ai fini di un corretto razionamento in quanto riservano le informazioni più importanti alla propria rete di assistenti tecnici i soli, in questo panorama, in grado di formulare correttamente le razioni che includono un particolare mangime in quanto ne conoscono direttamente la reale composizione. Tuttavia, anche sulla base delle semplici analisi "di cartellino" possono essere assunte alcune importanti decisioni. Vediamo in dettaglio il valore di queste informazioni.

Le proteine grezze (PG) esprimono, come è noto, il contenuto in azoto di un alimento moltiplicato per il coefficiente stechiometrico 6,25 . Esiste però una notevole differenza tra apporti uguali di PG provenienti da urea piuttosto che da soia, girasole o da glutine di mais, in termini di proteina digeribile intestinale e apporto aminoacidico. Una indicazione utile può essere ricavata dall'incrocio delle informazioni dei componenti proteici del mangime con le l'analisi dei contenuti in azoto ureico e proteine solubili totali. In questa voce rientrano anche le importanti, ma rare dati i costi, integrazioni con aminoacidi la cui presenza è però generalmente riportata sul cartellino.

I grassi grezzi, analiticamente espressi dall'Estratto Etereo (EE), rappresentano le sostanze estraibili dall'alimento con l'etere etilico. Il contenuto lipidico per un ruminante ad alta produzione, quale la pecora in lattazione che produce oltre 1,5 litri di latte normalizzato al giorno, è molto importante: l'elemento fondamentale è la verifica del tipo di grassi aggiunti al mangime. Infatti, per evitare l'interferenza nei processi di fermentazione ruminali, è preferibile che l'integrazione lipidica avvenga con saponi e/o grassi saturi (olii idrogenati). Normalmente il contenuto in grasso di una formulazione a base di cereali e di

cruscami non supera il 3-4%; con concentrazioni superiori al 4% occorre una verifica accurata delle informazioni riportate nel cartellino e relative al tipo di materie prime componenti il mangime per verificare l'eventuale presenza di saponi e/o grassi idrogenati.

La fibra grezza (FG), che dovrebbe indicare il contenuto in composti strutturali dell'alimento, è, come noto, un aggregato analitico scarsamente accurato. Purtroppo essa è ancora riportata nei cartellini in quanto questo dato analitico è esplicitamente richiesto dalla normativa vigente. La FG non indica che tipo di fibra è stata incorporata nel prodotto e quale è la sua quota totalmente indigeribile (lignina). La mancanza di riscontri analitici sul contenuto in NDF comporta che, per valori di FG superiori a 7-8% sino a oltre il 20%, è necessario tenere conto dei componenti il mangime che apportano fibra (polpe di bietola, pastazzo d'agrumi, buccette di soia etc..) ed effettuare una stima dell'apporto in pareti cellulari con l'impiego dei singoli valori tabellari. Molti operatori sono convinti che un prodotto ricco di fibra vale poco sotto l'aspetto economico: bisogna innanzitutto distinguere il tipo di fibra , che può avere un alto o un basso contenuto di lignina, e vedere a quali valori di proteine, lipidi, ceneri e amidi è associata. Chiaramente, a parità di contenuto fibroso, maggiore è la concentrazione in sostanze nutritive digeribili, maggiore è il valore alimentare del mangime.

Le ceneri grezze, aggregato che definisce la quantità in elementi minerali, quali però non sono specificati nella loro composizione centesimale. Ciò sarebbe oltremodo utile in quanto alcuni composti minerali possono essere usati come diluenti (calcio carbonato), mentre altri come tamponi (bicarbonato di sodio, calcio carbonato, magnesio ossido, macroelementi e microelementi). Per definire tale composizione, oltre ovviamente al ricorso ad analisi specifiche si può, anche in questo caso, incrociare il contenuto in ceneri dei componenti del mangime. Un aspetto specifico riguarda la riduzione degli apporti in sostanze nutritive per unità di mangime con elevati valori di ceneri: per evitare di ridurre eccessivamente la concentrazione nutritiva del concentrato è preferibile evitare l'aggiunta di minerali con effetto tampone alla razione, a meno che tale integrazione non sia dettata da esigenze tecniche.

11.3.4. La qualità sanitaria degli alimenti

L'aspetto sanitario più importante e frequente che investe gli alimenti zootecnici è dato da deterioramento microbico ed in particolare dalle infezioni fungine a cui possono conseguire inquinamenti delle relative tossine. Il diagramma di tale deterioramento e le possibili conseguenze sull'animale sono riportati in Figura 11.1.

Le indagini di laboratorio, atte a testare la presenza e la quantità di micotossine, sono costose (spesso i sintomi clinici derivati dagli avvelenamenti da micotossine sono poco definiti, variabili, non tali da suggerire l'analisi) e limitative (spesso sono presenti più tossine, provocanti quadri clinici differenti nello stesso tempo, ma le tossine indagate sono poche). I sintomi dipendono dalla presenza concomitante di diverse aflatossine, dal livello di intossicazione degli animali, dalla sensibilità individuale dell'animale e dal suo stato di salute al momento della intossicazione , etc.... . In conseguenza di ciò il tecnico deve lavorare soprattutto in prevenzione ispezionando frequentemente gli alimenti nei sili, nei magazzini e/o altri locali di stoccaggio al fine di evitare la somministrazione di quelli visibilmente alterati (presenza di muffe) e/o sospettati di essere inquinati.
Gli inquinamenti dei mangimi complementari di produzione industriale sono rari in quanto le materie prime che li compongono subiscono una selezione

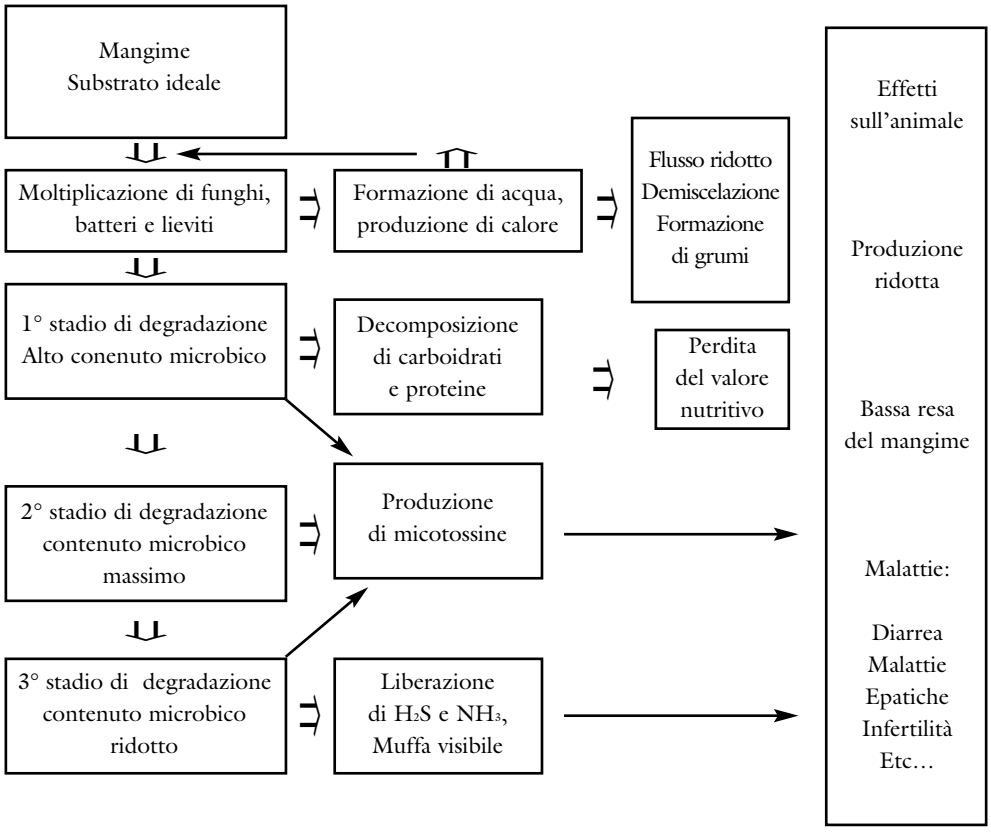


Figura 11.1 - Diagramma del deterioramento microbico di un mangime

accurata e sono assoggettate a controlli di produzione molto severi.
Un'attenzione particolare deve essere rivolta invece ai locali di stoccaggio e ai sili perché una loro scarsa igiene potrebbe favorire gli inquinamenti secondari, soprattutto nel caso di infiltrazioni di acqua o della presenza di pareti particolarmente umide.
I punti critici dell'ingressione dell'inquinamento sono spesso la base dei sacchi, qualora questi siano appoggiati a pavimenti e/o pedane umide, e l'interno delle pareti dei sili che, a causa delle escursioni termiche circadiane, si ricoprono spesso di condensa. L'acqua libera, associata alle elevate temperatura che spesso si registrano in questi ambienti, favorisce la germinazione delle spore e la relativa produzione di tossine.

11.3.5. I sistemi di distribuzione degli alimenti

In funzione del tipo di mangime complementare somministrato agli animali, riveste una particolare importanza la tecnica di distribuzione. I mangimi con un elevato contenuto in amidi (> del 25 % sulla sostanza secca) e scarsamente dotati, naturalmente o artificialmente, di potere tampone devono essere distribuiti agli animali attraverso più somministrazioni giornaliere (possibilmente in 3-4 pasti); quelli fibrosi (FG > al 18% sulla sostanza secca) possono essere liberamente lasciati a disposizione degli animali senza che si incorra in rischi di acidosi ruminale. Gli aspetti pratici dei sistemi di distribuzione devono tenere conto delle situazioni logistiche dell'allevamento: ammesso che una frazione rilevante (se non totale) della dose giornaliera di mangime è distribuita alle pecore in lattazione in sala mungitura, è possibile effettuare le terza somministrazione durante la stabulazione notturna oppure disporre delle mangiatoie coperte nei paddok o in campo. In tutti i casi, è bene accertarsi che non residui mangime non consumato e che le mangiatoie siano sempre ben pulite.

11.4. I mangimi specifici per gli ovini da latte

La gamma di prodotti specificamente formulati per gli ovini offerta dalle aziende mangimistiche è grandemente diversificata: oltre che da mangimi semplici (granaglie trattate o meno fisicamente e/o termicamente), essa è costituita soprattutto da mangimi composti complementari la cui numerosità è funzione del grado di specializzazione dell'azienda nel settore ovino.
Di solito, le aziende più orientate verso il comparto ovino da latte adottano due linee di prodotti apparentemente sovrapponibili (contenuto proteico simile), ma sostanzialmente differenti per i contenuti energetici, oltre che per

avere una maggior differenziazione commerciale (differente prezzo) che permettano loro di soddisfare segmenti di mercato disposti a spendere meno, soprattutto per venire incontro alle necessità pratiche delle aziende in quanto i mangimi possono essere impiegati nella razione per integrare differenti concentrazioni energetiche dei foraggi base e per compensare differenti livelli produttivi degli animali relativamente agli apporti dei macro e micronutrienti. Ai prezzi 2001, una differenza di 0,1-0,15 UFL/kg, a parità di contenuto proteico, può comportare una differenza del prezzo del mangime dell'ordine di 2 cent. di Euro per kg.
Nelle Tabelle 11.3 e 11.4 sono riportate le due linee standard di mangimi composti complementari normalmente offerti dalle aziende mangimistiche con le denominazioni di:

- **"Prodotti base"**, mangimi a media concentrazione energetica
- **"Prodotti superiori"**, mangimi ad alta concentrazione energetica

Tabella 11.3 - Tipi di mangimi composti complementari normalmente offerti dalle aziende mangimistiche

Prodotti Base	**Prodotti Superiori**
Fase Svezzamento :	
1 prodotto	1 prodotto
Fase Accrescimento Agnelle	
1 prodotto	
Fase Ingrassamento Agnelloni	
1 prodotto	
Fase Asciutta	
1 prodotto	
Fase Presalto	
1 prodotto	
Fase Lattazione	
3 prodotti : a 14, 17, 20 % di PG.	
3 prodotti : a 14, 17, 20 % di PG.	

Prodotti Speciali
Antichetosi, stimolatori dell'attività ruminale, medicati Vermifughi

Prodotti personalizzati : *a specifico contenuto proteico, energetico e/o integrativo a secon da delle specifiche dei foraggi aziendali e degli animali presenti.*

Tabella 11.4 - Specifiche nutritizionali dei principali mangimi per ovini (sul tal quale)

	Umidità %	PG %	EE %	FG %	Ceneri %	UFL/kg	Amido %	Zuccheri %	PDIN %	PDIE %	Ca %	P %
Prodotti Base												
Svezzamento	12,00	17,00	3,50	7,00	7,00	0,92	24,00	6,00	11,00	9,50	1,00	0,50
Accrescimento	12,00	17,00	3,50	7,00	8,00	0,91	22,00	6,00	10,50	9,50	1,00	0,50
Ingrasso Agnelli	12,00	16,00	4,00	8,00	7,00	0,91	24,00	6,00	9,00	9,00	0,80	0,55
Presalto	12,00	16,00	3,50	8,00	8,00	0,89	24,00	5,00	10,00	9,00	1,00	0,55
Asciutta	12,00	16,00	3,00	11,00	8,00	0,83	18,00	6,00	10,30	8,00	0,50	0,40
Lattazione 14	12,00	14,00	4,00	9,00	8,00	0,88	25,00	4,00	10,00	9,00	1,00	0,55
Lattazione 17	12,00	17,00	4,00	10,00	8,00	0,86	22,00	4,00	10,50	10,00	1,00	0,55
Lattazone 20	12,00	20,00	4,00	11,00	8,00	0,87	20,00	4,00	11,50	10,00	1,00	0,55
Unico	12,00	16,00	4,00	15,00	7,00	0,79	22,00	4,00	12,00	10,00	0,90	0,50
Superiore												
Svezzamento	12,00	18,00	6,00	7,00	7,00	0,96	28,00	6,00	11,00	10,80	1,00	0,55
Lattazione 14	12,00	14,00	6,00	7,00	8,00	0,94	36,00	5,00	11,00	10,00	1,00	0,55
Lattazione 17	12,00	17,00	6,00	7,00	8,00	0,94	34,00	5,00	14,00	12,00	1,00	0,55
Lattazione 20	12,00	20,00	6,00	7,00	8,00	0,94	32,00	5,00	15,00	14,00	1,00	0,55

Prodotti Speciali

Antichetosi: prodotti contenenti 17% di PG e 24-28% di amido - appetibili e addizionati a propionato di sodio e glicole propilenico polvere. Specifici per le situazioni stressanti: primi 30.40 gg dopo parto, tosatura, periodo dei salti, eccessivo freddo e eccessivo caldo etc...

Stimolatori dell'attività ruminale : a medio contenuto proteico-amidaceo, sono solitamente addizionati a lieviti (Saccaromyces Cerevisiae), alti dosaggi di vitamina PP e/o estratti di Yucca. Particolarmente indicati nel caso a i bruschi cambi alimentari in generale oppure di disordini dell'attività ruminale (acidosi, ingestione di erba bagnata, aflatossicosi, ecc.)

Medicati Vermifughi: sono mangimi medicati specifici per la terapia antiparassitaria

I prodotti per lo svezzamento sono indicati sino a 30- 40 gg . Il mangime di tipo superiore trova particolare applicazione qualora si volesse incrementare la velocità di crescita (caso dei maschi in prossimità del periodo pasquale) o in caso di uso di foraggi particolarmente scarsi nel contenuto energetico.
Il prodotto per l'accrescimento agnelle solitamente viene impiegato, da 30-40gg sino a 4-5 mesi di vita con una dose massima del 4% del peso vivo, unitamente a fieno.
Il prodotto per l'ingrassamento degli agnelli si impiega per la produzione dell'agnello pesante .
I prodotti per l'asciutta e il presalto giustificano il loro impiego per le caratteristiche integrazioni vitaminiche ed oligominerali più che per i contenuti energetici. I dosaggi consigliati sono di 0,4-0,8 kg/capo per giorno, unitamente a pascolo e fieno.
I prodotti base per la lattazione a basso contenuto proteico sono impiegati in modo diverso a seconda dei foraggi disponibili: i mangimi con basso contenuto proteico sono associati al pascolamento e alla somministrazione di fieno misto (almeno 0,5 kg/capo per giorno) in dose variabile da 0,5 a 1,5 kg/capo per giorno.
I prodotti di base per la lattazione ad alto contenuto proteico vengono associati a cereali (orzo mais) e/o a fieni scarsamente proteici, mai a erbe di pascoli giovani e abbondanti, specie se si tratta di foraggi leguminose. È consigliabile questi mangimi siano associati a 0,2-0,4 kg/capo per giorno, di cereali, soprattutto nel periodo post-parto.
Il prodotto Unico è un mangime di concezione moderna, derivato dalle ricerche sull'alimento unico pellettato (AUP) svolte dal gruppo del Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari, che si presta ad essere usato anche in sostituzione parziale e/o totale dei fieni. Può essere impiegato per il terzo pasto lasciandolo a disposizione degli animali nelle mangiatoie in quanto, dato l'elevato contenuto in fibre digeribili (pastazzi, polpe di bietola, buccette di soia ecc..), questi non corrono rischi di acidosi ruminale.
I prodotti superiori per la lattazione sono particolarmente indicati per aziende che non hanno o non vogliono usare i cereali (notare il contenuto in amido e grassi) e sono particolarmente indicati per animali con elevate prestazioni produttive (orientativamente, > 1,5 litri di latte normalizzato per giorno).

11.5. In pratica

Le motivazioni di acquisto di un mangime composto complementare da parte degli allevatori di ovini sono complesse e, troppo spesso, dettate dalla irrazionalità o dalla comodità (simpatia del venditore, vicinanza del mangimificio, aspetto del prodotto, colore del sacco, referenze etc); meno frequentemente esse sono dettate da rilevazioni oggettive effettuate presso l'allevamento quali ad esempio l'indice di conversione del concentrato impiegato in latte. E' pur vero che, in un settore in cui domina la tecnica del pascolamento, è praticamente impossibile stabilire con esattezza l'effettiva quantità di alimenti ingerita quotidianamente dagli animali e pertanto è difficile stimare con buona precisione il rendimento alimentare complessivo (al contrario di quanto accade per altre specie come ad esempio per i suini e i polli, ma anche per le vacche da latte in allevamento confinato).
Di conseguenza i parametri di solito utilizzati per la scelta del concentrato sono:

- il prezzo;
- l'aspetto fisico del prodotto (presenza di fiocchi a vista, pellettatura senza polvere etc…);
- l'assistenza tecnica fornita dalla ditta produttrice.

I criteri del prezzo e dell'aspetto fisico del prodotto però non sono sempre i più idonei in quanto non dimostrano in modo assoluto la convenienza del mangime. Inoltre, le indicazioni riportate nel cartellino non sono esaustive ai fini di una corretta conoscenza del prodotto per cui è bene che l'Allevatore e il Tecnico Operatore di campo acquisiscano le informazioni necessarie per il corretto impiego dell'alimento attraverso altre vie quali:

- il contatto diretto con l'azienda mangimistica in quanto le aziende più evolute sono disponibili, solitamente attraverso i propri tecnici, a fornire i parametri analitici che la legge non prevede siano obbligatoriamente riportati nel cartellino (contenuti in NDF, ADF, ADL, sostanze amidacee, frazioni proteiche, integratori etc..) . Questa disponibilità conferisce all'industria mangimistica un'immagine positiva di maggior trasparenza e giova ai tecnici nutrizionisti (capaci di influenzare il mercato) i quali attraverso tali informazioni possono svolgere al meglio il proprio lavoro;
- la visita in azienda del fornitore, pratica consigliabile oltre che per il tecnico nutrizionista consulente anche per l'allevatore che acquista il mangime composto. Questo permette loro di conoscere la strutture organizzativa dell'azienda mangimistica e di valutarne l'importanza, il tipo di tecnologia appli-

cata alla produzione del mangime, le procedure qualitative di produzione (sequenze , numero e qualità dei controlli chimici e fisici), il grado di igienicità degli ambienti di produzione e tutto ciò che è utile per un giudizio sul fornitore. Tutti questi aspetti, pur non comportando un apprezzamento diretto della qualità del prodotto, sono di grande utilità per la valutazione del grado di affidabilità di una azienda mangimistica;

- la verifica analitica della composizione attraverso l'affidamento ad un laboratorio di fiducia di un campione rappresentativo di mangime.

Capitolo 12

LA FORMULAZIONE COMPUTERIZZATA DELLE RAZIONI ALIMENTARI

Tiziano Bettati
Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia

12.1. Introduzione

Lo sviluppo di prodotti informatici a supporto della formulazione di razioni alimentari per animali da reddito è stato sicuramente uno dei primi campi di applicazione dell'informatica in zootecnia.
Benché, ad oggi, sia difficile ricostruire una storia del software in questo settore, la memoria storica di chi ha vissuto in prima persona l'affermarsi dell'informatica personale a partire dai primi anni '80 fa istintivamente una distinzione tra i programmi che "al quel tempo" erano in dotazione ai CED dei mangimifici o delle strutture di assistenza tecnica e i primi tentativi di portare questo tipo di applicazioni di personal computer (PC).
Tra la fine degli anni '70 e l'inizio degli '80 l'avvento dei primi PC da tavolo[a], dei primi computer portatili[b] e dei primi linguaggi di programmazione per questo tipo di macchine[c] hanno favorito lo sviluppo di una serie abbastanza folta di programmi di ausilio alla formulazione di razioni alimentari per animali da reddito.
Ragioni di mercato e di profilo professionale alcuni "programmatori di PC" hanno fatto si che le prime applicazioni commerciali fossero rivolte essenzialmente ai mangimifici. Questi programmi avevano il loro punto di forza nell'algoritmo matematico di ottimizzazione della formula al minimo costo. Dopo questa prima fase, che ha enfatizzato gli aspetti "matematici" cari ai mangimisti, sono comparse le prime funzionalità dedicate al razionamento degli animali da reddito che hanno dato il via all'introduzione nei software di calcolo di contenuti propriamente zootecnici.

---

[a] *Nel 1975 la MITS annuncia il suo Altair, nel 1976 viene presentato il primo Apple, nel 1977 la Commodore presenta il suo PET e la Tandy il suo primo TRS-80, nel 1981 IBM lancia il suo PC.*
[b] *Nel 1981 la Orsborne presenta il suo Orsborne 1*
[c] *Nel 1975 la Traf-o-Data (futura Microsoft) scrive il primo BASIC per l'Altair, nel 1980 la Microsoft è consulente di IBM per la scrittura del sistema operativo DOS e lo sviluppo del BASIC*

L'ALIMENTAZIONE DEGLI OVINI DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2001: 323-337

La graduale evoluzione dei programmi ha fatto si che i prodotti leader del mercato per i mangimisti fossero dotati già alla metà degli anni '80 di funzionalità per la formulazione di razioni. Contemporaneamente nuovi programmi venivano scritti e progettati ex-novo come software ad hoc per la formulazione di razioni alimentari. Riteniamo che alcune differenze dell'ambiente di lavoro offerto agli utenti, riscontrabili nei software rimasti sul mercato alla fine degli anni '80, vadano ricercate nella loro differente progettazione iniziale.
Di seguito cercheremo di analizzare le diverse funzionalità che vanno a comporre un programma di supporto alla formulazione di razioni per animali zootecnici con particolare riferimento agli ovini da latte e con l'obiettivo di fornire un metodo per la valutazione dei prodotti in commercio.

12.2. La formulazione delle razioni

Non avendo l'obiettivo di introdurre il lettore alle tecniche di razionamento elenchiamo semplicemente gli aspetti di cui bisogna tenere conto quando si affronta questo problema con l'occhio di chi deve valutare un software.
Relativamente all'animale per il quale dobbiamo formulare una razione, presupponiamo che in una data quantità di alimento, identificabile nella capacità d'ingestione dell'animale, debbano essere contenute quantità e qualità di principi nutritivi tali da soddisfarne le esigenze alimentari. Dal punto di vista pratico siamo in grado di formulare una razione corretta quando gli apporti degli alimenti coprono i fabbisogni dell'animale, oppure quando gli sbilanciamenti ricadono all'interno di un margine di tolleranza previsto in fase di impostazione del piano alimentare.
Questo approccio al problema, sicuramente semplicistico, ci serve per individuare meglio cosa deve, o dovrebbe, offrici un software. In generale ci attendiamo che esso consenta di:

1 individuare il tipo di animale al quale è diretta la razione attraverso la descrizione dello stato fisiologico-ambientale e del livello di performance produttiva atteso;

2 ottenere i fabbisogni nutrizionali dell'animale in base alle informazioni di cui al punto 1. In questa fase il software può fare riferimento sia ad una libreria di tabelle precompilate oppure ad algoritmi che stimano dinamicamente i fabbisogni degli animali in base alle informazioni del punto 1. Dal punto di

vista dell'utente i due approcci sono sostanzialmente diversi: la tabelle precompilate offrono minore flessibilità nella determinazione dei fabbisogni mentre l'uso degli algoritmi, pur fornendo le stesse opportunità del metodo precedente, consente la stima di fabbisogni in modo più preciso. In generale i programmi che adottano tabelle precompilate derivano dai software progettati per i mangimisti citati nella premessa;

3 stimare l'ingestione alimentare dell'animale sempre in base alle informazioni di cui al punto 1. In questa fase è di fondamentale importanza sapere se si tratta di animali stabulati o di animali che vanno al pascolo. Nel secondo caso il pascolo può integrare una razione somministrata in stalla o viceversa. In entrambe le situazioni, il problema chiave rimane la stima della quantità e della qualità degli alimenti ingeriti al pascolo. La difficoltà di tale stima è evidente e stà alla base della rarità con la quale si trovano software che gestiscono l'integrazione dell'alimentazione al pascolo;

4 scegliere quali alimenti inserire in razione; il software deve consentire un facile ed efficiente accesso al database degli alimenti disponibili. In relazione a quanto previsto dalle funzioni di cui al punto 2, esso deve offrire una descrizione degli alimenti nel modo più completo possibile;

5 calcolare gli apporti nutritivi degli alimenti introdotti nella razione. Questa operazione può limitarsi ad una semplice sommatoria dei valori dichiarati per unità di alimento oppure può tenere conto del reale grado di disponibilità che l'alimento, in quell'animale, può fornire per i diversi parametri nutrizionali. Seguendo i progressi della ricerca scientifica questa ultima possibilità stà guidando l'evoluzione dei nuovi software.

6 deve fornire l'indicazione relativa al livello di copertura dei fabbisogni garantita dagli alimenti.

In Figura 12.1 sono schematizzate le principali funzionalità necessarie al bilanciamento della razione. Generalmente le funzionalità di "Calcolo degli Apporti", "Stima della Capacità di Ingestione" e "Stima dei Fabbisogni" hanno automatismi di calcolo e ricalcolo che consentono un rapido bilanciamento della razione. Riducendo il ragionamento ai minimi termini, le funzionalità di "calcolo e ricalcolo automatico" dei software sono quelle che, al lato pratico, fanno la differenza tra il bilanciamento di una razione a mano oppure con un computer.

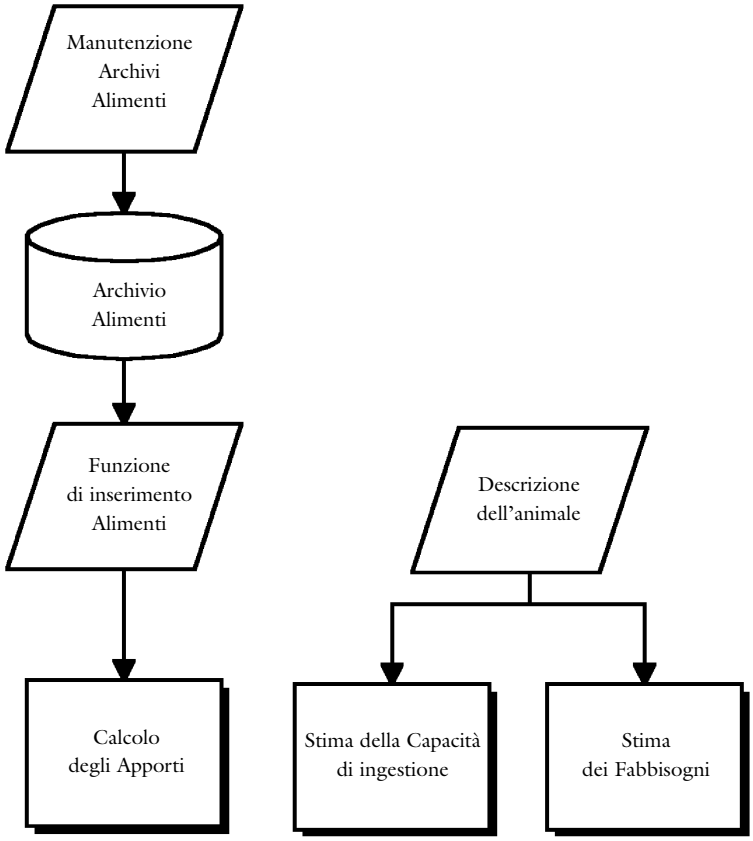


Figura 12.1 – Principali funzionalità richieste ad un software di alimentazione

Grazie alla facilità offerta dai software nel monitorare il livello di copertura dei fabbisogni è possibile dosare le quantità di alimenti inseriti in razione oppure sceglierne di altri dalla base dati. Riguardo l'operatività d'uso dei programmi l'esperienza ha mostrato che un tecnico riesce a bilanciare una razione con non più di 5 aggiustamenti alle quantità di alimenti.
A tale proposito va osservato che in allevamento normalmente non si ha la possibilità di scegliere tra decine e decine di alimenti come invece è virtualmente possibile fare "giocando" con un software. Ne consegue che, in generale, il tecnico che si accinge a formulare una razione molto probabilmente ha un'idea già abbastanza chiara della possibile composizione della razione vincolata dall'effettiva disponibilità di alimenti in azienda; il software deve aiutarlo a fare simulazioni automatizzando i calcoli.

12.2.1. Gli algoritmi di stima della capacità di ingestione e dei fabbisogni

Una stima corretta dei fabbisogni nutritivi dell'animale e della sua ingestione alimentare costituisce il punto di partenza per la formulazione della razione. Questa fase del lavoro deve fare ricorso ad una serie di modelli matematici che mettono in relazione lo stato fisiologico-ambientale dell'animale con i suoi fabbisogni nutritivi. In funzione dei modelli matematici di stima dei fabbisogni adottati, il software chiede una serie di informazioni più o meno semplici da reperire. Quest'ultimo aspetto può fare la differenza tra i diversi modelli di stima e, su queste funzionalità, il collegamento con il mondo della ricerca è estremamente importante: infatti, quanto si chiede ai ricercatori è di trovare il miglior compromesso tra quantità e tipologia di parametri richiesti e precisione nella stima di fabbisogni e capacità di ingestione (vedi capitolo 2).

In ogni caso, per quanto complete (o complesse) siano le informazioni richieste, crediamo valgano le seguenti considerazioni:

- esse devono essere a disposizione del tecnico nella maggioranza degli allevamenti che controlla e devono essere reperibili con facilità nel momento in cui si imposta la razione.
- il contributo che ogni parametro apporta alla stima del fabbisogno deve essere di tipo additivo in modo da garantire comunque un risultato. In questo modo il software continuerà ad essere applicabile anche nelle condizioni in cui non sono disponibili tutte le informazioni richieste dal modello, con accuratezze e precisioni minori, ma comunque utilizzabile.

12.2.2. La stima degli apporti alimentari

Rispetto ai primi software di supporto alla formulazione di razioni, anche per questo aspetto la ricerca scientifica ha cambiato il modo di intendere il calcolo degli apporti alimentari.

Il *valore nutritivo* dello stesso alimento varia a seconda della specie animale a cui è somministrato per cui è essenziale che un software disponga come minimo di un database che assegni ad ogni alimento risultati analitici che vanno ben oltre i comuni dati di cartellino o i valori energetici di base (UFL e/o UFC).

In genere i modelli matematici che stimano il *reale valore nutritivo degli alimenti* fanno uso di parametri analitici non sempre reperibili per gli alimenti aziendali. Ne consegue che, spesso, ci si deve appoggiare a valori tabulati con l'inevitabile imbarazzo nel decidere se, l'alimento che è disponibile in azienda, sia ben rappresentato dall'analogo alimento presente in archivio.

A tale proposito riteniamo che la disponibilità di archivi di alimenti nazionali o,

ancor meglio, regionali potrà consentire una completa trasferibilità in campo di quanto la ricerca scientifica e i nuovi software di razionamento stanno mettendo a disposizione dei tecnici alimentaristi.

12.2.3. Funzionalità accessorie

Fin qui abbiamo elencato le funzionalità essenziali per il bilanciamento della razione, ma in genere ai software di formulazione delle razioni alimentari sono richieste altre funzionalità. Riportiamo di seguito alcuni esempi.

Le funzionalità che riguardano la stima del costo della razione sono sicuramente necessarie mentre riteniamo non indispensabili quelle relative all'ottimizzazione della razione al minor costo. Anche se molto richieste dal mercato, ricordiamo che per sua natura, il processo di ottimizzazione aiuta a scegliere la migliore combinazione di alimenti al minor costo, tra un insieme di alimenti disponibili. Nel caso dei ruminanti, gli alimenti impiegati in razione non vanno oltre i cinque e, in buona parte, sono di origine aziendale quindi devono essere inclusi forzatamente nella razione indipendentemente dalla selezione proposta dall'algoritmo ottimizzatore.

Sotto l'aspetto del management dell'allevamento un programma deve offrire la possibilità di calcolare la razione per l'intero gregge, quindi consentire sia di stimare il costo complessivo dell'alimentazione, sia di gestire le scorte.

Sotto l'aspetto zootecnico sono apprezzate funzionalità che riguardano il calcolo di indici tecnico-economici relativi alla razione come ad esempio il costo della razione per unità di prodotto venduto (litro di latte prodotto oppure grammi di grasso, caseina o sostanze casearie utilizzabili).

Sotto l'aspetto operativo invece possono essere interessanti utilità legate alle tecniche di alimentazione come, ad esempio, il calcolo delle miscelate per chi utilizza la tecnica Unifeed e l'eventuale interfaccia con il carro miscelatore.

Un altro aspetto non sempre considerato nei software è la verifica della risposta degli animali al razionamento. In genere nella descrizione dello stato fisiologico-ambientale degli animali compare sempre il parametro produttivo: in questa maschera normalmente il tecnico inserisce la produzione attesa in base alla quale il software calcola le razioni. Una funzionalità che consenta di confrontare le produzioni realmente osservate in allevamento con gli obiettivi delle razioni somministrate potrebbe aiutare a comprendere meglio il management dell'azienda.

Riguardo la gestione degli archivi degli alimenti riteniamo che possa essere interessante la possibilità di descrivere gli alimenti, oltre che per i loro parametri chimico-nutrizionali, anche riguardo gli attributi che, sulla base della prove-

nienza, ne riportino le caratteristiche agronomiche, foraggere o ambientali. La disponibilità di tali informazioni consentirebbe la compilazione di archivi provinciali o regionali per tipologia di alimento.

12.2.4. Il problema del pascolamento

Per il razionamento degli ovini al pascolo è necessario tenere conto dei seguenti aspetti:

- stima della qualità dei foraggi assunti col pascolamento. Il problema è reso difficile dalla enorme variabilità dei pascoli naturali tra aree e stagioni nonché in funzione dello sfruttamento del pascolo da parte del gregge;
- stima dell'ingestione.

A tale proposito riteniamo che, dal punto di vista della modalità di lavoro da offrire all'utente, uno degli approcci possibili sia quello di considerare il foraggio assunto al pascolo come un alimento qualsiasi: quando questo è inserito nella razione si possono attivare automaticamente strumenti di ausilio alla stima della qualità e della quantità ingerita. In genere questo tipo di routine è utile sia per gli animali stabulati che al pascolo, con una migliore qualità della stima per le situazioni dove ci sono pascoli di buona qualità.

Come nella maggior parte dei casi il problema da affrontare non è informatico, ma metodologico. Equazioni in grado di stimare l'ingestione di foraggi da pascolo sono estremamente difficili da mettere a punto e, per le esperienze fatte, i modelli che rispondono meglio in genere richiedono una quantità tale di informazioni da risultare di difficile applicazione in campo.

Va comunque segnalato come gli sforzi dei ricercatori in questo senso stiano conducendo a risultati significativi, e sono già a disposizione dei progettisti di software alcuni modelli dotati di precisione, accuratezza e facilità d'uso in campo.

12.2.5. La valutazione delle funzionalità di un software

I punti chiave che un utente deve tenere presenti nella valutazione di un software per l'alimentazione degli ovini da latte sono i seguenti:

- gestione degli archivi di alimenti il più possibile flessibile; sono da verificare le funzionalità di creazione e di modifica degli archivi, gli eventuali automatismi per la stima di parametri chimico-nutrizionali, il comportamento del programma quando non sono disponibili tutti i dati richiesti, la possibilità di esportare ed importare set di alimenti in modo da attivare sinergie tra utenti che lavorano nella stessa zona;
- stima della capacità di ingestione e dei fabbisogni degli animali proposta da

modelli matematici. Per assicurare una buona longevità al prodotto sarebbe interessante che tali modelli fossero riparametrizzabili direttamente dai centri di ricerca senza l'intervento della ditta che ha sviluppato il software;
- automatismi di gestione dei foraggi assunti al pascolo;
- metodi di stima del reale valore nutritivo degli alimenti;
- possibilità di lavorare sia con tecniche di razionamento sofisticate che metodi più semplici che consentano di utilizzare i dati aziendali che normalmente si trovano in allevamento;
- funzionalità accessorie che colleghino l'attività di alimentazione del gregge con il management dell'allevamento;
- dotazione di archivi alimenti relativi alla propria area di intervento.

Riguardo l'ambiente di lavoro che il programma offre, riconducibile alla quota di progettazione prettamente informatica, riteniamo non ci possano essere particolari indicazioni se non la verifica dell'aderenza agli standard di mercato e la valutazione del tutto soggettiva che ognuno di noi fa riguardo la comodità d'uso di un qualsiasi strumento di lavoro.

12.3. Un software per ricercatori e alimentaristi

Nell'ambito del progetto "Ulteriore Sviluppo ed Evoluzione di un Programma per la Formulazione di Razioni Alimentari per Ovini e Caprini"[d], finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole, alcuni autori di questo libro[e] e il C.R.P.A. hanno sviluppato un prototipo di un nuovo software per il razionamento degli ovini da latte denominato ROC3.
Tra le varie attività del progetto, quella informatica è consistita nello sviluppo di un software che possedesse contemporaneamente funzionalità di simulazione per i ricercatori impegnati nella prova in campo di nuovi algoritmi e funzionalità utili agli alimentaristi. In altre parole un prodotto che potesse abbreviare i tempi di trasferimento tecnologico tra ricerca e utilizzatori in quanto dotato di funzionalità utili all'una e agli altri.

12.3.1. Le funzionalità per l'utente

Il software è realizzato per Microsoft Windows 95/98 e propone uno schermo di lavoro con le seguenti 4 finestre liberamente posizionabili sullo schermo (Figura 12.2):

[d] *http://www.crpa.it/scripts/banner.asp?URLDoc=/documenti/settori/informatica/roc3/*
[e] *Pulina G., Cannas A., Avondo M., Annicchiarico A., Lutri L., Bettati T., Ilic.M., – Gli algoritmi motori del software sono riportati negli appositi capitoli.*

1 *archivio alimenti in uso*. Al fine di rendere agevole la loro selezione anche all'interno di archivi molto grossi il programma consente di impostare la funzione di ricerca e di filtro sulle varie classi di alimenti. Dalla stessa finestra è possibile accedere alle funzioni di inserimento e modifica alimenti e attivare o meno la stima automatica dei parametri calcolabili;
2 *alimenti in razione*. Contiene gli alimenti inseriti in razione. Per inserire un alimento è sufficiente selezionarlo con il mouse nella finestra dell'archivio alimenti e trascinarlo all'interno della finestra della razione. Si inserisce la quantità di alimento e, se necessario, si possono correggere i valori analitici;
3 *tabella dei parametri*. Visualizza tre colonne chiave del software : fabbisogni, apporti e le differenze tra i due utile per tenere sotto controllo il bilanciamento della razione. Il programma contiene gli algoritmi per la stima dei fabbisogni di 22 parametri chimico-nutrizionali, ma tramite semplici strumenti di personalizzazione consente di scegliere quali visualizzare (Figura 12.3). I fabbisogni possono essere corretti anche manualmente dall'utente. Una particolarità del programma risiede nel fatto che tutte le formule di calcolo sono scritte su risorse esterne al programma e che il C.R.P.A. ha fornito ai ricercatori lo strumento per sviluppare e distribuire nuovi algoritmi. Infatti, in fase di descrizione dello stato fisiologico-ambientale dell'animale per il quale si vuole calcolare la razione è possibile scegliere il modello di stima dei fabbisogni che si intende utilizzare.
4 *tabella degli indici tecnici*. Il programma calcola 24 indici tecnico-economici e 81 apporti, e uno strumento simile a quello mostrato in Figura 12.3 consente di visualizzare solo i gli indici tecnici a cui si è interessati.

Gli alimenti possono essere descritti da un rilevante numero di parametri chimico-nutrizionali e foraggiero agronomici (Figura 12.4). Per ogni alimento le informazioni obbligatorie sono pochissime. Viene gestita automaticamente la differenza tra zero analitico e dato mancante. Appositi algoritmi consentono il calcolo di oltre 30 parametri a partire da dati di base.

Anche in questo caso uno strumento, come quello mostrato in Figura 12.3 consente di scegliere quali colonne visualizzare nelle tabelle degli alimenti in archivio e in razione.

Il programma ha uno strumento innovativo per la stima dell'ingestione di foraggi da pascolo che si attiva automaticamente ogni volta che si inserisce un "alimento pascolo". La stima è fatta sulla base di alcuni parametri descrittivi dell'animale e della stima della biomassa e altezza del pascolo (Figura 12.5).

Da ultimo, una osservazione relativa al ciclo di vita del software. L'architettura a plug-in che i progettisti hanno adottato consentirà lo sviluppo e l'installazione di nuove funzionalità relative al management del gregge fornendo la possi-

bilità all'utente di installare o rimuovere funzionalità senza modificare il cuore del programma.
Per la versione commerciale del programma (http://www.crpa.it/assist/) sono già previsti i seguenti moduli:

Estensione dei modelli di stima dei fabbisogni e del campo di applicazione
- Possibilità di formulare razioni per più di una specie ed indirizzo produttivo quali bovini da latte e carne, suini e bufale;
- Formulazione di miscele e mangimi;
- Installazione/Disinstallazione di nuovi modelli di stima dei fabbisogni via via forniti dai centri di ricerca.

Estensione delle funzioni di amministrazione degli archivi di alimenti
- Estensione delle funzione per raggruppare alimenti in gruppi omogenei e generare un nuovo alimento come media dei casi estratti;
- Importazione / Esportazione di set alimenti.

Costi della razione ed altri aspetti gestionali
- Ottimizzazione al minor costo;
- Gestione del carro unifeed;
- Gestione delle mandrie e greggi;
- Anagrafe degli allevamenti.

12.3.2. Le funzionalità per i ricercatori
Come è stato detto una caratteristica del programma è quella di avere fornito ai ricercatori uno strumento per scrivere nuovi modelli di stima e di salvarli in file esterni al software. Grazie alle funzionalità di "Installazione/Disinstallazione" di modelli gli utenti potranno adottare le equazioni che più si adattano al proprio modo di lavorare.
L'aspetto innovativo del progetto si estrinseca in tre opportunità:
- il ricercatore può testare nuovi modelli matematici senza l'intervento degli informatici che hanno sviluppato il software avendo una sostanziale libertà di azione a costi nulli;
- una volta validato il modello potrà essere distribuito dal ricercatore secondo le modalità che crede decidendo la tempistica del trasferimento tecnologico al mondo produttivo;
- l'utente potrà contare su una libreria di modelli di calcolo da installare o disinstallare senza dovere attendere nuove release del software.

Per avere queste funzionalità sono stati sviluppati i seguenti componenti:

PLS - Parameter Language Script
Un linguaggio per scrivere i modelli matematici (http://www.crpa.it/pls/)
Il modulo che interpreta il linguaggio può dare accesso a tutte le variabili del programma siano esse create run-time oppure identificate come campi del database.

Editor di modelli
Completamente integrato nel software, l'editor consente di associare alle variabili del programma, algoritmi scritti in PLS che, a loro volta, possono richiamare altre variabili o crearne di nuove. Tutta la complessità legata dell'ordine di chiamata delle varie istanze è completamente a carico del software lasciando libero il ricercatore di concentrarsi sugli aspetti zootecnici del modello (Figura 12.6).

L'interfaccia utente dell'editor consente al ricercatore di modificare la struttura del database che descrive alimenti e razioni piuttosto che aggiungere o togliere parametri chiesti in inserimento all'utente tramite la maschera di descrizione dello stato fisiologico-ambientale dell'animale.
Una semplice gestione delle versioni consente di derivare un modello da uno precedente seguendo step di affinamento successivi.

12.3.3. Nuove opportunità
L'opportunità che viene offerta ai gruppi di ricerca può essere sintetizzata nei seguenti punti:

- adozione di uno strumento software per mettere a punto modelli matematici;
- possibilità di testare i modelli nella fase di ricerca senza dovere prevedere la scrittura di software di prototipo;
- possibilità di trasferire immediatamente ad un programma per l'utente finale il risultato del proprio lavoro con la semplice esportazione di una serie di file.

Grazie a tali funzionalità si ritiene che potranno essere ridotti costi e tempi del trasferimento tecnologico dal mondo della ricerca a quello tecnico operativo.

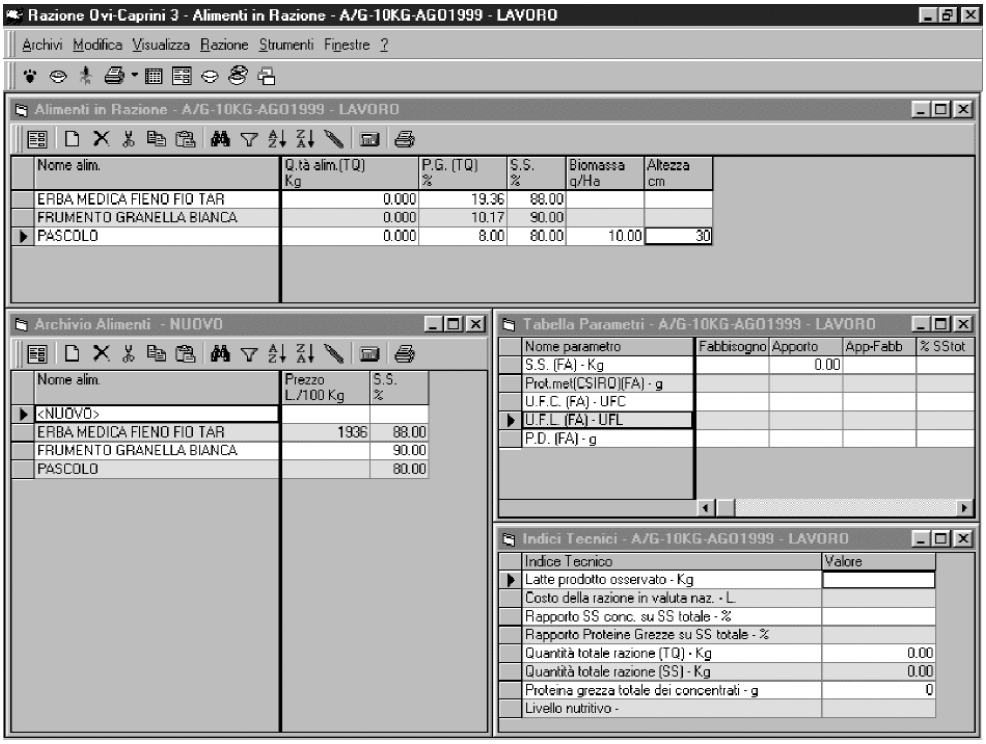


Figura 12.2 - Schermata di lavoro del software di alimentazione ROC3 costituita da 4 finestre

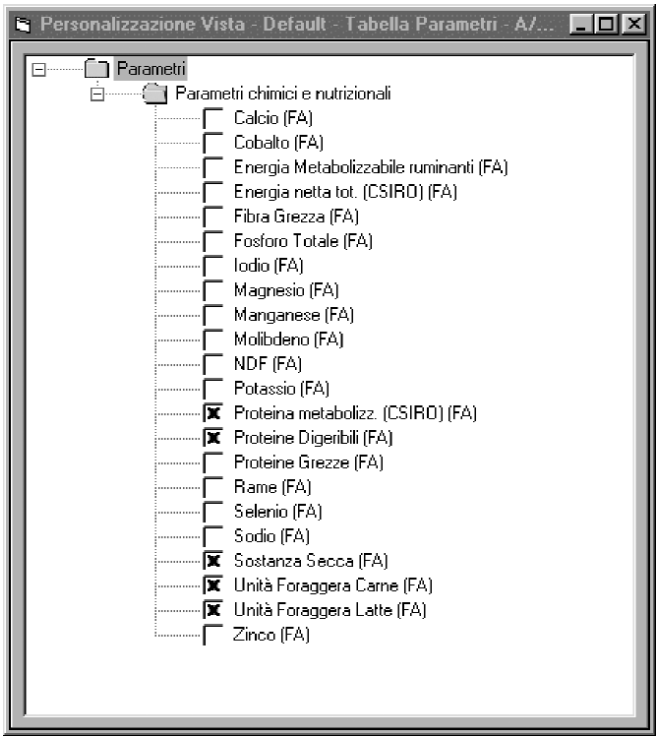


Figura 12.3 - Elenco dei parametri visualizzabili dal software di alimentazione ROC3 e delle modalità di scelta

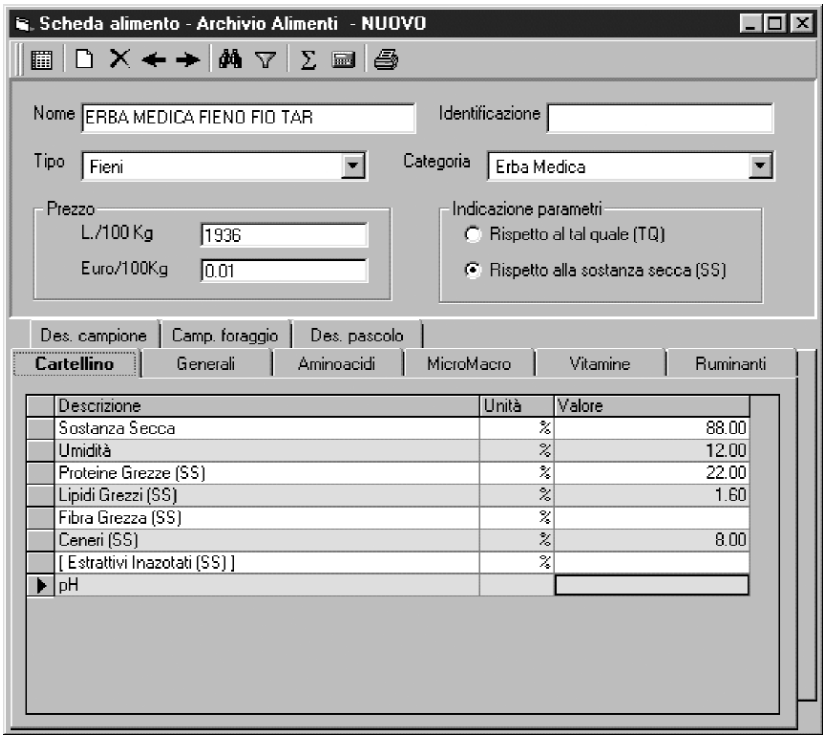


Figura 12.4 - Descrizione degli alimenti dell'archivio alimenti del software ROC3

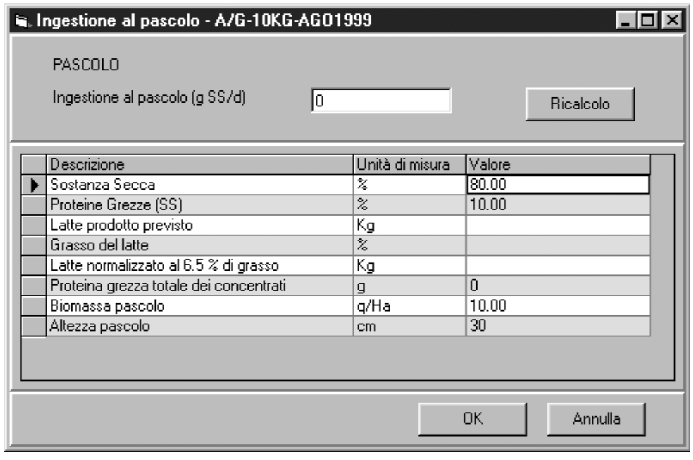


Figura 12.5 – Maschera di stima dell'ingestione di erba da pascolo inserita nel software ROC3

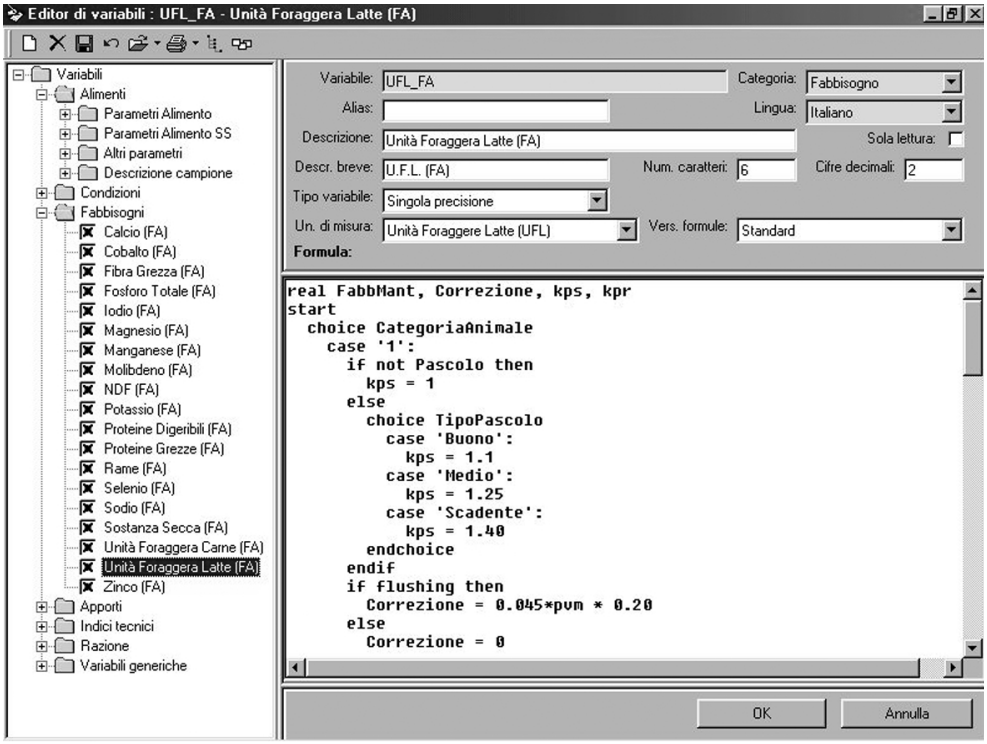


Figura 12.6 - Maschere dell'editor di modelli inserite nel software ROC3 che consente di scrivere direttamente le equazioni da impiegare nei vari calcoli effettuati dal programma

NOTE BIOGRAFICHE DEGLI AUTORI

Giovanni Annicchiarico *(g.annicchiarico@tin.it)* è laureato in Agraria e, dopo esperienze scientifiche maturate nei campi del profilo metabolico degli animali di interesse zootecnico e del miglioramento dell'efficienza produttiva e riproduttiva della bufala mediterranea, è diventato ricercatore di ruolo presso l'Istituto Sperimentale per la Zootecnia di Roma, sezione di Foggia (Segezia). Attualmente si occupa della stima dei fabbisogni nutritivi e di alimentazione degli ovini da latte, di benessere animale, della qualità del latte ovino e delle produzione casearie tipiche (caratteristiche chimico-fisiche e sensoriali), Canestrato Pugliese e Caciocavallo Podolico.

Marcella Avondo *(mavondo@mbox.fagr.unict.it)* è professore di Zootecnica speciale della facoltà di Agraria di Catania, L'attività scientifica è stata svolta in diversi settori delle produzioni animali. Particolare approfondimento è stato dedicato: allo studio dei biochimismi e della modulazione delle fermentazioni nel corso dell'insilamento di foraggi e sottoprodotti agro-industriali; al comportamento alimentare delle pecore da latte nei sistemi di allevamento estensivi e semi-estensivi, con una particolare attenzione allo studio dei fattori che influenzano la capacità di ingestione e la selezione di erba al pascolo.

Gianni Battacone *(battacone@hotmail.com)* laureato in Scienze Agrarie, è dottore di ricerca in Scienze Zootecniche. Gli interessi scientifici riguardano le relazioni fra micotossine e alimentazione dei ruminanti e la qualità dei prodotti zootecnici. Attualmente è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari.

Tiziano Bettati *(t.bettati@crpa.it)* è laureato in Scienze Agrarie e dal 1983 lavora presso il Centro Ricerche Produzioni Animali di Reggio Emilia (http://www.crpa.it) interessandosi inizialmente di sperimentazione nel settore foraggero e di calcolo statistico. Successivamente (1985) sviluppa software e sistemi informativi per il settore agroindustriale e, nel 1987, diventa responsabile del settore Informatica del C.R.P.A.. Si é occupato dalla realizzazione di software per personal computer indirizzato ad agricoltori e tecnici alla installazione di complessi sistemi informativi territoriali a supporto della attività di servizi di assistenza tecnica in agricoltura, di agroindustria e Pubblica Amministazione. Attualmente il gruppo di lavoro da lui coordinato è fortemente impegnato nella realizzazione di servizi telematici, tradizionali e Internet, per il monitoraggio e tracciabilità delle produzioni agroalimentari.

Salvatore Bordonaro *(s_bordonaro@virgilio.it)* dottore di ricerca in Scienze Zootecniche e ricercatore presso la facoltà di Agraria di Catania, si é occupato prevalentemente dei fattori che influenzano l'ingestione al pascolo di pecore in lattazione in sistemi di allevamento semi-estensivi. Attualmente svolge attività didattica presso l'Università di Catania.

Paolo Brandano *(brandano@ssmain.uniss.it)* è professore ordinario di Zootecnica speciale della facoltà di Agraria di Sassari. Si è occupato prevalentemente dello studio di razze-popolazioni bovine e caprine rustiche, di tecniche di allevamento delle specie ruminanti, dell'allattamento artificiale degli ovini e dei caprini, del pascolamento e della modellizzazione delle aziende zootecniche. Attualmente insegna Zootecnica speciale 1, é direttore del Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari ed é presidente della Società Italiana per il Progresso della Zootecnia e vicepresidente della Società Italiana della Patologia e Allevamento degli Ovini e dei Caprini.

Antonello Cannas *(cannas@ssmain.uniss.it)* è laureato in Scienze Agrarie presso l'Università di Sassari ed ha conseguito i titoli di: Master of Science e Doctor of Philosophy in Animal Science, presso il Department of Animal Science della Cornell University (Ithaca, NY, USA). Si è occupato di nutrizione dei ruminanti, con particolare riferimento ai piccoli ruminanti, di valutazione degli alimenti, di fabbisogni energetici e proteici dei ruminanti, di turnover e velocità di transito nel rumine, di urea come indice nutrizionale. Attualmente insegna Valutazione degli alimenti e tecnica mangimistica agli studenti del 5° anno della Facoltà di Agraria di Sassari.

Mauro Decandia *(mdecandia@tiscalinet.it)* agronomo, è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dal 1991. Si è specializzato presso l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (INAPG) dove ha partecipato al corso superiore d'alimentazione degli animali domestici. Ha svolto ricerche sull'ingestione ed il comportamento alimentare di caprini e ovini al pascolo. In particolare, ha approfondito la relazione tra contenuto in tannini nelle essenze della macchia mediterranea e il comportamento alimentare dei caprini.

Giuseppe Enne *(enneg@tin.it)* è professore ordinario di Zootecnica speciale della facoltà di Agraria di Sassari. Si è occupato principalmente di tecnologie dell'allevamento delle specie zootecniche con particolare riferimento agli aspetti riproduttivi, di impatto ambientale degli allevamenti zootecnici e di qualità delle produzioni zootecniche. E' coordinatore di numerosi gruppi di ricerca nazionali ed internazionali, componente di comitati di valutazione dei progetti di ricerca europei ed é presidente dell'Istituto Sperimentale Italiano "Lazzaro Spallanzani" per la Fisiopatologia della Riproduzione con sede a Milano.

Nicola Fois *(nfois@tiscalinet.it)* agronomo, è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dal 1991. Ha svolto ricerche sull'alimentazione degli ovini al pascolo, sulla stima dell'ingestione di erba, sulla misura della composizione corporea, sul comportamento alimentare al pascolo. Attualmente si occupa dei problemi relativi all'allevamento degli ovini da latte in ambiente mediterraneo con particolare riferimento alla zootecnia biologica.

Alfio Lanza *(malanza@mailbox.fagr.unict.it)* è professore ordinario di Zootecnica speciale della facoltà di Agraria di Catania. I suoi interessi scientifici hanno riguardato la nutrizione e l'alimentazione animale, con particolare riferimento alla possibilità di utilizzazione di prodotti e sottoprodotti agro-industriali ed alle nuove tecnologie di alimentazione degli ovini e dei caprini; la fisioclimatologia animale; la demografia zootecnica; l'ottimizzazione dei sistemi di allevamento degli ovini e dei caprini; la possibilità di introduzione in Sicilia di materiale genetico di pregio nel comparto dei bovini e degli ovini da carne. Ha ricoperto la carica di presidente della Società Italiana di Patologia e Allevamento degli Ovini e dei Caprini fino al 1998.

Sebastiano Ligios *(sligios@tiscalinet.it)* agronomo, è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dal 1988. Ha svolto uno stage di formazione della durata di sette mesi presso i laboratori dell'INRA di Clermont-Ferrand. Ha svolto ricerche sull'alimentazione degli ovini al pascolo, sulla stima dell'ingestione di erba, sulla misura della composizione corporea, sul comportamento alimentare al pascolo e sull'effetto del fotoperiodo sulla produzione di latte nelle pecore. Si occupa inoltre di sistemi agrari e di tecniche di allevamento.

Lucio Lutri *(llutri@inwind.it)* agronomo, è Assistente Tecnico dipendente sin dal 1984 dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste della Sicilia e dal 1994 presta servizio presso l'Istituto Sperimentale Zootecnico della Sicilia occupandosi di nutrizione dei ruminanti, specificatamente degli ovini da latte.

Giovanni Molle *(gmolle@tiscalinet.it)* agronomo, è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dove coordina il settore alimentazione e nutrizione del bestiame. Sulla base di metodologie acquisite presso centri di ricerca quali l'Institute of Grassland and Environmental Research in Gran Bretagna e l'Agricultural Research Organization in Israele ha svolto e svolge studi su ingestione, comportamento alimentare, spese energetiche e composizione corporea in ovini e caprini al pascolo. Ha approfondito, inoltre, le relazioni tra alimentazione e riproduzione nei ruminanti, con particolare riguardo agli ovini da latte.

Massimo Morgante *(maxmorg@mail.omnitel.it)* insegna Patologia medica veterinaria presso la facoltà di Veterinaria di Padova . I suoi interessi scientifici hanno riguardato la valutazione dello stato sanitario della ghiandola mammaria, il controllo metabolico degli animali in produzione con particolare riguardo ad ovini, bovini e caprini a spiccata attitudine lattifera, la funzionalità renale nel bovino, l'effetto della somministrazione di Vit. E e Selenio sull'incidenza delle mastiti della pecora, la deteminazione delle clearances frazionarie degli elettroliti nelle bovine da latte in relazione agli squilibri ruminali e del metabolismo del calcio, le variazioni ematochimiche negli Alpaca (*Lama pacos*) durante le diverse fasi fisiologiche della gravidanza e allattamento.

Anna Nudda *(anudda@ssmain.uniss.it)* laureata in Scienze Agrarie e dottore di ricerca in Scienze Zootecniche, si é occupata fin dall'inizio delle proprie attività di ricerca, di sperimentazione nel campo della qualità del latte ovino e caprino e degli aspetti legati alla fisiologia della lattazione. Attualmente è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari.

Giuseppe Pulina *(gpulina@ssmain.uniss.it)* si è occupato di ricerche sulle produzioni ovine e caprine, con particolare riferimento alla qualità dei prodotti, ai modelli matematici applicati agli allevamenti zootecnici, al miglioramento genetico e alla riproduzione degli ovini da latte. E' docente della facoltà di Agraria dell'Università di Sassari dal 1988 e attualmente insegna Produzioni Animali agli studenti del 5° anno. E' coordinatore nazionale del progetto finalizzato MiPAF "Ulteriore evoluzione di un programma di razionamento per ovini e caprini" da cui è nato questo libro.

Salvatore Pier Giacomo Rassu *(pgrassu@ssmain.uniss.it)* si è occupato di ricerche sulle tecniche di allevamento degli ovini, con particolare riferimento agli aspetti riproduttivi quali l'applicazione in campo di nuove tecniche di inseminazione strumentale e di anticipazione della pubertà nelle agnelle. Dal 1994 è ricercatore presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari e supplente di Produzioni Animali II. Dal 1997 al 2001 è stato coordinatore dell'Unità Operativa di Sassari nel PFRAIZ del MiPAF.

Maria Sitzia *(msitzia@tiscalinet.it)* agronomo, si è occupato di ecofisiologia delle specie foraggere. Ha svolto periodi di formazione presso l'Università di Torino e presso il Macaulay Land Use Research Institute di Edinburgo. Ha studiato le relazioni tra i parametri meteorologici e la fisiologia delle graminacee e leguminose (Dottorato di ricerca). Dal 1993 è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dove si occupa di sistemi agrari con particolare riferimento all'allevamento biologico. Ha svolto ricerche sui metodi di stima della biomassa, sull'evoluzione della struttura di vegetazione in cotiche sottoposte a pascolamento e sulla tecnica di gestione di nuove essenze foraggere.

Luigi Taibi *(l.taibi@isnet.it)* é laureato in Agraria ed é ricercatore presso la sezione di Foggia dell'Istituto Sperimentale per la Zootecnia di Roma dal 1975. Si è occupato di genetica ed alimentazione degli ovini e attualmente si occupa della stima dei fabbisogni nutritivi e di alimentazione degli ovini da latte, di benessere animale, della qualità del latte ovino e delle produzione casearie tipiche (caratteristiche chimico-fisiche e sensoriali), Canestrato Pugliese, Caciocavallo Podolico e Cacioricotta.

Luciano Terni *(luterni@tin.it)* è medico veterinario nutrizionista libero professionista. Dopo una iniziale esperienza sull'allevamento suino, dal 1981 si occupa di nutrizione e alimentazione dei ruminanti con particolare riferimento alla vacca da latte e alla pecora da latte. Attualmente è consulente delle principali industrie mangimistiche a livello nazionale con particolare attenzione ai settori della ricerca e sviluppo e del marketing.

ELENCO ACRONIMI USATI

1,25-$(OH)_2D$ = 1,25-diidrossicolecalciferolo
A = accessibilità dell'erba
AF = aflatossine
AF-B1 = aflatossina B1
AF-M1 = aflatossina M1
AFRC = Agricultural and Food Research Council
AGV = acidi grassi non esterificati
ARC = Agricultural Research Council
ATP = adenisin trifosfato
BCS = body condition score
Bi = biomassa disponibile all'ingresso della parcella
C.R.P.A. = Centro Ricerche Produzioni Animali
Ca = calcio
CA = carico animale
Ca^{++} = calcio ionizzato
CCS = contenuto in cellule somatiche
CLA = acido linoleico coniugato
CNS = carboidrati non strutturali
CSFA = acidi grassi saponificati con calcio
CSIRO = Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
CU = coefficiente di utilizzazione del pascolo
D = durata di utilizzazione delle parcelle giorni
D.M. = decreto ministeriale
DON = deossinivalenolo
dPC = variazione di peso corporeo
DSS = disponibilità media di SS
EH = altezza di erbometro a piatto pesato
FEC = fluido extracellulare
FEP = proteina endogena fecale
FIL = fattore autocrino di inibizione della secrezione
fP = frequenza delle prensioni
G = contenuto lipidico
G.U. = gazzetta ufficiale
GH = growth hormone

GJ = giunzioni serrate
I = ingestione
IARC = Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro
IGF = ormone insulino simile
IGF-I = somatomedina-I
INRA = Institut National de la Recherche Agronomique
ISS = ingestione SS
ISSP = ingestione potenziale di SS
L = produzione di latte
LAI = indice di area fogliare
LIC = livello di ingestione del concentrato
LP = ormone lattogeno placentare
ME = energia metabolizzabile
MEI = ingestione giornaliera di ME
Mg = magnesio
MP = proteina metabolizzabile
N = azoto
nC = cellule secretrici attive
NDF = fibra neutro detersa
NE = energia netta
NEFA = acidi grassi non esterificati
NE_L = energia netta latte
NH_3 = ammoniaca
NP = proteina netta
NRC = National Research Council
Ø = diametro
P = fosforo
PA = plasminogeno attivatore
PAI = inibitore del plasminogeno attivatore
PC = peso corporeo
PG = proteina grezza
PLS = parameter language script
pP = peso della prensione
PRL = prolattina
PTH = paratormone
QR = quota di riduzione dell'ingestione di erba dovuto all'effetto di sostituzione
RC = ritmo di crescita dell'erba

S = tasso di sostituzione del concentrato
SS = sostanza secca
SAT = sostanze azotate totali
SCU = sostanze casearie utilizzabili
SH° = acidità del latte
SSH = altezza di erbometro ad asta graduata (sward stick)
TJ = giunzioni strette
TP = tempo di pascolamento
UEP = proteina endogena urinaria
UFC = unità foraggere carne
UFL = unità foraggere latte
VI = velocità di ingestione
VPC = variazioni di peso corporeo
w = efficienza di sintesi della cellula secretrice

INDICE SINOTTICO

- *Capitolo 1*: LA PRODUZIONE DEL LATTE
- **1.1. Il latte ovino**
- **1.2. La produzione del latte**
  - *1.2.1. Le basi anatomiche della produzione del latte e la lattogenesi*
  - *1.2.2. La differenziazione strutturale della ghiandola mammaria*
  - *1.2.3. La sintesi del latte*
  - *1.2.4. La secrezione del latte*
  - *1.2.5. L'eiezione del latte*
  - *1.2.6. L'estrazione del latte*
- **l.3. L'evoluzione della produzione del latte**

- *Capitolo 2*: LE ESIGENZE ENERGETICHE E PROTEICHE
- **2.1. Principali sistemi di stima dei fabbisogni energetici e proteici**
  - *2.1.1. Fabbisogni energetici*
    - *- Fabbisogni di mantenimento*
    - *- Fabbisogni per la produzione di latte*
    - *- Fabbisogni complessivi di mantenimento e produzione lattea*
    - *- Efficienza di conversione della ME in NE in animali al mantenimento ed in produzione lattea*
    - *- Fabbisogni associati agli stress da freddo*
    - *- Fabbisogni dovuti a stress da caldo*
    - *- Fabbisogni di gravidanza*
    - *- Variazioni di peso corporeo*
  - *2.1.2. Fabbisogni proteici*
    - *- Fabbisogni di mantenimento*
    - *- Fabbisogni per la produzione di latte*
    - *- Fabbisogni totali per il mantenimento e la produzione di latte*

- *- Fabbisogni di gravidanza*
- *- Variazioni di peso corporeo*
- *2.1.3. Considerazioni generali sui principali sistemi di stima dei fabbisogni energetici e proteici*

2.2. La stima dei fabbisogni nel software ROC 3

- *2.2.1. Fabbisogni energetici*
  - *- Fabbisogni di mantenimento*
  - *- Fabbisogni per la produzione di latte*
  - *- Variazioni riserve corporee*
    - *Primipare*
    - *Pluripare*
  - *- Fabbisogni di gravidanza*
  - *- Fabbisogni energetici totali*
- *2.2.2. Fabbisogni proteici*
  - *- Fabbisogni di mantenimento*
  - *- Fabbisogni per la produzione di latte*
  - *- Fabbisogni di crescita*
  - *- Fabbisogni di gravidanza*
  - *- Fabbisogni proteici totali*

2.3. Conclusioni

Capitolo 3: LA NUTRIZIONE MINERALE E VITAMINICA E I FABBISOGNI IDRICI

3.1. Nutrizione minerale

- *3.1.1. Classificazione*
- *3.1.2. Contenuto in macro elementi dei principali integratori naturali*
- *3.1.3. Fabbisogni e fattori che influenzano il loro soddisfacimento*
- *3.1.4. Utilizzazione digestiva e interferenze sull'attività microbica del rumine*
- *3.1.5. Carenze e/o eccessi minerali ed effetti sullo stato metabolico nutrizionale*
  - *- Macroelementi*
    - *Calcio e Magnesio*

- *Relazioni tra Calcio, Fosforo e vitamina D*
- ***- Eccessi di alcuni macroelementi***
  - *Calcio e Fosforo*
  - *Sodio*
- ***- Microelementi***
  - *Rame*
  - *Manganese*
  - *Zinco*
  - *Ferro*
  - *Iodio*
  - *Selenio*
  - *Cobalto*
  - *Molibdeno*
  - *Fluoro*

3.2. Nutrizione Vitaminica

- ***3.2.1. Classificazione***
- ***3.2.2. Fabbisogni vitaminici e principali fonti alimentari***
  - ***- Vitamine liposolubili***
    - *Vitamina A*
    - *Vitamina D*
    - *Vitamina E*
    - *Vitamina K*
    - *Vitamine idrosolubili*

3.3. Consumi idrici

***Capitolo 4*: L'INGESTIONE ALIMENTARE**

4.1. Meccanismi regolatori dell'ingestione

4.2. Fattori che influenzano l'ingestione

- ***4.2.1. Ruolo dei fattori animali***
- ***4.2.2. Ruolo delle caratteristiche chimico-nutritive e fisiche degli alimenti***

4.3. L'ingestione al pascolo

- ***4.3.1. Biomassa e struttura***

- *4.3.2. Caratteristiche qualitative del pascolo*
- *4.3.3. Integrazione alimentare*

4.4. La previsione dell'ingestione al pascolo nella pecora da latte

- *4.4.1. L'ingestione di sostanza secca*
- *4.4.2. Il livello proteico della dieta selezionata*

Capitolo 5: TECNICHE DI ALIMENTAZIONE DELLE PECORE E STIMA DEL VALORE ENERGETICO E PROTEICO DEGLI ALIMENTI

5.1. Concetti introduttivi

- *5.1.1. Differenze nutrizionali tra ovini e bovini*
- *5.1.2. Stima del valore nutritivo degli alimenti: peculiarità dei piccoli ruminanti*
- *5.1.3. Stima del valore energetico e proteico degli alimenti nel software ROC 3*
  - *- Valore energetico*
  - *- Valore proteico*
- *5.1.4. Parametri di razionamento per pecore da latte*
  - *- Energia*
  - *- Proteine*
  - *- Carboidrati non strutturali*
  - *- Fibra*
  - *- Dimensione della fibra*

5.2. Alimentazione di pecore al pascolo

- *5.2.1. Il razionamento delle pecore al pascolo: uso degli indicatori nutrizionali*
- *5.2.2. L'urea del latte come indicatore nutrizionale*
  - *- Campionamento del latte per la misurazione dell'urea*
  - *- Relazione tra UL ed efficienza riproduttiva delle pecore*
  - *- Interpretazione dei risultati sperimentali*
- *5.2.3. Feci come indicatore nutrizionale*
- *5.2.4. Stato di ingrassamento*

- **5.3. Aspetti relativi all'alimentazione delle pecore nelle diverse fasi del ciclo produttivo**
  - *5.3.1. Fase finale di gravidanza-primi mesi di lattazione*
  - *5.3.2. Piena lattazione: dal quarto mese alla monta*
  - *5.3.3. Problemi particolari posti dall'alimentazione al pascolo costituito da erbe in stadi giovanili*
- **5.4. Alimentazione in ovile**
  - *5.4.1. Uso dei fieni ed importanza della loro qualità*
  - *5.4.2. Alimentazione con la tecnica della razione completa*
  - *5.4.3. Utilizzazione e somministrazione di alimenti concentrati*
- **5.5. Conclusioni**

- **APPENDICE: Esempio di calcolo del valore energetico di un alimento**
  - *1) Stima della digeribilità della SS e del TDNm (sostanze nutritive digeribili) al mantenimento*
    - *Stima della digeribilità del contenuto cellulare*
    - *Stima della digeribilità delle pareti cellulari*
    - *Perdite metaboliche*
  - *2) Stima dell'energia netta*
- **Esempio di calcolo del valore proteico di un alimento**

- *Capitolo 6*: L'ALIMENTAZIONE E LA RIPRODUZIONE
- *La pecora*
- **6.1. Alimentazione e pubertà**
- **6.2. Alimentazione e tasso di ovulazione**
- **6.3. Alimentazione e gestazione**
  - *6.3.1. Fase iniziale della gestazione (1° mese)*
  - *6.3.2. Fase intermedia (2°-3° mese) e finale (4°-5° mese) di gestazione*

- **6.4. Tecniche di alimentazione**
  - *6.4.1. Pecore in monta*
  - *6.4.2. Pecore sottoposte ad inseminazione strumentale*

- ***L'ariete***
- **6.5. Produzione di spermatozoi**
  - *6.5.1. Spermatogenesi*
  - *6.5.2. Quantità di sperma prodotto*
- **6.6. Alimentazione e riproduzione negli arieti**
- **6.7. Alimentazione degli arieti nei centri di inseminazione strumentale**

- ***Capitolo 7*: ALIMENTAZIONE E LA QUALITÀ DEL LATTE**
- **7.1. I contenuti lipidico, azotato e in sostanze casearie utilizzabili**
  - *7.1.1. Produzione quantitativa e qualitativa di grasso e SAT*
  - *7.1.2. NDF e PG della razione e produzione di SCU*
- **7.2. Il contenuto minerale ed aromatico**
- **7.3. Il contenuto in cellule somatiche e in microrganismi**
- **7.4. Il contenuto in sostanze tossiche**
- **7.5. Le caratteristiche casearie**
- **7.6. In pratica**

- ***Capitolo 8*: L'ALIMENTAZIONE DEI GIOVANI**
- **8.1. Le cure neonatali e la fase colostrale**
- **8.2. L'allattamento**
  - *8.2.1. L'allattamento naturale*

- *8.2.2. L'allattamento artificiale*
  - *I succedanei del latte*
  - *La somministrazione del succedaneo*
- **8.3. Lo svezzamento**
- **8.4. L'ingrassamento latteo**
- **8.5. L'allevamento della rimonta**

- *Capitolo 9*: **Le turbe digestive e i disordini metabolici**
- **9.1 Introduzione**
- **9.2 Turbe dell'apparato digestivo**
  - *9.2.1 Generalità*
  - *9.2.2 Disturbi del comparto prestomacale*
    - *9.2.2.1. Generalità*
    - *9.2.2.2. Indigestione semplice*
    - *9.2.2.3. Acidosi ruminale*
      - *- Acidosi ruminale acuta*
      - *- Acidosi ruminale subacuta e cronica*
    - *9.2.2.4. Meteorismo ruminale primario*
  - *9.2.3 Turbe intestinali*
- **9.3 Disordini metabolici**
  - *9.3.1 Generalità*
  - *9.3.2 Disturbi legati al metabolismo energetico*
    - *- Tossiemia gravidica*
  - *9.3.3. Disturbi legati alla carenza proteica*
  - *9.3.4. Disturbi legati all'eccesso proteico*
  - *9.3.5. Disturbi legati al metabolismo minerale*
    - *9.3.5.1. Calcio e fosforo*
      - *- Ipocalcemia*
    - *9.3.5.2. Magnesio*
      - *- Tetanie Ipomagnesiemiche*
    - *9.3.5.3 Sodio e potassio*
      - *- Edema mammario*

- *Capitolo 10*: IL PASCOLAMENTO E IL CARICO ANIMALE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALL'AMBIENTE MEDITERRANEO
- **10.1. Ecofisiologia del pascolo**
- **10.2. Comportamento alimentare al pascolo**
- **10.3. Tecniche di pascolamento**
  - *10.3.1. Obiettivi*
  - *10.3.2. Descrizione delle tecniche*
    - *a) Pascolamento continuo*
    - *b) Pascolamento a rotazione*
    - *c) Pascolamento razionato "a tempo" (pascolamento complementare)*
    - *d) "Zero grazing" o foraggiamento*
  - *10.3.3. - Criteri di scelta delle tecniche di pascolamento*
- **10.4. Effetto delle tecniche di utilizzazione sul comportamento alimentare al pascolo**
  - *Caso A, graminacee - Pascolamento continuo*
  - *Caso B: graminacee - pascolamento a rotazione e pascolamento razionato (a tempo)*
  - *Caso C: leguminose*
  - *Caso D: pascoli misti a base di leguminose e graminacee*
- **10.5. Determinazione del carico mantenibile**
  - *1) Pascolamento continuo - nessuna integrazione*
  - *2) Pascolamento a rotazione - nessuna integrazione*
  - *3) Pascolamento con integrazione*

- *Capitolo 11*: LA MANGIMISTICA
- **11.1. Premessa**
- **11.2. Situazione e struttura organizzativa dell'industria mangimistica italiana**
  - *11.2.1. Il marketing*
  - *11.2.2. La ricerca e sviluppo (R & S)*
  - *11.2.3. La formulazione*
  - *11.2.4. Gli acquisti*

- *11.2.5. La produzione*
- *11.2.6. Il sistema di assicurazione della qualità*
- *11.2.7. Le vendite*
- *11.2.8 Il servizio tecnico presso la clientela*
- *11.2.9. L'amministrazione*

11.3. La attività tecnica e la scelta dei mangimi

- *11.3.1. La corrispondenza tra il valore analitico degli alimenti*
- *11.3.2. Costanza delle materie prime usate*
- *11.3.3 Digeribilità e valore nutritivo degli alimenti*
- *11.3.4. La qualità sanitaria degli alimenti*
- *11.3.5. I sistemi di distribuzione degli alimenti*

11.4. I mangimi specifici per gli ovini da latte

11.5. In pratica

Capitolo 12: LA FORMULAZIONE COMPUTERIZZATA DELLE RAZIONI ALIMENTARI

12.1. Introduzione

12.2. La formulazione delle razioni

- *12.2.1. Gli algoritmi di stima della capacità di ingestione e dei fabbisogni*
- *12.2.2. La stima degli apporti alimentari*
- *12.2.3. Funzionalità accessorie*
- *12.2.4. Il problema del pascolamento*
- *12.2.5. La valutazione delle funzionalità di un software*

12.3. Un software per ricercatori e alimentaristi

- *12.3.1. Le funzionalità per l'utente*
- *12.3.2. Le funzionalità per i ricercatori*
  - *- PLS - Parameter Language Script*
  - *- Editor di modelli*
- *12.3.3. Nuove opportunità*

Guida all'uso del CD-ROM

Per una consultazione semplice ed efficace del volume è necessario ricordare alcune piccole istruzioni di "navigazione":

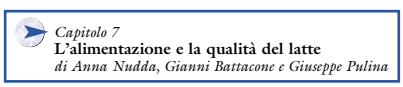
- In ogni pagina del volume c'è un pulsante di collegamento con la Home Page, che consente al Lettore di passare facilmente da una sezione all'altra.



- In ogni pagina dei capitoli del volume c'è un pulsante di collegamento con il Sommario, utile per passare da un capitolo all'altro.



- Dal Sommario, cliccando sul titolo del capitolo viene visualizzata direttamente la pagina iniziale del capitolo selezionato.



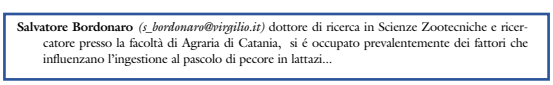
- E' possibile aumentare la percentuale di ingrandimento del testo cliccando sul titolo della pagina iniziale della sezione o sull'occhiello nelle pagine successive.



- All'inizio di ogni capitolo, cliccando sul nome dell'Autore viene visualizzata la sua biografia.



- Nella Biografia, invece, cliccando sul nome dell'Autore si arriva all'inizio del capitolo da lui scritto.



- Nella biografia sono presenti gli indirizzi di posta elettronica degli Autori. Cliccando su di essi viene automaticamente lanciato Internet Explorer ed il programma di Posta Elettronica ad esso collegato.

- Cliccando sul pallino a fianco di ogni singola sezione dell'Indice Sinottico è possibile raggiungere l'esatto punto del volume dove essa è posizionata.

