



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute

Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in
MEDICINA VETERINARIA

**Il ruolo della dieta nella prevenzione della laminite nella
pecora da latte.**

Relatore: Prof.ssa Flaviana Gottardo

Correlatore: Dr. Giulio Gabaldo

Laureando: Daniele Perale

Matricola n. 1032762

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

SOMMARIO

RIASSUNTO	3
ABSTRACT	5
1. INTRODUZIONE.....	7
2. DISCUSSIONE.....	8
2.1 Patologie podali: confronto tra bovina da latte e pecora da latte	8
2.2 Anatomia del piede ovino.....	11
2.3 L'apparato digerente nell'ovino	13
2.3.1 Anatomia.....	13
2.3.2 Differenze tra bovini e ovini nella ruminazione.....	14
2.3.3 Indicazioni per un ruminante sano	15
2.4 Sistemi di allevamento	16
2.5 Razionamento.....	18
2.5.1 Il razionamento nell'allevamento intensivo:	19
2.5.2 Il razionamento nell'allevamento semintensivo.....	19
2.5.3 Il razionamento nell'allevamento estensivo e semi-estensivo.....	20
2.6 Gestione dei pascoli erbacei per pecore	20
2.6.1 Pascolo continuo	22
2.6.2 Pascolo a rotazione	23
2.6.3 Pascolo "a ore" o part-time	24
2.6.4 Pascolo complementare.....	24
2.7 Fabbisogno nutrizionale	27
2.7.1 Energia	27
2.7.2 Carboidrati	27
2.7.3 Fibra	29
2.7.4 Lipidi.....	30
2.7.5 Proteine	31
2.7.6 Vitamine e minerali.....	34
2.8 I fabbisogni nutrizionali nelle varie fasi produttive.....	34
2.8.1 I fabbisogni durante la fase di gravidanza.....	35
2.8.2 La lattazione.....	37
2.8.3 La copertura	40
2.9 Valutazione dello stato di benessere.....	41
2.9.1 La concentrazione di urea nel latte.....	41
2.9.2 Le caratteristiche delle feci	42

2.9.3	BCS (Body Condition Score).....	43
2.10	Acidosi	44
2.10.1	Acidosi acuta	44
2.10.2	Acidosi subclinica	46
2.11	Laminite	48
2.11.1	Definizione e cause di laminite	48
2.11.2	Alimentazione e Laminite	48
2.11.3	Le implicazioni dell'acidosi sullo sviluppo della laminite	50
2.11.4	Meccanismo di sviluppo della laminite	51
2.11.5	Il ruolo delle sostanze vasoattive nello sviluppo della laminite.....	54
2.11.6	Laminite acuta	55
2.11.7	Laminite subclinica	56
2.11.8	Laminite cronica.....	57
2.12	Avvelenamento da azoto ammoniacale	59
2.13	Analisi dei principali fattori di rischio durante le diverse fasi produttive e possibili soluzioni.....	59
2.13.1	Inizio lattazione	60
2.13.2	Piena lattazione.....	63
2.13.3	Fase finale della lattazione: dalla copertura all'asciutta	65
2.14	Analisi dei fattori di rischio di laminite legati al sistema di allevamento.....	68
2.14.1	Principali fattori di rischio nell'allevamento intensivo.....	68
2.14.2	Principali fattori di rischio nell'allevamento estensivo	70
2.15	Metodi di prevenzione.....	71
2.15.1	Pareggio.....	72
2.15.2	Bagni podali	73
2.15.3	Piano alimentare	74
2.15.4	Modulatori delle fermentazioni ruminali	74
3.	CONCLUSIONI	78
4.	BIBLIOGRAFIA	80
5.	RINGRAZIAMENTI.....	86

RIASSUNTO

Negli allevamenti ovi-caprini si riscontrano problematiche molto simili a quelle osservabili negli allevamenti bovini. Mastiti, patologie riproduttive e patologie podali costituiscono infatti le principali problematiche anche nell'allevamento della pecora da latte. Nello specifico si stima che in Europa in circa il 90% degli allevamenti si riscontrano zoppie e nelle aziende interessate in media sono colpiti il 6-10% degli animali. Di norma sono i soggetti maggiormente produttivi a essere più predisposti a contrarre zoppie. Le patologie podali non contagiose che colpiscono gli ovini comprendono: granuloma della punta dell'unghia; laminite (anche se meno frequente rispetto al bovino); ascesso del piede; patologie della linea bianca; artrite settica della terza falange; ulcera ed emorragia della suola; granuloma interdigitale. Purtroppo, nel caso della pecora da latte, non vi sono informazioni riguardo la percentuale di prevalenza delle varie patologie negli allevamenti ed in futuro sarebbe appropriato condurre studi approfonditi anche in questo campo a cui finora è stata prestata poca attenzione. Rimane comunque fondamentale il ruolo della laminite in quanto è ragionevole pensare che, come nel bovino, alcune delle patologie non contagiose elencate siano strettamente associate a episodi di laminite subclinica e che quanto descritto per il bovino nel caso della patologia della linea bianca, dell'ulcera e dell'emorragia della suola e la loro associazione a episodi di laminite subclinica sia valido anche per la pecora da latte. Questo comporta che, nonostante la percentuale dei casi di laminite di per sé non sia particolarmente alta, questa patologia ricopre comunque un ruolo cruciale nel predisporre i soggetti colpiti a patologie secondarie più frequenti, spesso con conseguenze gravi e irrimediabili anche nel caso della pecora da latte. Le conseguenze delle zoppie negli ovini sono: diminuzione del benessere degli animali, dimagrimento, diminuzione della fertilità, nascita di agnelli sottopeso e aumento della mortalità neonatale, aumento dei costi gestionali e sanitari, aumento dei costi legati alla riforma dei capi compromessi ed infine una diminuita capacità di deambulazione che influisce negativamente sulla capacità di pascolare. È importante notare come la patogenesi della laminite sia strettamente collegata a stati di acidosi momentanei o prolungati nel tempo ma anche ad un eccesso di proteine solubili al pascolo: questo è di fondamentale importanza dato che una corretta formulazione e gestione della dieta permette di risparmiare sui costi degli eventuali trattamenti delle patologie così prevenute, dei capi altrimenti persi, dei cali di performance riproduttive e della produzione di latte. Queste patologie hanno quindi un grande impatto sul benessere degli animali oltre che sulle produzioni e sui costi dell'allevamento.

La laminite ha un'eziologia multifattoriale associata a diversi fattori spesso interdipendenti. L'alimentazione ricopre un ruolo molto importante in relazione alla salute dei piedi delle pecore, specialmente per quanto riguarda la prevenzione delle patologie podali con eziologia collegata alla laminite. In particolare una alimentazione con un aumento dei carboidrati altamente fermentescibili si traduce in uno stato di acidosi capace di predisporre la pecora alla laminite. Anche un eccesso di proteina solubile può portare ad alterazioni vascolari con conseguente laminite. Altri fattori, come le condizioni di salute, il peso corporeo e la struttura dei piedi e delle gambe, possono aumentare il carico di peso e lo stress sui piedi, esacerbando l'eventuale danno. La gestione del pascolo ed il tipo di sistema di allevamento utilizzato predispongono gli animali ad alcune problematiche piuttosto che altre.

La prevenzione consiste in un pareggio regolare nel tempo, bagni podali ma soprattutto la formulazione di una dieta bilanciata e la somministrazione di modulatori delle fermentazioni ruminanti.

ABSTRACT

The same problems observed in cattle herds are encountered in the sheep and goat farms. Mastitis, reproductive pathologies and hoof pathologies are the main problems also in the breeding of dairy sheep. Specifically, it is estimated that in Europe around 90% of farms have lame animals and on average 6-10% of the animals are affected on the farms concerned. As a rule, it is the most productive individuals who are more prone to contract lameness. Non-contagious foot diseases affecting sheeps include: claw tip granuloma; laminitis (although less frequent than in cattle); foot abscess; pathologies of the white line; septic arthritis of the third phalanx; sole ulcer and hemorrhage; interdigital granuloma. Unfortunately, in the case of sheeps, there is no information regarding the prevalence rates of the various diseases on farms and it would be appropriate to conduct in-depth studies also in this field to which so far little attention has been paid. It remains essential the role of laminitis, as in bovine, since some non-contagious pathologies can be associated with episodes of subclinical laminitis and as for the bovine the pathologies of the white line, ulcer and hemorrhage of the sole can be associated with episodes of subclinical laminitis also in the case of the dairy sheep. Although the percentage of cases of laminitis by itself is not particularly high, this pathology nevertheless plays a crucial role in often predisposing the affected subjects to more frequent secondary diseases, even with serious and irremediable consequences also in the sheep. The consequences of lameness in sheep are: diminished animal welfare, weight loss, diminished fertility, birth of underweight lambs and increase in neonatal mortality, increase in management and health costs, increase in costs related to the loss of the animals and finally a decrease in walking which negatively affects the ability to graze. It is important to note that the pathogenesis of laminitis is closely linked to momentary or prolonged states of acidosis but also to an excess of soluble proteins in the pasture: this is of fundamental importance since a correct formulation and management of the diet allows to save on costs of treatments, of the animals otherwise lost, of the decline in reproductive performance and of milk production. These pathologies therefore have a great impact on animal welfare as well as on production and farming costs.

Laminitis has a multifactorial etiology often associated with several interdependent factors. Nutrition plays a very important role in the relationship to the health of sheep's feet, especially as regards the prevention of foot diseases with etiology linked to laminitis. In particular, a diet with an increase in highly fermentable carbohydrates results in a state of acidosis capable of predisposing the sheep to laminitis. An excess of soluble protein can also

lead to vascular alterations resulting in laminitis. Other factors, such as health condition, body weight, and the structure of the feet and legs, can increase the weight load and stress on the feet, exacerbating any damage. The management of the pasture and the type of farming system predispose the animals to some problems rather than others.

Prevention consists in a regular trimming of the hoof, foot baths but the formulation of a balanced diet and the administration of modulators of rumen fermentations, is fundamental.

1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro di tesi consiste in una analisi bibliografica finalizzata all'identificazione del ruolo e prevalenza della laminite negli allevamenti italiani di pecore da latte nonché le principali cause alimentari di laminite nei diversi sistemi di allevamento. Vengono investigati soprattutto i fattori legati alla dieta mentre il ruolo delle strutture di allevamento e del tipo di management aziendale, seppur fondamentali, non verranno trattati nel dettaglio. Nello specifico l'obiettivo della tesi è quello di analizzare il rapporto tra acidosi dovuta ad un eccesso di carboidrati solubili e le alterazioni vascolari responsabili della laminite (più frequente negli animali stabulati) e l'intossicazione da azoto ammoniacale che porta a conseguenze vascolari identiche a quelle della laminite (ma, al contrario di quest'ultima, costituisce un problema frequente nei pascoli). Infine vengono presentate alcune potenziali strategie d'intervento utili per contenere o eliminare il problema. Il materiale è stato ottenuto principalmente attraverso una ricerca sul web incentrata sulla pecora da latte integrando dove necessario con delle informazioni relative alla vacca da latte ed informazioni derivanti dall'esperienza nella nutrizione della capra e della pecora da latte gentilmente fornite dal correlatore Dr. Giulio Gabaldo.

2. DISCUSSIONE

2.1 Patologie podali: confronto tra bovina da latte e pecora da latte

La scarsità di informazioni a disposizione sulla pecora da latte porta spesso alla necessità di utilizzare i dati sulla bovina da latte come riferimento e confronto.

Le patologie podali, seconde solo alle mastiti e l'infertilità, costituiscono una delle principali problematiche degli allevamenti della vacca da latte e spesso causano la riforma anticipata degli animali colpiti (Greenough, 2007; Juarez et al., 2003). È stato stimato che in Europa il 75% delle bovine da latte è affetto da patologie podali (Hulsen, 2013). Secondo uno studio americano i casi di zoppia sono imputabili alle patologie podali nel 90% negli allevamenti da latte e nel 70% negli allevamenti da carne (Griffin et al., 1993; Miskimins, 2002). L'incidenza e la gravità della zoppia, tuttavia, possono variare molto a seconda della popolazione bovina considerata in base a molteplici fattori che influiscono in misura diversa (Constable et al., 2017). La probabilità che molte delle patologie podali provochino zoppia è più alta in bovine stabulate rispetto a quelle al pascolo (Olmos et al., 2009).

Secondo due studi condotti nel regno unito le patologie podali più frequenti nell'allevamento della bovina da latte sono l'ulcera della suola, la lesione della linea bianca e la dermatite digitale con una prevalenza del 28%, 22% e 8% rispettivamente, come mostrato nella Tabella 2.1 (Murray et al., 1996; Clarkson et al., 1993).

Description of lesions	Percentage
Sole ulcer	28.0
White line disease	22.0
Bruising	8.0
Digital dermatitis	8.0
Interdigital hyperplasia	5.0
Foot rot	5.0
Foreign body	5.0
Heel erosion	4.0
Other	4.0
Under-run sole	3.0
Retroarticular abscess	3.0
Claw deformity	2.0
Laminitis	1.5
Interdigital dermatitis	1.0
Sand crack	0.5

Tabella 2.1. Distribuzione delle lesioni digitali nella popolazione di bovini da latte (Clarkson et al., 1993).

In Italia, l'ulcera della suola ha una prevalenza del 10,8%, la lesione della linea bianca del 9,8% e la dermatite digitale del 19,9% (Zecconi et al., 2012).

Le patologie podali possono essere divise in base all'eziologia in infettive e non infettive. Tra le patologie infettive più frequenti nella bovina da latte si hanno: la dermatite digitale, la dermatite interdigitale ed il flemmone interdigitale. Tra le non infettive le più frequenti sono: l'ulcera della suola e della punta, la doppia suola, la malattia della linea bianca, l'emorragia della suola e la laminite (Baruzzo, 2020).

È importante notare che le seguenti patologie non infettive: ulcera della suola, doppia suola, malattia della linea bianca, emorragia della suola siano lesioni strettamente associate alla laminite subclinica.

- L'ulcera della suola, infatti, è considerata essere una delle tante complicazioni della laminite. Nel suo stadio subclinico la laminite è associata alla produzione di tessuto corneo di scarsa qualità che predispone l'unghione ad un rapido consumo ed a traumi. Inoltre la laminite altera la giunzione dermo-epidermica dell'unghione e l'apparato sospensore delle falangi causando nel tempo la rotazione della falange distale. Questa esercita una costante pressione sulla suola causando la necrosi del corion (derma) che ostacola in modo permanente la produzione di tessuto corneo, rendendo così possibile la formazione dell'ulcera (Greenough, 2007; Ossent e Lischer, 1998).
- La patologia della doppia suola si pensa possa essere legata a episodi di laminite o, più specificamente, ad un'alterazione del microcircolo del derma: la causa scatenante sarebbe un'improvvisa interruzione della deposizione di tessuto corneo da parte del derma, seguita poi dal ripristino della produzione del tessuto. Si pensa che possa essere associata anche all'emorragia della suola, e che per ogni livello di emorragia si possa sviluppare una nuova suola (Greenough, 2007; Van Amstel e Shearer, 2006)
- Come le precedenti, anche la malattia della linea bianca rappresenta una delle complicazioni della laminite. Questa, infatti, provoca la formazione di tessuto corneo poco cheratinizzato, rendendo la linea bianca meno resistente alle forze a cui viene normalmente sottoposta (Scott et al., 2011; Shearer e van Amstel, 2017).
- Infine anche l'emorragia della suola può essere ricollegata alla laminite subclinica ed un'elevata prevalenza di emorragie della suola è ritenuta essere un segno clinico di questa patologia (Blowey, 1993; Greenough, 2007; Van Amstel e Shearer, 2006). Gli studiosi sono tuttavia concordi nell'affermare che, al momento

della diagnosi clinica, sia difficoltoso individuare la corretta eziologia dell'emorragia della suola: la patologia potrebbe essere provocata anche da contusioni di varia natura come traumi, alterazioni nella distribuzione del peso a livello del piede e tipologia di pavimentazione sono fattori che devono quindi essere tenuti in considerazione. In ogni caso, in qualsiasi gruppo di animali in cui si riscontri un'alta prevalenza di emorragie della suola bisognerebbe sospettare la presenza di laminite subclinica (Greenough, 2007).

Questo sottolinea l'importanza della laminite che seppur non avendo di per sé alte percentuali di prevalenza (solo l'1,5 % nella vacca da latte) (Tabella 1.1) è comunque associabile, nella sua forma subclinica, a patologie come la lesione della linea bianca, l'emorragia della suola ed erosione del tallone in circa il 20 % dei casi mentre in circa il 10 % dei casi è associabile a patologie della linea bianca o alla doppia suola (Tabella 2.2). Inoltre i casi subclinici sono difficilmente rilevabili anche se capaci di causare patologie secondarie.

Lesioni	Numero di lesioni	%
Lesione della linea bianca	124	21,0
Emorragia della suola	120	20,3
Erosione del tallone	113	19,1
Emorragia e colorazione giallastra della linea bianca	67	11,3
Doppia suola	59	10,0
Ulcera della suola	12	2,0

Tabella 2.2. Prevalenza di bovine con lesioni associate a laminite subclinica (n=320) (Sagliyan et al., 2010).

Negli allevamenti ovi-caprini si riscontrano le stesse problematiche viste precedentemente negli allevamenti bovini: mastiti, patologie riproduttive e patologie podaliche costituiscono infatti le principali patologie anche nell'allevamento della pecora da latte. Nello specifico si stima che in Europa in circa il 90% degli allevamenti si riscontrano zoppie e nelle aziende interessate in media è colpito il 6-10% degli animali. Di norma sono i soggetti più produttivi a essere più predisposti a contrarre zoppie.

Le più frequenti patologie podaliche contagiose negli ovini sono: dermatite interdigitale (*Fusobacterium necrophorum*); pododermatite necrotico-gangrenosa (*Dichelobacter nodosus*); dermatite digitale contagiosa ovina (spirochete).

Le patologie podaliche non contagiose che colpiscono gli ovini comprendono: granuloma della punta dell'unghia (causato da lesioni derivate da interventi non appropriati di cura, pareggiamento e pulizia dell'unghia); laminite (anche se meno frequente rispetto al bovino); ascesso del piede (danni per traumi alla cute del canale interdigitale, infezioni delle ferite); patologie della linea bianca; artrite settica della terza falange; ulcera ed emorragia della suola; granuloma interdigitale (A.A.R.S., 2012).

Purtroppo, nel caso della pecora da latte, non vi sono informazioni riguardo le percentuali di prevalenza delle varie patologie negli allevamenti ed in futuro sarebbe appropriato condurre studi approfonditi anche in questo campo a cui finora è stata prestata poca attenzione. Rimane comunque fondamentale il ruolo della laminite in quanto è ragionevole pensare che, come nel bovino, alcune delle patologie non contagiose elencate siano strettamente associate a episodi di laminite subclinica e che quanto descritto precedentemente per il bovino nel caso della patologia della linea bianca, dell'ulcera e dell'emorragia della suola e la loro associazione a episodi di laminite subclinica sia valido anche per la pecora da latte. Questo comporta che, nonostante la percentuale dei casi di laminite di per sé non sia particolarmente alta, questa patologia svolge comunque un ruolo cruciale nel predisporre i soggetti colpiti a patologie secondarie più frequenti, spesso con conseguenze gravi e irrimediabili anche nel caso della pecora da latte. Le conseguenze delle zoppie negli ovini sono: diminuzione del benessere degli animali, dimagrimento, diminuzione della fertilità, nascita di agnelli sottopeso e aumento della mortalità neonatale, aumento dei costi gestionali e sanitari, aumento dei costi legati alla riforma dei capi compromessi ed infine una diminuita capacità di deambulazione che influisce negativamente sulla capacità di pascolare. È importante notare come la patogenesi della laminite sia strettamente collegata a stati di acidosi momentanei o prolungati nel tempo ma anche ad un eccesso di proteine solubili al pascolo: questo è di fondamentale importanza dato che una corretta formulazione e gestione della dieta permette di risparmiare sui costi degli eventuali trattamenti delle patologie così prevenute, dei capi altrimenti persi, dei cali di performance riproduttive e della produzione di latte. Queste patologie hanno quindi un grande impatto sul benessere degli animali oltre che sulle produzioni e sui costi dell'allevamento.

2.2 Anatomia del piede ovino

La pecora è un animale a unghia fessa e presenta due dita principali (III e IV dito) e due accessorie (II e V dito). La regione delle dita inizia a livello dell'articolazione

metacarpofalangea per l'arto anteriore e quella metatarso-falangea per l'arto posteriore. Le dita principali sono rivestite nella parte distale da un astuccio corneo detto unghione mentre la parte prossimale è rivestita da cute che termina nello spazio interdigitale (Pagni E., 2006; Dyce, 2006).

Gli unghioni sono strutture che costituiscono una “scatola cornea” protettiva che riveste la terza falange, la parte distale della seconda falange e le strutture connesse, il tratto terminale del tendine flessore profondo delle falangi e dell'estensore comune delle falangi, elementi dell'estensore proprio del dito mediale e infine sinovie tendinee.

L'unghione è costituito da:

1. parete;
2. tallone;
3. suola;
4. benda perioplica.

La parete è una lamina cornea che avvolge le parti anteriore, laterale e mediale del piede ed è costituita da una punta, anteriormente, da una porzione mediale piana o leggermente concava e da una porzione laterale convessa. Il suo ruolo meccanico di supporto è determinato dal fatto che la parete è formata da tre strati adesi e distinti: esterno, intermedio e interno. Il primo strato è costituito da elementi cornei con funzione protettiva nei confronti degli strati sottostanti; l'intermedio è organizzato in tubuli cornei dall'andamento spiraliforme che prossimalmente prendono contatto con i villi del cheratogeno e con la sostanza interbulbare; lo strato interno, invece, è strutturato in lamelle cornee che si sviluppano in senso prossimo-distale e che vanno a costituire l'organo cherafiloso. La parete si continua prossimalmente nel solco perioplico e nel solco coronario e distalmente prende contatto con la suola mediante un sottile strato corneo biancastro detto linea alba. Caudalmente il punto di passaggio fra la parete e la suola è rappresentato dal tallone.

Il tallone occupa plantarmente la porzione posteriore dell'unghione e deriva dall'ispessimento della suola ma rispetto a questa è costituito da tessuto corneo più elastico e spesso. I glomi (parte costituente del tallone) si presentano elastici e sensibili e svolgono la funzione di cuscinetti plantari.

La suola (Figura 1.1) presenta una superficie esterna ed una interna: la superficie esterna è rivolta verso il terreno ed è leggermente concava, mentre quella interna è lievemente convessa e presenta piccoli forellini (cheravilloso) atti a ricevere il corrispondente cheratogeno (podovilloso). La suola presenta un tessuto corneo elastico ma poco compatto.

La benda perioplica origina dal margine prossimale dell'unghione e andando posteriormente si allarga per continuare nei talloni; la sua funzione è di tenere adesa la pelle all'unghione, mantenere umida la zona ed attenuare le pressioni che derivano dall'appoggio del piede al suolo grazie alla sua elasticità (Pagni E., 2006).

Infine gli unghielli sono vestigia del secondo e del quinto dito e sono costituiti da un piccolo elemento osseo corrispondente alle relative falangi e da un astuccio corneo con un cheratogeno identico a quello degli unghioni.

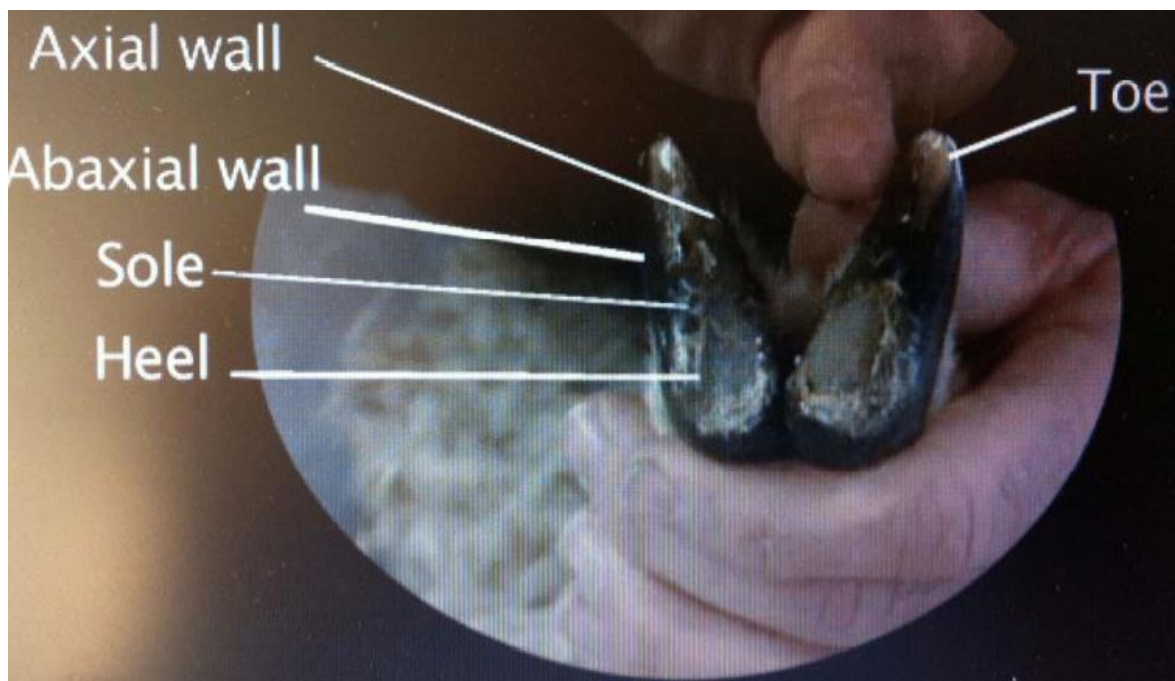


Figura 1. Parti del piede dell'ovino (Associazione Allevatori della Regione Sardegna, 2012. Le patologie podali degli ovi-caprini.)

2.3 L'apparato digerente nell'ovino

2.3.1 Anatomia

Le pecore, come tutti i ruminanti, hanno un apparato digerente composto da tre prestomaci (rumine-reticolo-omaso) ed uno stomaco vero e proprio (abomaso) a cui seguono i vari tratti dell'intestino in cui si completano le fasi digestive e di assorbimento. Nei ruminanti poligastrici la digestione, che termina nell' abomaso e nell'intestino tenue, è preceduta da

una fermentazione microbica degli alimenti che avviene nei prestomaci. Nelle pecore la lunghezza totale del tratto gastro-enterico è di 22-43m (Sreekanth et al., 2014). Negli ovini, similmente agli altri ruminanti, il rumine occupa la parte sinistra dell'addome (dal diaframma alla regione pelvica) e arriva a contenere fino al 70-75% del contenuto totale del tratto digerente, rappresentando il 50-60% del suo volume. Le pareti del rumine sono formate da una tonaca muscolare mentre l'interno presenta una superficie provvista di papille fondamentali per l'assorbimento dei prodotti della fermentazione ruminale: AGV e ammoniaca. Il reticolo è composto da una mucosa contenente papille assorbenti e la sua funzione principale è quella di assicurare la circolazione del contenuto grazie alle sue contrazioni. Svolge infine anche una funzione di "filtro" dato che il cibo rimane nel rumine finché non è abbastanza piccolo (≤ 1 mm) da passare attraverso l'orifizio reticolo-omasale. L'omaso è un organo sferico di dimensione intermedia tra rumine e reticolo ed è formato da numerose "lamelle" che gli conferiscono un aspetto a "libro". Queste lamelle sono disposte parallelamente al passaggio del cibo e assorbono minerali e acqua. L'abomaso infine è provvisto di una mucosa secretoria simile a quella dei monogastrici. Questa mucosa consiste di cellule capaci di produrre muco, acido cloridrico (pH: 2-3) e pepsina (Medjekal e Ghadbane, 2021)

2.3.2 Differenze tra bovini e ovini nella ruminazione

In proporzione ai bovini, le pecore hanno un apparato digerente più piccolo ed un maggiore fabbisogno energetico dovuto al loro metabolismo più intenso. Il bovino possiede un rumine grande ed un intestino piccolo mentre nel caso dell'ovino si ha un rumine di ridotte dimensioni e un intestino più grande. Nel caso degli ovini, date le minori dimensioni del rumine, la velocità di transito verso l'intestino aumenta, a discapito della degradazione di alcuni alimenti ricchi di fibra (come paglia e fieni scadenti). La relativa inefficienza viene però compensata dall'aumento della capacità di ingestione giornaliera. Gli ovini infatti consumano in percentuale il 5-7% del loro peso corporeo mentre i bovini raggiungono solo il 3-4%. Come mostrato nella Tabella 2.3, gli ovini mostrano una minore efficienza digestiva compensata da una maggiore capacità di ingestione in rapporto al peso corporeo ed un minor tempo di permanenza del cibo nel rumine.

	Capra	Pecora	Giovenca
Peso corporeo (kg)	29	30	555
Ingestione di sostanza secca per chilo di peso vivo	24,3	21,7	14
Ingestione di sostanza secca (grammi/capo giorno)	700	650	7830
Digeribilità s.s. %	47	47	54
Tempi di ritenzione (ore)			
- nel rumine	28	35	47
- nell'apparato digerente	52	70	79

Tabella 2.3. Confronto tra la digeribilità e la ritenzione nel rumine di bovini ed ovi-caprini alimentati con fieno di graminacea (Cangemi et al., 2013a).

La pecora è un animale pascolatore (come la vacca, mentre la capra è un intermedio tra pascolatore e brucatore), che preferisce mangiare erba (dicotiledoni). Predilige i germogli e le parti tenere dei vegetali meno fibrose, più ricche di proteine e di energia. Le pecore hanno un'attività masticatoria differente rispetto ai grandi ruminanti: dovendo sminuzzare meglio l'alimento per ottimizzare la digestione batterica gli animali impiegano un tempo 10 volte maggiore per l'ingestione e la masticazione dei foraggi (Cangemi, 2013a).

2.3.3 Indicazioni per un rumine sano

I seguenti punti costituiscono alcuni accorgimenti di carattere generale per mantenere il più stabile possibile l'ambiente ruminale:

- Fornire foraggi insieme ai cereali aiuta a garantire che i mangimi ad alta energia vengano digeriti più lentamente. Una dieta ricca di foraggi aiuta anche a mantenere il pH ruminale costante aumentando la motilità ruminale e incoraggiando la ruminazione;
- Fornire agli animali il foraggio prima del grano o fornire foraggio a libera scelta aiuta a garantire la formazione di un tappeto ruminale per rallentare la velocità di fermentazione del grano e mantenere il pH ruminale.
- Anche fornire cibo a intervalli regolari aiuta a mantenere le fermentazioni stabili prevenendo l'acidosi. (Wand C., 2010);
- Mantenendo costante la quantità di concentrati nella razione ma aumentando il consumo di foraggi e distribuendo il consumo della razione nell'arco della giornata si ottiene una diminuzione del rischio di SARA (Commun et al., 2009);

- Se necessario applicare un cambio di dieta questo deve essere il più graduale possibile specialmente nel passaggio da una dieta a bassa energia ad una ad alta energia;
- La popolazione microbica ha bisogno di almeno 15 giorni per adattarsi ad un cambio di dieta;
- Attenzione a non fornire diete povere da un punto di vista energetico ed alto contenuto fibroso: con mangimi molto fibrosi, la velocità di passaggio è troppo lenta per soddisfare il fabbisogno energetico dell'animale e nonostante possa essere disponibile molto mangime, l'animale sarà limitato dalla capacità del rumine (Wand C., 2003);
- Attenzione nel far pascolare gli animali su prati con erbe ad alto contenuto di proteine solubili per non incorrere in un eccesso di azoto ammoniacale con conseguente innalzamento del pH ruminale (Gabaldo, 2019).

2.4 Sistemi di allevamento

Dai dati dell'AIA del 2013 il patrimonio ovino dell'UE ammonta a circa 81 milioni di capi divisi tra Regno Unito (più di 22 milioni capi), Spagna (circa 16 milioni), Grecia e Romania (circa 9 milioni) e infine Francia e Italia (circa 8 milioni di capi).

In Italia la popolazione ovina ammonta a circa 8 milioni di capi in totale divisi in oltre 50 razze anche se circa il 40% di tutti gli animali sono di razza sarda. In base ai dati ISTAT del 2010 riguardanti la distribuzione dei capi sul territorio risulta che:

- Circa il 55 % degli animali si trova nelle regioni insulari;
- Circa il 20% degli animali si trova nel Sud Italia;
- Circa il 20% degli animali si trova nel Centro Italia;
- Il rimanente 5% degli animali si trova nel Nord Italia.

Gli allevamenti ovini si sono sviluppati principalmente nelle regioni insulari e meridionali grazie alla capacità delle pecore di massimizzare la loro produzione anche in condizioni avverse. Il 65-70% degli ovini allevati in Italia appartiene a razze provviste di Libro Genealogico. Gli ovini da latte sono il 60% del totale nazionale. Le razze italiane a prevalente attitudine per la produzione di latte sono: Altamurana, Comisana, Pecora Delle Langhe, Leccese, Massese, Sarda e Pinzirita. Da notare come nell'ultimo decennio si sia affermata sempre di più nel panorama internazionale la razza israeliana Assaf. Già molto

presente in Spagna, ha fatto il suo ingresso anche nel panorama Italiano. In Sicilia infatti sono nati i primi allevamenti della razza Assaf.E (la variante spagnola dell'originale incrocio israeliano). La Assaf e la Lacaune (una razza francese) si prestano molto bene all'allevamento intensivo. Incroci tra Lacune e Sarda hanno dato buoni risultati in allevamenti di tipo semi-intensivo (Gabaldo, 2021. Comunicazione personale). In tempi recenti si è inoltre preso atto di una evoluzione dell'allevamento della pecora da latte che, benché ancora parzialmente condizionato dalla stagionalità, sta diventando sempre più stanziale.

Le tipologie di allevamento vengono distinte in:

- Intensivo: la permanenza nelle strutture di allevamento è continua;
- Semi-intensivo: a parte il periodo di stabulazione invernale, per il resto dell'anno le pecore vengono condotte al pascolo e ricevono poi un'integrazione alimentare in stalla, comunque limitata;
- Semi-estensivo: in inverno gli animali vengono stabulati nelle stalle, mentre in primavera ed autunno pascolano nei pressi della stalla o comunque in pascoli dove è lo stesso allevatore a condurle mentre in estate gli animali vengono portati in alpeggio;
- Estensivo: caratterizzato da un continuo accesso al pascolo.

Tra le tipologie sopraelencate le più frequenti in Italia sono l'allevamento estensivo e semi-estensivo mentre l'allevamento di tipo intensivo rappresenta una piccola percentuale. Da notare come dal nord al sud non cambi solo il sistema di pascolo ma anche i ritmi riproduttivi. Essendo gli ovini una specie poliestratale stagionale la funzione riproduttiva è influenzata dalle ore di luce. Gli animali (sia maschi che femmine) sono fertili quando le ore di luce vanno a diminuire (le pecore infatti sono animali a fotoperiodo negativo). Di conseguenza nel Nord Italia la stagione riproduttiva comprende solo l'autunno mentre nel Sud si hanno due stagioni di copertura: una primaverile con la nascita di agnelli detti 'natalini' ed una autunnale con la nascita di agnelli detti 'pasqualini' (per assicurare una produzione continua durante l'anno in questo caso si hanno 2 greggi separati). Ovviamente la tipologia dei ricoveri è strettamente collegata alle condizioni climatiche della zona. Si avranno edifici tamponati in media ed alta collina, edifici chiusi su tre lati in zone miti ed infine edifici semiaperti od aperti per zone miti e calde. Gli animali devono essere protetti dai venti freddi e dall'umidità. Con il diffondersi del sistema stallino anche nell'allevamento delle pecore, soprattutto nelle zone dove la disponibilità di alimenti (foraggi e concentrati) è

buona, si è diffuso il sistema di alimentazione con la tecnica unifeed o piatto unico in cui i foraggi e concentrati sono miscelati in un apposito carro e poi distribuiti in mangiatoia.

2.5 Razionamento

Il razionamento è basato sugli obiettivi produttivi e gli alimenti disponibili. Le razioni vanno approntate in modo da fornire un'alimentazione sana, adatta alle diverse età, alla razza ed ai fabbisogni di mantenimento e produttivi. In particolare deve essere fornito il corretto rapporto foraggi/concentrati e deve essere utilizzata una modalità di distribuzione che favorisca, per quanto possibile, l'assunzione di una razione con caratteristiche costanti (autoalimentatori nel sistema tradizionale, unifeed). L'efficacia della razione può essere valutata in base a dati produttivi quanti-qualitativi del latte (grasso, proteine e urea), allo stato corporeo (BCS) e di salute dell'animale (calori, problemi podali, ipofertilità, acidosi, ecc.). Infine è fondamentale garantire una regolare ed adeguata pulizia delle mangiatoie, di tutte le attrezzature e dei veicoli utilizzati per la somministrazione degli alimenti.

Il tipo di razionamento è legato alla tipologia di allevamento:

- Gli allevamenti intensivi (tipici di aziende prevalentemente irrigue) prevedono la distribuzione degli alimenti quasi esclusivamente in ovile per gran parte dell'anno ed il pascolo, se attuato, è limitato a poche ore al giorno (non oltre 3 o le 4 ore) e soltanto ad alcuni periodi dell'anno (generalmente inverno e primavera);
- Negli allevamenti semi-intensivi (in aziende prevalentemente asciutte) si utilizzano direttamente le produzioni foraggere. Il pascolo infatti è praticato per gran parte dell'anno (almeno 9 o 10 mesi) e per buona parte del dì (almeno 7 o 8 ore).
- Negli allevamenti di tipo estensivo e semi-estensivo l'allevatore dovrà limitarsi a fornire foraggi e concentrati che integrino il pascolo che, in questi tipi di allevamento, costituisce la principale fonte alimentare (similmente a ciò che avviene nell'allevamento semi-intensivo).

2.5.1 Il razionamento nell'allevamento intensivo:

- Erbe sfalciate distribuite in mangiatoia in almeno 2 pasti giornalieri nella dose di 0,5-0,6 kg/d di S.S. per capo, corrispondente a 8-10 kg di tq;
- Insilati (erbe-silo di graminacee e fieni-silo di leguminose, entrambi di essenze autunnali, in associazione con erbe-silo di graminacee primaverili-estive) in 1 oppure in 2 pasti giornalieri nella dose massima di 0,5-0,6 kg di S.S /capo dopo le 2 mungiture giornaliere;
- Fieno somministrato in rastrelliera a volontà (il consumo in genere non supera i 0,5-0,6 kg/d di tq);
- Concentrati somministrati in sala di mungitura due volte al giorno, in quantità non superiore a 0,4-0,5 kg per volta (questa infatti è la quantità massima ingeribile durante la permanenza in sala, pari a 0,8-1,0 kg al giorno) e in mangiatoia, nella dose massima di 0,5 kg per volta per due volte al giorno (primo mattino e tarda serata). Per evitare patologie digestive e metaboliche dovute ad una eccessiva ingestione di concentrati (acidosi ruminale e/o chetosi metabolica) la quota giornaliera massima non deve superare complessivamente 1,6-2 kg/capo.
- Accesso al pascolo (se disponibile) per almeno 2-3 h/d (per fornire un pasto completo nelle ultime ore antimeridiane dato che le pecore dopo 2-3 ore di pascolo smettono di ingerire alimento e non riprendono a pascolare se non dopo 2 ore di tempo dedicato alla ruminazione) e per non oltre 7-8 ore (2 pasti giornalieri, intervallati da un riposo di almeno 2 ore). Durante queste ore le pecore in lattazione possono raggiungere un livello di ingestione massimo del 2-2,5% (in una pecora dal peso corporeo medio di 50-60 kg che pascola su un'erba di ottima qualità al 18-20% di S.S corrisponde a 8-10 kg di tq).

2.5.2 Il razionamento nell'allevamento semintensivo

L'erba del pascolo in questo caso costituisce la principale fonte alimentare. In inverno per circa 7-8 h/d, per poco compatibili con 2 pasti giornalieri e in primavera per 10-12 ore, teoricamente compatibili con 3 pasti giornalieri, ma di fatto spesso vengono ridotti a 2 soltanto, a causa della elevata temperatura (25-30 °C) e lunga insolazione che costringono gli animali al meriggio nelle ore più calde (9-17). Con tre pasti giornalieri le pecore in lattazione possono ingerire al pascolo anche il 2,5-3% del proprio peso corporeo (per un totale di 10-12 kg di erba di buona qualità). In queste condizioni la somministrazione di fieno

in rastrelliera e di concentrati in mangiatoia e/o in sala di mungitura hanno il solo ruolo di integrare il pascolo.

2.5.3 Il razionamento nell'allevamento estensivo e semi-estensivo

Come nel caso dell'allevamento semi-intensivo, grazie al frequente accesso al pascolo, il fieno e soprattutto i concentrati forniti dall'allevatore hanno il solo scopo di integrare il pascolo.

2.6 Gestione dei pascoli erbacei per pecore

L'erba del pascolo è un foraggio particolare ed unico perché è un alimento vivo, costituito da cellule vitali per tutta la stagione vegetativa (di crescita) conferendole un alto valore biologico grazie al suo contenuto in zuccheri, aminoacidi, fibre digeribili, minerali e vitamine. Ogni erba ha un suo ciclo caratteristico, con una fase vegetativa in cui produce soprattutto foglie, indispensabili per la fotosintesi, ed una riproduttiva, in cui sviluppa le spighe ed i fiori che daranno luogo ai semi. L'erba essendo viva va incontro a continui cambiamenti in termini di quantità e qualità e la sua crescita è influenzata da numerosi fattori come la stagione l'andamento meteorologico, il metodo di coltivazione e di utilizzo. Durante la crescita l'erba cambia anche la composizione chimica e nutrizionale. Via via che la stagione avanza, la crescita dell'erba aumenta e la disponibilità raggiunge livelli elevati ma la qualità peggiora: diminuiscono i valori di amminoacidi e PG mentre aumenta la fibra, sia quella poco digeribile (neutro-detersa o NDF) che quella indigeribile (lignina) aumentando quindi l'ingombro nel rumine limitando l'ingestione e riducendo la produzione di latte. Con la stagione cambia anche il comportamento dell'erbivoro al pascolo dato che l'attività alimentare giornaliera è dettata dal fotoperiodo. Altri fattori che condizionano il comportamento della pecora sono le condizioni meteo ed il variare dello stadio fisiologico (gravidanza, lattazione). Nel corso della giornata le pecore in genere alternano fasi di pascolo e di riposo associato alla ruminazione. Le pecore preferiscono pascolare la mattina presto ed il pomeriggio piuttosto che a metà mattina, specie in estate. Nel pascolare preferiscono le leguminose (es. i trifogli) alle graminacee (es. l'avena) e le foglie agli steli. Inoltre tendono a selezionare le erbe di maggiore qualità tra quelle presenti al pascolo massimizzando l'ingestione di nutrienti. La preferenza verso una specie o parte di pianta non è costante ma varia anch'essa nel tempo, anche durante l'arco della giornata. L'appetito degli erbivori verso un dato alimento infatti diminuisce via via che viene consumato in relazione al senso

di sazietà e alla diminuita stimolazione sensoriale. Quindi se dispongono di un alimento di differenti caratteristiche nutrizionali e sensoriali, l'ingestione può proseguire, raggiungendo livelli ottimali. Sarà quindi fondamentale mettere a disposizione delle greggi una dieta varia costituita da essenze che si completano a vicenda (come graminacee e leguminose).

La gestione del pascolo si attua attraverso la scelta della tecnica di pascolo e quella di carico (inteso come intensità di utilizzo del pascolo). Le principali tecniche di pascolo sono il pascolo continuo e quello a rotazione. In generale nessuna tecnica viene considerata migliore delle altre in termini di produzione primaria (di erba) o secondaria (di latte e carne). Per scegliere il sistema più adatto si devono considerare caso per caso la tipologia del pascolo, le fasi del ciclo delle foraggere e la fase produttiva delle pecore. Nella scelta del carico si deve considerare che, ad esempio, una pressione di pascolo elevata per tutta la durata della stagione non è sostenibile se non per aziende irrigue, a meno che non si intervenga con una massiva integrazione (più di 150 kg concentrato/pecora anno e più di 150 kg fieno/pecora anno) andando però ad aumentare i costi di produzione rendendo l'azienda fortemente dipendente dal mercato dei mangimi e dei fieni (se non prodotti in azienda). Cercare un maggiore equilibrio tra pascolo ed integrazione è necessario se si vuole cercare un reddito stabile nel medio-lungo termine. Il carico scelto dovrebbe, per quanto possibile, consentire di mantenere il pascolo nella fase di crescita attiva nella forbice di disponibilità indicata per le diverse tecniche di utilizzo e colture foraggere oltre che permettere la persistenza delle foraggere poliennali e la auto-risemina di quelle annuali dotate di tale capacità, in modo da ridurre l'area arata e seminata annualmente abbassando i costi dell'erba. Inoltre è necessario accumulare scorte sufficienti a garantire un autoapprovvigionamento foraggero, se possibile, tra il 70 e l'80% dei fabbisogni annuali. L'integrazione con fieni e concentrati è essenziale per stabilizzare la produttività e conseguire livelli di produzioni per ettaro adeguati oltre a mantenere in buone condizioni di salute le pecore in caso di carenza di erba. Inoltre l'integrazione con concentrati consente di aumentare il carico mantenendo un numero di pecore per ettaro superiore alla capacità di carico del pascolo. Tuttavia bisogna ricordare che l'effetto del concentrato sulla produzione di latte dipende da vari fattori come il tipo di concentrato e lo stadio fisiologico della pecora. Se si esagera con il loro uso la pecora mangerà meno erba (effetto di sostituzione concentrato-erba) andando a inficiare sulla produzione di latte. Lo stesso avviene somministrando concentrati ricchi in amido (come le granelle di cereali) in quantità maggiori di 300 g/capo al giorno. Nelle Tabelle 2.4 e 2.5 vengono illustrate alcune tecniche di pascolo per terreni asciutti ed irrigui mentre nella

Tabella 2.6 vengono mostrate tecniche di pascolo ed integrazione alimentare della pecora sulla base della fase produttiva.

2.6.1 Pascolo continuo

Questa tecnica prevede l'ininterrotto uso di una determinata area di pascolo. Può essere a carico fisso se l'area o il numero di animali non cambia nel periodo in esame o viceversa si parla di carico variabile. In pratica, nel caso del pascolo continuo a carico fisso, se la crescita dell'erba cambia, ad esempio si riduce, per evitare il degrado del pascolo gli animali andranno alimentati in stalla mentre nel caso del pascolo continuo a carico variabile viene ridotto il numero di capi al pascolo o se possibile viene aumentata l'area di pascolo. Il continuo uso del pascolo mantiene i valori di biomassa costanti dato che l'erba non ha modo di ricrescere indisturbata per più di pochi giorni e la sua altezza si mantiene in una forbice stretta (in genere tra 3 e 15 cm). In queste condizioni il pascolo influenza la struttura e la composizione botanica dell'erba determinando l'aumento della densità del pascolo, favorendo l'aumento del numero di culmi (steli) per pianta ed incrementando la quantità di foglie del pascolo, almeno nella fase di attiva crescita dell'erba. Entrambi questi aspetti (densità e quantità di foglie) dipendono però dal carico (intensità di pascolo): se molto elevato l'altezza dell'erba è bassa e le foglie sono pascolate a raso e non riescono ad intercettare sufficientemente la luce, con minore produzione di carboidrati nella fotosintesi impedendo la crescita della pianta. Quando viceversa il carico è troppo basso ed il pascolo è utilizzato ad altezze troppo elevate (>20 cm) allora la crescita è molto elevata ma aumenta anche la perdita di foglie nella parte basale dei culmi (dove sono ombreggiate diventando secche). La pecora reagisce ai cambiamenti di altezza dell'erba adattando il suo comportamento: quando l'erba è mediamente disponibile (pascolo foglioso di 5-9 cm) l'animale pascola per 7-8 ore raggiungendo la massima capacità di ingestione mentre se il pascolo è più abbondante (> 15 cm) la pecora pascolerà per meno tempo. L'ingestione sarà elevata in inverno ma in primavera sarà limitata dal peggioramento della qualità dell'erba dovuto all'accumulo di foglie secche. In questi casi spesso la pecora utilizza solo la parte del pascolo che mantiene l'altezza ottimale abbandonando il resto. Infine se il pascolo è mantenuto a livelli molto bassi, inferiori a 5 cm, la pecora cercherà di compensare la carenza di erba aumentando il tempo di pascolo e la frequenza delle prensioni ma, essendo le prensioni piccole, l'ingestione sarà inferiore a quella ottimale, specialmente nelle pecore in lattazione, portando a minori produzioni di latte o ad una maggiore necessità di una

integrazione alimentare. Dato che la disponibilità di erba (altezza) ottimale per l'ingestione corrisponde anche a quella ideale per mantenere l'erba in fase di crescita attiva, ne consegue che per pascoli di graminacee un'altezza di 5-8 cm sarà ottimale per una tecnica di pascolo continuo per massimizzare la produzione di latte per ettaro. Se invece l'obiettivo dell'allevatore è quello di massimizzare la produzione per capo allora l'altezza ideale dovrebbe essere di 2-3 cm più elevata nel corso della stagione di pascolo. La riduzione dell'altezza dell'erba in primavera è fondamentale per ritardarne la spigatura e fioritura. Se vengono brucati gli abbozzi fiorali questo spinge la pianta a far emergere le spighe dai culmi secondari e l'invecchiamento del pascolo viene ritardato. Questo favorisce lo sviluppo e l'eventuale successiva fioritura di specie amanti della luce (eliofile) come i trifogli e le mediche annue.

2.6.2 Pascolo a rotazione

In questo caso il gregge utilizza un'area o un settore di pascolo per un periodo limitato di tempo per poi essere spostato su altri settori fino a tornare infine su quello di partenza. Questo permette di avere un periodo di ricrescita indisturbata dell'erba che si accumula raggiungendo altezze generalmente elevate (15-30 cm) all'inizio dell'uso successivo. Il pascolo a rotazione è caratterizzato da un minore rapporto tra foglie e culmi (steli) rispetto al pascolo continuo perché questi ultimi possono allungarsi tra un periodo di uso e il successivo. I primi giorni di pascolo l'animale avrà a disposizione un'erba eccellente, con molte foglie ma col trascorrere del tempo la pecora dovrà consumare anche i culmi (steli) più fibrosi e meno nutritivi. Le variazioni di quantità e qualità del pascolo in queste condizioni sono molto rapide e marcate (in genere avvengono anche in pochi giorni). La pecora, anche in questo caso, tende a compensare le variazioni di disponibilità ma non vi riesce appieno: via via che l'erba viene consumata la pecora compensa il minor peso delle pressioni con una loro maggiore frequenza ed una durata maggiore dell'attività di pascolo ma questo cessa comunque quando la qualità del pascolo è scarsa. Il risultato finale è un andamento oscillante nell'attività di ingestione e della produzione di latte. Importante ricordare che se l'altezza dell'erba all'uscita dal pascolo è molto bassa questa impiegherà più tempo a ricrescere e il suo prossimo utilizzo dovrà essere rimandato di qualche settimana o addirittura mesi. Ad esempio nel caso di erbe rasate in inverno (altezza al momento dell'uscita di 3 cm o meno) si rischierà di non poter pascolare il settore se non a tarda primavera, quando la qualità sarà già compromessa (fase di spigatura e fioritura).

2.6.3 Pascolo “a ore” o part-time

In autunno ed in inverno la disponibilità di erba è limitata ed è opportuno ridurre l'accesso al pascolo a parte della giornata in modo da evitare danni all'erba ed al suolo per calpestamento. Si parla di pascolo part-time quando l'accesso temporale è inferiore alle 7 ore al giorno (necessarie a massimizzare i consumi di erba in situazioni di disponibilità adeguate). Il pascolo “a ore” può essere a rotazione o continuo e anch'esso comporta cambiamenti nel comportamento alimentare della pecora. Minore è l'orario di accesso al pascolo, maggiore sarà la velocità di ingestione e il tempo effettivamente utilizzato per pascolare. I consumi orari (per ora di accesso al pascolo) possono ad esempio cambiare da 200-250 gr di SS/ora (1.5 kg di erba tal quale) con 3-4 ore di accesso al pascolo fino a raggiungere un massimo di 300-400 gr di SS/ora con 1-2 ore di accesso (corrispondenti a circa 2,3 kg di erba tal quale). Questo se la disponibilità di erba non è limitante (5-15 cm) altrimenti l'ingestione calerà e in assenza di adeguate integrazioni anche la produzione di latte risulterà diminuita.

2.6.4 Pascolo complementare

Con questa tecnica il gregge viene fatto pascolare in successione, nel corso della giornata, su colture foraggere con caratteristiche chimico-nutrizionali differenziate e preferibilmente complementari. L'uso di pascoli di graminacee e leguminose in successione (esempio 3 ore di trifoglio alessandrino e poi 5 ore di loglio) o consociati è essenziale nel periodo primaverile per incrementare le produzioni individuali e per ettaro (grazie specialmente alle caratteristiche delle leguminose). Ottimi risultati possono essere ottenuti con pascoli basati su leguminose foraggere con un moderato contenuto di tannini come la sulla, specialmente nel periodo marzo-maggio (metà lattazione). I tannini sono infatti sostanze complesse che possono risultare benefiche a bassa concentrazione. Nel caso di pascoli complementari di graminacee e leguminose impiantati in settori di pascolo differenti allora conviene offrire le leguminose (più appetibili) per prime al mattino e successivamente le graminacee. Queste ultime anche se meno appetibili verranno comunque consumate per diluire i nutrienti (acidi organici, aminoacidi) e le tossine (ammoniaca ed eventuali tannini) accumulati nel rumine durante la precedente ingestione di leguminose. Un'altra tipica erba da pascolo complementare è la cicoria, erbaio bienne che dà risultati simili a quelli delle leguminose in primavera, consentendo di prolungare la stagione di pascolo in alcune annate addirittura fino

alla fine di giugno. La cicoria, come la sulla, grazie ai terpeni ed ai tannini contenuti, permette di limitare i danni dei parassiti gastro-intestinali.

Foraggera prevalente	Fasi del ciclo della coltura				
	Stoppia (estate)	Inizio spigatura/ fioritura (fine primavera)	Inizio crescita (inverno)	Fine crescita (primavera)	Inizio spigatura/ fioritura (fine primavera)
Loglio rigido (autoseminante)	Pascolamento moderato per eliminare la stoppia.	Ridurre i carichi all'emergenza delle plantule per favorire il loro sviluppo sino a 3-4 foglie	Pascolamento continuo o ruotato con carichi moderati	Pascolamento continuo o ruotato con carichi elevati per ritardare la spigatura	Evitare il pascolamento intenso per non ridurre la semina
Loglio italico			Pascolamento continuo o ruotato con carichi moderati a partire da altezza ingresso 20-30 cm. Evitare il pascolamento se il terreno è molto umido (compattazione)	Pascolamento continuo o ruotato con carichi elevati per ritardare la spigatura	Pascolamento continuo o ruotato con carichi elevati
Ebai a base di cereali foraggeri (avena, orzo, triticale) utilizzati solo per il pascolo	Pascolamento "ad ore" in presenza di granella per evitare acidosi		Pascolamento ruotato con carichi moderati a partire da altezza di ingresso 20-30 cm (4-6 settimane post-emergenza). Stoppia residua 8-10 cm. Evitare il pascolamento se il terreno è molto umido (compattazione)	Pascolamento ruotato con carichi elevati per ritardare la spigatura. Stoppia 6-8 cm	Pascolamento "ad ore" in presenza di granella per evitare acidosi.
Leguminose annuali auto-riseminanti (es. Trifogli sotterranei, T. michellano e mediche annuali)	Pascolamento leggero per eliminare l'eccesso di stoppia senza depauperare la banca di seme (min. 1,5-2 q.li seme/ha)	Rispettare all'emergenza delle plantule sino a 3-5 foglie vere.	Pascolamento continuo-da preferirsi- o ruotato con carichi moderati mantenendo l'altezza nella forbice 5-15 cm (evitare l'ombreggiamento da parte delle graminacee)	Pascolamento continuo-da preferirsi- o ruotato con carichi elevati per evitare l'ombreggiamento da parte delle graminacee.	Evitare il pascolamento o limitarne l'intensità per no compromettere la risemina, specie con le mediche annuali e i trifogli che non interrano il seme.
Erbai di trifogli annuali non auto-riseminanti (es. T. alessandrino, T. incarnato) e prati di sulla	Sulla: pascolamento leggero per eliminare l'eccesso di stoppia.	Pascolamento "ad ore" (max 3 ore, sulla) ruotato con carichi moderati a partire da altezza di ingresso 15-20 cm.	Pascolamento "ad ore" ruotato con carichi moderati a partire da altezza di ingresso 20-30 cm. Evitare il pascolamento se il terreno è molto umido. Lasciare 8-10 cm di stoppia	Pascolamento "ad ore" ruotato con carichi elevati. Lasciare almeno 6-8 cm di stoppia	Pascolamento "ad ore" ruotato con carichi moderati
Erbai a base di cicoria biene	Pascolamento leggero per eliminare la stoppia di graminacee avventizie	Rispettare l'inizio della ricrescita sino ad altezza 15-20 cm	Pascolamento "ad ore" ruotato con carichi moderati a partire da altezza di primo ingresso. Evitare il pascolamento se il terreno è molto umido. Lasciare 5-8 cm di rosetta fogliare.	Pascolamento "ad ore" ruotato con carichi elevati. Lasciare 5-6 cm di rosetta fogliare.	Pascolamento ruotato con carichi moderati. Lasciare 5-6 cm di rosetta fogliare.

Tabella 2.4. Tecniche di pascolo suggerite per pascoli in asciutto (Molle et al. 2001).

Foraggera prevalente	Fasi del ciclo della coltura		
	Crescita estivo-autunnale	Stasi vegetativa ed inizio crescita (inverno)	Crescita accelerata (primavera)
Medica sativa	Destinata a produzione scorte ¹ .	Pascolamento "ad ore" continuo o ruotato con ricrescita indisturbata di almeno 8 settimane sino alla fioritura.	Pascolamento a rotazione "ad ore" per ridurre i rischi di meteorismo a partire dallo stadio di bottoni florali e con ricrescita indisturbata sino alla fioritura. Non pascolare per più di 7-10 gg consecutivi lo stesso settore. Ricrescita 4-5 settimane.
Trifoglio bianco	Pascolamento continuo o a rotazione mantenendo la biomassa tra i 10 e i 15 q.li SS/ha.	Pascolamento continuo o a rotazione "raso" (5-6 cm) si dall'inizio crescita a fine inverno.	Pascolamento continuo o a rotazione mantenendo la biomassa tra i 7 e i 22 q.li SS/ha (5-10 cm). Accettare livelli un po' più elevati se in carenza idrica.
Erbai a base graminacee estive tipo C4 (es.sorgo)	Pascolamento continuo ad alto carico. Trinciatura di pulizia post-pascolo.	Non disponibile	Pascolamento ruotato ad alto carico a partire da erba alta 30 cm (40 nel sorgo) o foraggiamento verde. Trinciatura di pulizia post-pascolo

Tabella 2.5. Tecniche di pascolo suggerite per pascoli irrigui di prati ed erbai (Molle et al., 2001).


 Pecora	 Pascolo	 Integrazione
Autunno		
<p>Stadio fisiologico. Ultimi 2 mesi di gestazione. BCS Non inferiore a 2.50. Ingestione oraria in pecore sarde al pascolo per 1-4 ore: 150-200 g SS/capo.</p>	<p>Erba. Non sempre presente. Se ce n'è, utilizzare pascoli prossimi all'ovile con tecnica "ad ore". L'uscita al pascolo per poche ore è utile anche per l'esercizio fisico della pecora gravida (migliore funzionalità degli apparati respiratorio e digerente).</p>	<p>Se al pascolo per 1-4 ore concentrati (0.2-0.4 kg/capo g) e fieno 0.6-0.8 kg/capoi g. Con pecora confinata Concentrati 0.3-0.4 kg/capo g e fieno 1.2-1.4/capo g.</p>
Inverno		
<p>Stadio fisiologico. Parto-inizio lattazione. BCS ottimale al parto 2.75-3.25. Ingestione oraria in pecore sarde al pascolo per 1-6 ore: 200-250g SS/capo.</p>	<p>Erba. Scarsa presenza – riduzione crescita per basse temperature. Pascolamento ad ore (1-6 ore/g) a rotazione "lenta" (turno: 28-42 gg. altezza uscita 5-8 cm) o pascolo continuo (6-10 cm). Evitare uscite precoci la mattina (0.2-.04 kg/capo di fieno prima dell'uscita)</p>	<p>Adeguata alla produzione al picco di lattazione. <u>Concentrati amidacei</u> tipo granelle (50-60% di carboidrati non fibrosi. NFC) con apporti ≤ 300 g/capo. Fieno di medica o misti di qualità (almeno 0.5 UFL/kg. 12-16% PG su SS).</p>
Primavera		
<p>Stadio fisiologico. Metà lattazione-Avvio alla monta BCS alla monta: pecore in forma ma non grasse (BCS 2.75-3.25). Ingestione oraria in pecore sarde al pascolo per 1-6 ore: 150-200 g SS/capo. (200-300 g SS/capo se pascolo con leguminose).</p>	<p>Erba. Elevata quantità e qualità decrescente. Pascolamento a rotazione "rapida" (turno: 21-14 gg – altezza uscita: 4-7 cm) o continuo (5-6 cm). Leguminose fondamentali: con pascolamento complementare "ad ore" offrire le leguminose la mattina, prima dei pascoli di graminacee.</p>	<p>Integrazione-adeguata alla produzione. <u>Concentrati fibrosi</u> con fibra digeribile (es. a base di polpe di bietola) (20-40% NFC)</p>
Estate		
<p>Stadio fisiologico. Fine lattazione monta fasi iniziali della gravidanza. BCS: 2.75-3.00 Ingestione oraria in pecore sarde al pascolo su stoppie per 1-8 ore 50-150 g SS/capo.</p>	<p>Erba. Stadio riproduttivo e stoppie a fine ciclo: minore qualità. Pascolo continuo la sera se la disponibilità è limitata e la notte se il caldo è eccessivo. Favorire la selezione delle erbe migliori con accesso al pascolo >8 ore. <u>Fondamentali: acqua e aree d'ombra al pascolo</u></p>	<p><u>Concentrati proteici</u> (tipo favino o pisello) su pascoli maturi e secchi ma in dosi limitate (max 0.3 kg/capo). Acqua fresca e sali minerali in ovile.</p>

Tabella 2.6. Tecniche di pascolo ed integrazione alimentare della pecora per fasi (Molle et al., 2001).

2.7 Fabbisogno nutrizionale

I fabbisogni sono rappresentati dai quantitativi necessari dei seguenti principi:

1. energia
2. carboidrati
3. fibra
4. lipidi
5. proteina
6. minerali
7. vitamine

2.7.1 Energia

In Italia la commissione ASPA (Associazione Scientifica di Produzione Animale) ha suggerito di sostituire le attuali U.F. con quelle francesi: U.F. latte (U.F.L.) e U.F. carne (U.F.C.), per una combinazione di somiglianze di sistema agricolo, vicinanza genetica fra le razze allevate e condizioni climatiche.

$$1 \text{ UFL} = 1.700/\text{Kcal}$$

(quantità di energia espressa da 1 Kg di orzo per la produzione di latte).

2.7.2 Carboidrati

Sono molecole composte da carbonio, ossigeno e idrogeno. Si dividono in zuccheri semplici (mono-polisaccaridi) e zuccheri complessi (ad esempio amido, cellulosa e lignina). Gli amidi forniscono l'energia necessaria per le funzioni metaboliche e produttive degli animali; presenti in abbondanza nelle granelle sono in genere facilmente digeribili. Le cellulose, componenti principali della fibra grezza dell'erba e dei fieni, aumentano in quantità con la maturazione della pianta, peggiorandone quindi la qualità. La conoscenza dei fabbisogni di amido e fibra grezza è fondamentale sia per soddisfare correttamente le esigenze produttive degli animali che per il corretto funzionamento dell'apparato digerente dei ruminanti così da prevenire l'insorgenza di gravi dismetabolie (come l'acidosi ruminale) (Cangemi et al., 2013).

I carboidrati non strutturali (NSC) rappresentano una importante fonte energetica. Vengono misurati attraverso analisi enzimatiche e sono costituiti da carboidrati endocellulari ed alcune componenti delle pareti vegetali ad elevata degradabilità ruminale (Dell’Orto e Savoini, 2005).

I carboidrati non fibrosi (NFC), costituiti da amido, zuccheri, pectine, glicani e galattani, vengono calcolati per differenza secondo la formula:

$$\text{NCF} = 100 - (\% \text{NDF} + \% \text{PG} + \% \text{Lipidi} + \% \text{ceneri}).$$

La composizione quanti-qualitativa dei carboidrati non strutturali nella razione è fondamentale per assicurare disponibilità energetica a livello ruminale, limitando i rischi di un eccessivo abbassamento del pH e conseguente acidosi, e di equilibrare il rapporto energia/proteina disponibile a livello ruminale. Ciò permette di massimizzare la capacità di sintesi proteica ruminale. Infine, poiché le concentrazioni di NFC e di NSC sono differenti nei vari alimenti (alcuni esempi nella Tabella 2.7), conoscere la composizione della razione permette di equilibrare il rapporto NFC/NSC. Una quantità eccessiva di NSC (ovvero zuccheri, amidi e fruttani), a causa della loro fermentazione ad acido lattico, può causare una diminuzione del pH ruminale. Essendo l’amido la quota maggiore è importante la sua valutazione analitica nei diversi alimenti, anche in funzione del fatto che la sua degradabilità è variabile.

	NCF % ss	AMIDO %NCF
Mais	75	90
Orzo	62	90
Avena	48	90
Frumento (farina)	71	90
Frumento (crusca)	21	75
Polpe ess. bietola	32	0
Trebbie di birra	27	80
Distillers	13	50
Soia f.e.	25	15
Soia buccette	14	40
Lino (farina di estrazione)	24	10

Tabella 2.7. Valori di NCF e amido di alcuni alimenti (Dell’Orto e Savoini, 2005).

La degradabilità è un fattore che comporta una differente attitudine per le fermentazioni ruminali: l’amido del frumento risulta infatti più fermentescibile a livello ruminale di quello di orzo, avena, mais e sorgo (Chalupa e Sniffen, 1994). Fondamentale è anche la scelta delle modalità di conservazione e dei trattamenti fisico-chimici dato che modificano le caratteristiche di degradabilità degli amidi: l’insilamento, la macinazione e i trattamenti al

calore incrementano infatti la degradabilità dell'amido. In conclusione è necessario considerare:

- qualità e quantità degli NSC;
- trattamenti fisici e granulometria (anche la rottura dei granuli di amido ne influenza la degradabilità);
- rapporto NDF/NSC;
- modalità di somministrazione della razione;
- impiego di tamponanti e alcalinizzanti (impiegati per neutralizzare l'eccessiva acidità che può derivare dalla digestione e dai relativi processi metabolici).

Con l'uso dei tamponanti, l'acidità viene neutralizzata senza cambiamenti rilevanti del pH mentre con l'uso di alcalinizzanti si ottiene un innalzamento del pH.

Esempi di tamponanti: il bicarbonato di sodio e di potassio, il carbonato di magnesio, il carbonato di calcio e la bentonite.

Esempi di alcalinizzanti, il carbonato di sodio, il carbonato di potassio e l'ossido di magnesio (Bizzetti, 2013)

2.7.3 Fibra

La fibra è un insieme di sostanze, in particolare polisaccaridi, situate nella parete cellulare delle cellule vegetali che resistono all'azione degli enzimi digestivi presenti nell'apparato gastro-enterico degli animali. Soltanto attraverso i processi di fermentazione microbica ruminale è possibile la digestione dei componenti insolubili (cellulosa, emicellulosa, lignina) e solubili (pectine, galattani) della parete cellulare. Importante fonte di energia e di principi nutritivi, la fibra è essenziale per il mantenimento della normale funzionalità ruminale. Essendo inversamente proporzionale alla digeribilità ed alla densità energetica il contenuto di fibra risulta essere un fattore limitante la produttività. Inoltre occupando gran parte dello spazio ruminale ne limita la capacità di contenere altro alimento.

Il contenuto in fibra dei foraggi (alcuni esempi nella Tabella 2.8), è influenzato da vari fattori:

- specie;
- varietà;
- stadio di maturazione;
- tempo trascorso dallo sfalcio;
- condizioni ambientali.

	FG	NDF	ADF	CELLULOSA
Leguminose	30 (28-32)	44 (40-48)	39 (33-44)	31 (22-34)
Graminacee	35 (30-40)	62 (55-70)	41 (37-44)	34 (31-37)
Silomais	22 (20-24)	45 (38-51)	26 (22-30)	23 (19-27)

Tabella 2.8: Contenuto di FG, NDF, ADF e cellulosa di alcuni foraggi espresso in % S.S. (Dell’Orto e Savoini, 2005).

Nel formulare una razione è fondamentale tenere conto del contenuto in NDF (emicellulose, cellulose e lignina) data la correlazione positiva tra la fibra e lo spazio occupato nel rumine e la sua correlazione negativa con la densità energetica della dieta. Va inoltre considerato che i ruminanti hanno un fabbisogno minimo di fibra per mantenere una corretta funzionalità ruminale.

Un corretto apporto di fibre deve considerare:

- lunghezza del foraggio;
- modalità e frequenza di somministrazione dei cereali;
- degradabilità della fibra;
- quantità e fermentescibilità degli NSC (Dell’Orto e Savoini, 2005; Cevolani, 2005).

2.7.4 Lipidi

I lipidi sono sostanze ad alta densità energetica (2,25 volte quella dei carboidrati) e fonte di acidi grassi essenziali. Con l’apporto di lipidi è possibile aumentare la concentrazione energetica dell’alimento e il contenuto di fibra senza avere gli effetti negativi derivanti da un aumento della quota di cereali nella dieta. Si deve però prestare attenzione a non fornire un eccessivo apporto di lipidi in quanto porta ad effetti negativi come la diminuzione dell’attività fermentativa microbica celluloso-litica. I componenti lipidici sono rappresentati da fosfolipidi, glicolipidi, trigliceridi, etc. I trigliceridi sono principalmente presenti nei cereali e nei semi di oleaginose mentre i foraggi invece contengono maggiormente glicolipidi e fosfolipidi, particolarmente nelle foglie. La composizione acidica dei lipidi è molto variabile: “i lipidi vegetali contengono in media 70-80% di acidi grassi insaturi, mentre i grassi animali ne contengono il 50-60%. I lipidi possono con facilità andare incontro ad irrancidimento con alterazioni delle caratteristiche organolettiche e strutturali. La composizione in acidi grassi dei lipidi (esempi nella Tabella 2.9) è importante perché ha effetti sulla conservazione dei grassi, sulle loro caratteristiche nutrizionali, sulle

fermentazioni ruminali ed infine su quelle che sono le peculiari caratteristiche qualitative dei grassi presenti nel latte e nei depositi adiposi” (Bizzetti,2013).

	Saturi	Monoinsaturi	Polinsaturi Linoleico	Polinsaturi Linoleico
Colza (119)	7%	11%	21%	61%
Girasole (113)	12%		65%	21%
Mais (126)	13%		57%	29%
Soia (121)	15%	8%	54%	23%
Arachide (95)	19%		33%	48%
Cotone (107)	27%		54%	19%
Strutto (65)	43%		9%	47%
Sego (50)	48%			49%
Palma (50)	51%		10%	39%
Cocco (10)	91%			7%

Tabella 2.9: Composizione in acidi grassi (saturi ed insaturi) di alcuni oli e grassi (Dell’Orto e Savoini, 2005).

Gli acidi grassi, soprattutto quelli insaturi inibendo la fermentazione svolta dai batteri metano-genici e celluloso-litici diminuiscono l’uso della fibra con conseguente minore crescita microbica, sintesi vitaminica e proteica. Possono inoltre determinare una diminuzione nel consumo di sostanza secca. Un apporto bilanciato di amidi e zuccheri si rivela quindi essenziale in quanto permette di mantenere le fermentazioni ruminali ad un livello di efficienza adeguato e di contenere il calo della proteina nel latte. Infine è necessario massimizzare l’assunzione di foraggi di alta qualità dato che una eccessiva quantità di grassi può causare un calo nell’assunzione di sostanza secca e degradabilità della fibra. Attraverso particolari processi industriali come idrolisi, idrogenazione e saponificazione che sono in grado di cambiare le caratteristiche fisico-chimiche dei lipidi stessi è possibile ottenere una serie di sottoprodotti, detti grassi “protetti” che possono by-passare il rumine, evitando il fenomeno della bio-idrogenazione da parte dei microrganismi ruminali.

2.7.5 Proteine

Nei ruminanti buona parte delle proteine alimentari è usata dai batteri del rumine che alla fine del loro ciclo vitale vengono digeriti dall’animale fornendo proteine ad alto valore biologico. “Di conseguenza il ruminante soddisfa i propri fabbisogni a partire dagli aminoacidi che compongono le proteine delle cellule batteriche stesse. Ciò nonostante è

necessario apportare anche una frazione di proteina direttamente assimilabile per compensare la naturale lentezza del meccanismo ruminale, soprattutto in animali che producono molto latte” (Cangemi et al., 2013b). Il fabbisogno di proteine viene espresso in % sulla sostanza secca: questo è importante per una corretta scelta del tipo e quantità di alimenti da utilizzare nella razione giornaliera. La proteina grezza (PG) misura l’azoto proteico e non proteico. Le frazioni proteiche, quali azoto non proteico (NPN), proteina solubile degradabile (RDP) e non degradabile (RUP) possono essere quantificate nell’alimento per stabilirne il grado di degradabilità ruminale e di digeribilità intestinale. Le proteine, infatti, nel rumine vengono degradate con diversa facilità: la maggior parte sono relativamente solubili, il che significa che i batteri ruminali sono capaci di digerirle. Durante la digestione batterica l’azoto nella proteina viene usato dalla popolazione microbica stessa per la crescita e la riproduzione. I microbi espulsi dal rumine nell’abomaso e nell’intestino vengono degradati dagli enzimi digestivi e una volta digerite vengono assorbite e costituiscono una fonte di proteine per l’animale. Per questo motivo proteine di qualità relativamente bassa (a basso costo) possono talvolta essere utilizzate per integrare le razioni. Un esempio sono le fonti di azoto non proteico (NPN), come l’urea, che forniscono azoto ai microbi ruminali. Si deve però considerare che un eccesso di NPN o un deficit di energia possono portare a fenomeni di tossicità: affinché la flora ruminale utilizzi l’NPN è necessario includere nella dieta una quantità sufficiente di carboidrati solubili (ad es. amido). L’efficienza di utilizzazione dell’azoto da parte della flora batterica, infatti, dipende dalla disponibilità di energia fornita dalla fermentazione dei carboidrati. Inoltre l’uso di NPN come fonte proteica dovrebbe essere limitato alle diete di mantenimento, poiché generalmente non soddisferà gli ulteriori requisiti per la produzione. Le proteine non solubili nel rumine passano intatte al tratto digestivo inferiore, dove verranno digerite e assorbite. Questo tipo di proteina è chiamata "proteina di bypass" poiché bypassa i batteri del rumine. La proteina di bypass viene utilizzata in modo efficiente ed è un mezzo per fornire proteine direttamente all’animale. Le proteine di bypass tendono ad essere di qualità superiore e generalmente costose. Tuttavia, non è consigliabile somministrare una percentuale molto elevata di proteine bypass e poche proteine solubili in quanto comporterebbe una scarsa prestazione dei microbi (Wand C., 2003). L’Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) suggerisce uno schema di valutazione delle proteine attraverso la stima dei valori di proteina digeribile intestinale, riportato nella Tabella 2.10.

INRA
$PDI = PDIM + PDIA$
Dove: PDI = proteina digeribile intestinale PDIM= proteina digeribile intestinale di origine microbica PDIA = proteina digeribile intestinale di origine alimentare PDIM dipende dalla disponibilità di energia (PDIME) e di azoto (PDIMN)

Tabella 2.10. Valutazione della digeribilità intestinale delle proteine (INRA,1998).

La degradabilità di una proteina dipende da vari fattori quali conservazione e trattamento: ad esempio l'insilamento aumenta la solubilità e la degradabilità della proteina mentre la tostatura e l'estrusione di alimenti proteici comportano una diminuzione di tale degradabilità (INRA, 1988). Alla base dei sistemi di valutazione delle proteine nei ruminanti sta il concetto di degradabilità ed il grado in cui le proteine alimentari sono degradate nel rumine. Nei poligastrici, a causa della microflora del rumine, la valutazione qualitativa delle proteine è complessa.

Le PDI vengono distinte in PDIN o PDIE a seconda che il fattore limitante per la sintesi microbica ruminale sia l'azoto degradabile o l'energia fermentescibile.

Le PDI sono composte da:

- a) le PDIA, ovvero gli aminoacidi assorbiti nell'intestino provenienti dalle proteine alimentari non degradate nel rumine;
- b) le PDIM, ovvero gli aminoacidi assorbiti nell'intestino provenienti dalla massa microbica ruminale.

“Poiché la popolazione microbica si sviluppa in funzione dell'azoto e dell'energia disponibili a livello ruminale, le PDIM possono essere PDIMN o PDIME a seconda che il fattore limitante per la sintesi microbica ruminale sia l'azoto degradabile o l'energia fermentescibile, rispettivamente.” (Toteda,2016)

Di conseguenza vi saranno due casi:

1. Un alimento è somministrato da solo e il suo valore in PDIM è determinato dalla caratteristica che maggiormente limita la proteosintesi microbica. Ad esempio nel caso dei cereali (i quali forniscono più energia che azoto) viene utilizzato il PDIMN mentre per delle farine proteiche (dove l'azoto prevale) viene utilizzato il PDIME.
2. L'alimento fa parte di una razione mista e in questo caso vanno sommati i valori di PDIN e quelli di PDIE dei vari alimenti compresi nella razione ottenendo così due valori totali di PDIN e PDIE: l'apporto di PDI della razione sarà dato dal più basso di questi due valori.

È possibile esprimere il PDIN con le seguenti formule:

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

In una razione ben formulata i valori di PDIN e PDIE sono pressoché uguali assicurando equilibrio tra energia ed azoto nella razione. Comunque, un leggero deficit delle PDIN rispetto alle PDIE sarebbe compensato dall'urea endogena riciclata. Questo deficit può ammontare fino a di 8 g/UFL nelle vacche da latte prima di superare la soglia di compensazione (Toteda,2016).

2.7.6 Vitamine e minerali

Durante tutto l'anno, ma in particolare quando sono in preparazione al parto, è per gli animali abbiano un corretto apporto di vitamine e sali minerali. Ciò può essere garantito acquistando dei blocchi di sali minerali e vitamine, prestando particolare attenzione al contenuto che contengano vitamine A, D ed E (spesso scarso) e che non contengano rame (tossico per i piccoli ruminanti). Gli animali assumeranno autonomamente la quantità necessaria di sali e vitamine. Tali blocchi dovranno essere sempre presenti nelle stalle mentre durante il pascolo in altura è suggeribile dare agli animali del Cloruro di Sodio (normale sale da cucina) come integrazione (Volpelli et al., 2020).

2.8 I fabbisogni nutrizionali nelle varie fasi produttive

I bisogni cambiano a seconda dello stadio fisiologico in cui l'animale si trova ed il loro soddisfacimento dipende da due elementi fondamentali: il valore nutrizionale degli alimenti e la capacità di ingestione. Ad esempio un animale in lattazione (con l'utero "vuoto") ha una capacità di ingestione maggiore rispetto ad un animale gravido. Il bilancio energetico della dieta sarà determinato dalla quantità di energia apportata dalla razione giornaliera e, rispetto alle esigenze reali dell'animale, sarà positivo quando tutte le esigenze dell'animale vengono soddisfatte mentre sarà negativo nel caso in cui l'assunzione dell'alimento non sia sufficiente. I fabbisogni energetici, proteici, minerali, vitaminici e di sostanza secca della pecora da latte sono distinti in: fabbisogno per la produzione del latte, per la riproduzione e

lo stato di gravidanza e infine si ha il fabbisogno durante l'asciutta (Toteda,2016; Cangemi et al.,2003a).

2.8.1 I fabbisogni durante la fase di gravidanza

Le pecore sostengono un accrescimento fetale maggiore rispetto ai bovini ed in un tempo minore. Inoltre il rapporto tra il peso dei nati e quello della madre arriva fino al 13,5% negli ovini (mentre raggiunge il 7,5% nei bovini). Con la crescita del feto si ha un aumento del fabbisogno nutrizionale accompagnato da una diminuzione della capacità di ingestione (limitata dalla presenza del feto stesso). Si possono facilmente verificare carenze nutrizionali nella prima fase di gravidanza (i primi 30 giorni) con aumento della mortalità fetale e successivo ritorno in calore. Nella fase intermedia (i 70 giorni successivi) si ha lo sviluppo della placenta e un deficit nutritivo in questo periodo può influenzarne negativamente lo sviluppo fetale con minore peso alla nascita e/o maggiore mortalità insieme ad una diminuzione della produzione di latte successiva. Nella fase finale (ultimi 50-55 giorni) si ha l'80%-90% della crescita del feto accompagnato da un rapido aumento dei fabbisogni nutrizionali (come mostrato nella Tabella 2.11) ed una contemporanea riduzione della capacità di ingestione. Nel caso in cui le pecore fossero alimentate inadeguatamente durante questo periodo rischieranno di andare incontro a tossiemia gravidica o di iniziare la lattazione troppo magre e con una scarsa produzione di latte (Cangemi et al.,2003a). Durante la gestazione il fabbisogno nutritivo varia in base al numero dei feti e alla distanza dal parto. Durante le prime 3-4 settimane dopo l'accoppiamento, fino al 30% degli ovuli possono andare persi perché non fecondati o a causa di alimentazione errata che porta alla morte dell'embrione. In questa fase bisogna evitare rapidi cambiamenti nel piano alimentare. Durante il secondo e terzo mese di gestazione nonostante il peso del feto aumenti di poco e la placenta stia completando il suo sviluppo i livelli di produzione latte possono essere rimanere elevati. Inoltre la pecora deve recuperare eventuali tessuti persi con la lattazione. Alla fine del terzo mese il peso del feto rappresenta il 15% di quello finale. Il 70% della crescita fetale infatti avviene nelle ultime 6 settimane portando ad un aumento delle richieste alimentari (il fabbisogno energetico e proteico relativo alle ultime settimane prima del parto è riportato nella Tabella 2.12 mentre il fabbisogno di calcio e fosforo si trova nella Tabella 2.13). Orientativamente, una pecora con un solo feto richiede il doppio di alimento rispetto ad una pecora in asciutta ed il triplo in caso di gravidanza gemellare. Alla fine del terzo mese per non compromettere la produzione di latte successiva la pecora gravida deve essere messa

in asciutta. Nel caso animali al pascolo un corretto razionamento diventa difficile da attuare. Un buon pascolo può soddisfare le esigenze fino alla seconda metà del quarto mese di gestazione ma successivamente è necessario integrare la razione con dei concentrati (fino a 0,3-0,4 Kg/capo/giorno) soprattutto se si tratta di gravidanze gemellari. Questo perché i fabbisogni aumentano e la capacità di ingestione diminuisce.

Mesi di gravidanza	S.S. Kg	T.D.N. kg	U.F. n.	Protidi digeribili (g)	Ca g	P g	Caroteni mg
<3	1.26	0.70	0.67	60	3.3	2.6	2
3,5-5	1.71	1.02	1.07	87	4.4	3.3	7

Tabella 2.11. Esigenze nutritive della pecora durante la gravidanza (Toteda, 2016).

Peso Kg	Tipo di gravidanza	Settimane prima del parto					
		6-5		4-3		2-1	
		UFL n.	PDI g	UFL n.	PDI g	UFL n.	PDI g
40	Singola	0,62	67	0,72	87	0,85	102
	Gemellare	0,64	72	0,75	95	0,90	110
50	Singola	0,72	72	0,84	90	0,98	105
	Gemellare	0,74	77	0,94	102	1,15	125
60	Singola	0,80	80	0,94	100	1,14	115
	Gemellare	0,82	90	1,02	115	1,32	140
70	Singola	0,88	90	1,02	115	1,22	130
	Gemellare	0,90	110	1,10	135	1,40	150

Tabella 2.12. Fabbisogni energetici della pecora a fine gravidanza (Toteda, 2016).

Fase	Calcio (g/d)	Fosforo (g/d)	Rapporto Ca:P
Asciutta	3,5	2,5	1,5:1
1 mese prima del parto	6,9	3,5	2,0:1
2 settimane prima del parto	9	4	2,25:1
Lattazione 1,5 kg. latte	13	5,6	2,3:1
Lattazione 0,5 kg. Latte	6	3	2,1

Tabella 2.13. Apporto di minerali necessario in gravidanza e lattazione (Cangemi et al., 2003a).

2.8.2 La lattazione

Anche nel caso della fase della lattazione i fabbisogni alimentari e la capacità di ingestione variano in base al periodo considerato.

La lattazione della pecora dura attorno alle 12-20 settimane e il massimo della produzione si ha nella seconda /terza settimana per poi diminuire: il 38% della produzione totale si ha nel primo mese, il 30% nel secondo, il 21% nel 3° e l'11% nel 4° mese di lattazione.

I fabbisogni energetici e proteici di lattazione sono proporzionalmente superiori a quelli dei bovini in quanto il latte contiene un maggior tenore di proteine e lipidi. Vengono utilizzati 0,6 U.F. e 80 g di proteina digeribile per ogni kg di latte che viene prodotto (come mostrato nella Tabella 2.15).

Il fabbisogno netto di energia per il mantenimento (E_m) può essere calcolato con la formula:

$$E_m = 0,226 (W/1,08)^{0,75} + 0,0106 W \text{ (Tabella 2.14).}$$

Nel caso di pecore tenute all'aperto in pianura si deve sostituire 0,0106 con 0,0225 e con 0,0337 se pascolano in collina a causa della maggiore attività svolta.

Il contenuto energetico del latte di pecora può essere calcolato con la seguente formula:

$$VEI \text{ (MJ/kg)} = 0,0328 G + 0,0025 D + 2,20$$

G = contenuto in grasso;

D = giorno di lattazione (Tabella 2.14).

Quando non si hanno informazioni sulla composizione del latte si può adottare il valore di 4,6 MJ/kg. Il valore energetico dei tessuti utilizzati dalla pecora varia nel corso della lattazione da 17 a 68 MJ/kg ed è maggiore ad inizio della lattazione. Se non si hanno informazioni attendibili si può assumere il valore di 26 MJ/kg (come mostrato nella Tabella 2.14). Infatti ogni kg di tessuto mobilizzato fornisce: $26 \times 0,84 = 21,84$ MJ di energia netta come latte ed ogni kg di peso guadagnato aumenta il fabbisogno di energia netta dell'animale di un valore pari a:

$$26/0,95 = 27,36 \text{ MJ (Tabella 2.14) (Toteda,2016).}$$

Composizione latte di pecora (g)	Grasso 74 , residuo magro 119, proteina grezza 55 , lattosio 48, calcio 1,6 , fosforo 1,3 , magnesio 0,17
Durata lattazione	12-20 settimane
Produzione latte	38% 1° mese 30% 2° “ 21% 3° “ 11% 2° “
Contenuto energetico latte	E latte (MJ/Kg)=0,0328 G+0,0025D+2,20 Contenuto medio= 4,6 MJ/Kg
Energia netta: Tessuti mobilizzati Guadagno peso	26x0,84=21,84 MJ 26:0,95=27,36 MJ
ESIGENZE:	Energia: Km=0,7 Kl=0,62 Mantenimento: 0,226 (W/1,08) ^{0,75+} 0,0106 ^{*W}
	* per pecore che pascolano in pianura=0,0225 * “ “ “ collina=0,0337
	UFI=0,045 W ^{0,75} Produzione 4,6/0,62= 7,42 MJ/Kg = 1,02 UFI UFI= 0,42/Kg latte al 4% di grasso E.M. fornita da perdite corporee = 26 MJ/Kg
	Proteine Proteine degradabili= 8,34 g/MJ energia ingerita Proteine non degradabili= 1,47xproteine tissutali-6,67xEM ingerita <u>Proteine tissutali</u> = Mantenimento: 2,19 g/W ^{0,75} Produzione latte: 53x0,95 g/Kg Guadagno peso: 130 g/Kg Perdita peso: 98 g/Kg Mantenimento Produzione* Calcio: PV x 0,016/0,51 Kg x 1,6/0,51 Fosforo: PV x 0,03/0,58 Kg x 1,3/0,58 Magnesio: PV x 0,003/0,17 Kg x 0,17/0,17 * latte al 4% di grasso

Tabella 2.14. Fabbisogni nutrizionali della pecora durante la lattazione (Toteda, 2016).

Il fabbisogno di proteine espresso in g/giorno di PDR (proteine degradabili dal rumine) è di 8,34 di EM ingerita e quello di proteine alimentari non degradabili nel rumine (g/giorno) ammonta a:

1,47 proteine tissutali richieste - 6,67 di EM ingerita (Tabella 2.14).

Il fabbisogno dei tessuti include quello per il mantenimento (2,19 g/kgW^{0,75}), quello per la produzione latte (53 g/kg) e quello necessario o reso disponibile dalla variazione di peso del corpo (130 g/kg per il guadagno e 98 g/kg per la perdita di peso).

In questa fase il fabbisogno netto per il mantenimento di: calcio, fosforo e magnesio ammonta rispettivamente a 16, 30 e 3 mg/kg di peso corporeo (come evidenziato nella Tabella 2.14). Il fabbisogno netto per la produzione del latte raggiunge 1,6 g di Ca, 1,3 g di P e 0,17 g di Mg. La disponibilità teorica di questi elementi nella dieta ammonta allo 0,51 per il calcio, 0,58 per il fosforo e 0,17 per il magnesio (Toteda,2016). Nella Tabella 2.15 sono riportati i vari fabbisogni della pecora in lattazione, per litro di latte prodotto.

Mesi dopo lo svezzamento	Composizione latte %		Esigenze per litro di latte			
	grasso	proteine	UFL (n.)	PDI (g)	Ca (g)	P (g)
1-2	5,8	4,9	0,59	74		
	6,2	5,3	0,62	80	6,4	2,5
3-4	6,5	5,5	0,64	83		
	7,5	6	0,72	90	6,4	2,5
5-6	8	6,2	0,75	93		
	9	6,2	0,80	93	7,0	2,8

Tabella 2.15. Fabbisogni energetici della pecora in lattazione, per litro di latte prodotto (Toteda, 2016).

Nei primi tre mesi la produzione di latte cresce rapidamente mentre la capacità di ingerire alimenti aumenta molto lentamente e ciò comporta un bilancio energetico negativo. Il bilancio energetico e la perdita di peso devono essere monitorati pesando gli animali e misurando le variazioni del BCS: un BCS di 2.5-2.8 rappresenta la condizione ottimale. Assolutamente da evitare perdite di peso che portino il BCS a valori inferiori a 2 (evitare di superare 1 punto di variazione BCS nelle prime 6 settimane di lattazione). Nei primi tre mesi di lattazione diete composte principalmente da concentrati favoriscono la produzione del latte mentre quelle troppo ricche di fibra hanno un effetto opposto. Per esempio dividendo gli animali in tre gruppi: nei primi 3 mesi di lattazione oltre al pascolo a volontà sarà bene fornire 500 g al giorno di concentrato (al 23% di PG) al giorno per un totale di 0,95 UFL; dal terzo mese all'asciutta oltre al pascolo a volontà vengono forniti 200 g di concentrato (al 18% di PG) al giorno per un totale di 0,85 UFL; nel periodo di asciutta oltre al pascolo a volontà vengono forniti 300 g di concentrato (al 18% di PG) per un totale di 0,85 UFL. Durante la lattazione si verificano negli animali importanti cambiamenti ormonali che, in questa prima parte della lattazione, necessitano di diete ricche di zuccheri non strutturali e poca fibra. In breve nei primi mesi di lattazione con bilancio energetico negativo la

produzione di latte è favorita da razioni molto ricche di amidi (contenuti in cereali quali granelle d'orzo, mais, ecc.) e relativamente povere di fibra (Cangemi et al.,2013a). Nella fase intermedia e finale della lattazione, a differenza di quanto visto per i primi mesi della lattazione durante le fasi intermedia e finale la somministrazione di razioni capaci di garantire una elevata ingestione di fibra digeribile aumentano la produzione di latte. Gli alimenti ideali per questa fase sono: pascoli verdi (facilmente digeribili come ad esempio l'erba medica), fieni o insilati di qualità eccellente e finemente trinciati. Molto importante l'utilizzo di diete ricche di materie prime fibrose molto digeribili come polpe di bietola, buccette di soia, pastazzo di agrumi, ecc. e assicurare sempre nella razione almeno il 16-18% di proteina totale. Al contrario di quanto visto nella fase precedente riguardo ai cambiamenti ormonali e al ruolo della fibra ora l'effetto positivo di quest'ultima è evidente solamente quando la sua ingestione è molto alta. Al contrario fornire foraggi maturi non trinciati comportano ingestione limitata dall'ingombro eccessivo abbassando la produzione di latte. In breve in questa seconda parte della lattazione con un bilancio energetico positivo la produzione di latte è favorita da razioni ricche in foraggi purché con una fibra molto digeribile (povere di lignina) mentre è sfavorita dall'uso di cereali e amidi (Cangemi et al.,2013a).

2.8.3 La copertura

Nelle pecore adulte la copertura coincide con la parte finale della lattazione. Lo stato nutrizionale delle pecore all'accoppiamento influenza il tasso di ovulazione e la mortalità embrionale determinando di conseguenza prolificità e fertilità. Se gli animali adulti sono correttamente alimentati i maggiori risultati si hanno sulla prolificità, mentre nelle pecore al primo parto (saccaie) si hanno sulla fertilità. Pecore con BCS maggiore di 4 (troppo grasse) oppure con BCS minore di 2,5 (troppo magre) hanno una bassa fecondità. Il BCS ideale per un'alta fecondità è compreso tra 2,75 e 3,25. Per migliorare l'efficienza riproduttiva degli animali si può ricorrere alla tecnica del "flushing" a partire dalle ultime 2-4 settimane precedenti la copertura. La tecnica del flushing consiste nell'aumento dell'apporto di energia e proteina attraverso aggiunta di alimenti alla razione giornaliera a partire da 15-20 giorni prima della copertura fino a 10-15 giorni dopo la copertura (Cangemi et al.,2013a).

2.9 Valutazione dello stato di benessere

Per ottimizzare la razione giornaliera delle pecore si devono considerare le differenze tra gli animali per età, stato di forma, fase fisiologica, stato sanitario e infine deve essere considerata la variabile del pascolo. Per poter formulare delle razioni adeguate vengono presi in considerazione degli elementi che forniscono informazioni per la formulazione di diete specifiche. Fornire una razione unica per tutto il gregge infatti potrebbe rivelarsi un grave errore date le differenti richieste dei diversi gruppi. Ad esempio se un gruppo di pecore è in una condizione di bassa produzione di latte deve essere separato dal resto del gregge e alimentato diversamente. Da notare che alcuni degli indicatori dello stato di benessere normalmente considerati negli allevamenti bovini (come l'analisi del latte o del liquido ruminale) non sono analizzati nella pecora da latte dato che i fondi a disposizione sono spesso limitati (specialmente a livello estensivo).

Alcuni degli indicatori dello stato di benessere utilizzati sono:

- lo stato sanitario degli animali;
- la produzione giornaliera del latte (quantità/ qualità);
- la concentrazione dell'urea nel latte;
- le caratteristiche delle feci;
- lo stato di ingrassamento dell'animale (BCS).

2.9.1 La concentrazione di urea nel latte

La quantità di urea presente nel latte (uno dei parametri del controllo periodico dei campioni del latte conferito ai caseifici) è un buon indicatore dell'ingestione e dell'utilizzo delle proteine: l'urea infatti è ottenuta dalla trasformazione da parte del fegato dell'ammoniaca che deriva dalla proteina alimentare e dalle altre fonti azotate non proteiche. Valori tra i 30 ed i 50 milligrammi sono considerati fisiologici (vedere Tabella 2.16) per decilitro di latte (mg/dl). Se questi valori risultano alterati potrebbe trattarsi di dismetabolie o diminuzione dell'efficienza nel metabolismo dell'urea. I valori dell'urea nel latte cambiano fisiologicamente nel corso dell'anno andando da un valore medio di 25 milligrammi per decilitro (mg/dl) di latte all'inizio della lattazione fino a crescere gradualmente verso valori di 35-40 mg nei mesi di maggio–giugno per poi calare a fine lattazione.

Contenuti di urea nel latte	Indice	Effetti sull'animale o la produzione di latte
Valori alti (oltre i 50 mg/dl)	eccessi proteici nella razione	- Infezioni a livello ruminale (con produzione di tossine batteriche ed istamina)
	bassa energia fermentescibile della razione	- aumento del contenuto in cellule somatiche del latte a causa dei processi infettivi;
	pH del rumine troppo alto (composizione della razione sbilanciata verso il pH)	- diminuzione del grasso da latte; - peggioramento della lattazione; - edemi mammari; - diminuzione della fertilità
Valori bassi (sotto i 30 mg/dl)	carenza di proteina nella razione	- diminuzione della capacità di ingestione degli alimenti e della digeribilità degli stessi:
	eccesso di proteine a bassa degradazione nel rumine by pass	- diminuzione della produzione di latte;
	diminuzione dell'attività dei batteri del rumine verso gli amidi e cellulosa	- diminuzione nella produzione di proteine batteriche nel rumine; - peggioramento della qualità casearia della caseina

Tabella 2.16. Effetti della concentrazione dell'urea del latte sulla salute e sulla risposta produttiva delle pecore (Cangemi et al., 2013c).

2.9.2 Le caratteristiche delle feci

Le feci essendo il prodotto finale della digestione hanno una composizione che dipende direttamente dagli alimenti consumati e dal normale svolgimento del processo digestivo. Si riassumono brevemente le relazioni tra caratteristiche delle feci e lo stato nutrizionale e di salute dell'animale nella Tabella 2.17.

Caratteristica delle feci	Aspetto	Causa	
Feci liquide o semiliquide (diarroiche)	di colore scuro	eccesso di proteina altamente fermentescibile nella razione (NPN + proteina solubile)	uso di erbe giovani, insilati di medica e/o erba, alimenti addizionati di urea
	di colore chiaro, con forte odore e frammenti di granella indigerita	uso di razioni troppo ricche in NSC e/o povere in fibra strutturata	acidosi ruminale determinata da alimenti troppo ricchi di sostanze minerali o molto sporchi di terra
Feci conformate in blocchi pastosi	di colore marrone verdastro	razione bilanciata per la funzionalità dell'apparato digerente	dieta basata sul pascolamento di erbe giovani indice di razioni con contenuti medio bassi di fibra ruminabile
Feci ben formate a (a pellet)	di colore marrone scuro con umidità medio-bassa (50/60%)	razione bilanciata per la funzionalità dell'apparato digerente	indice di alimentazione corretta
Feci compatte e molto asciutte	evidente presenza di particelle fibrose indigerite	carenza di proteina fermentescibile nel rumine	indice di limitata attività batterica per uso di razioni troppo fibrose o molto lignificate (fieni troppo maturi, paglie, stoppie)

Tabella 2.17. Relazione tra le caratteristiche delle feci e lo stato nutrizionale nella pecora da latte (Cangemi et al., 2013c).

2.9.3 BCS (Body Condition Score)

Punteggio in una scala da 0 a 5 stimato in base alla quantità di grasso sottocutaneo palpabile e visibile all'altezza delle vertebre lombari della regione della groppa/coda (estremamente magro = 0, estremamente grasso = 5). Sulla base del BCS viene deciso in che gruppo alimentare inserire l'animale e se necessita o meno del flushing.

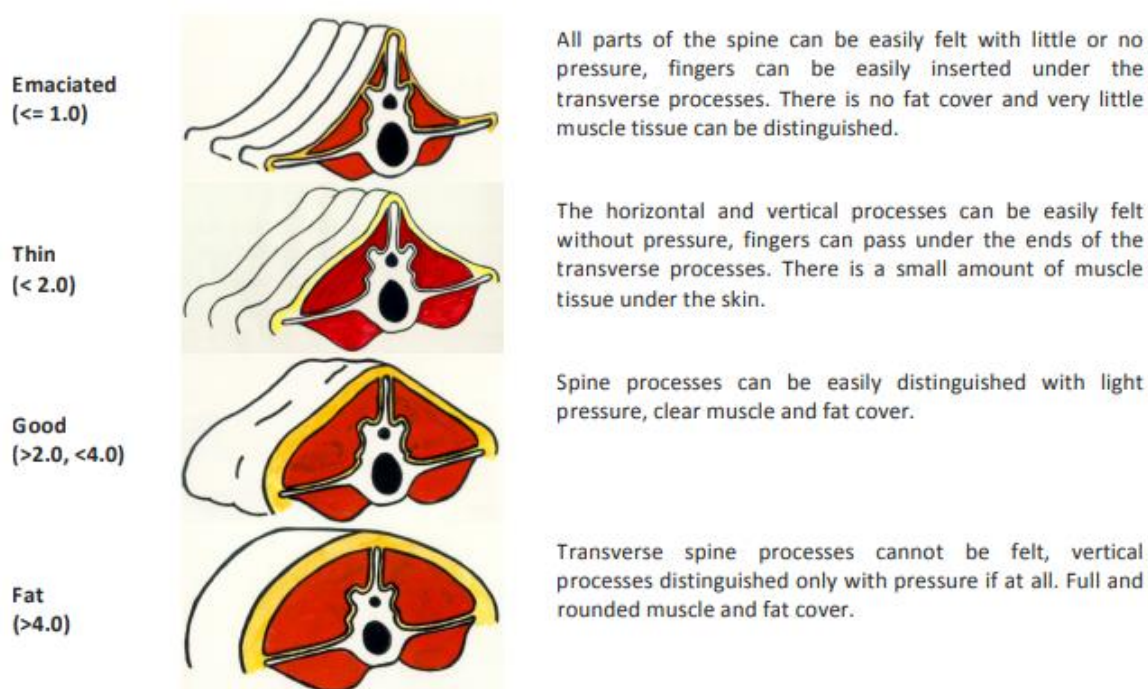


Figura 2. Valutazione del BCS attraverso la palpazione delle vertebre lombari (Ruiz e Dwyer, 2015).

2.10 Acidosi

L'acidosi ruminale è causata dall'ingestione di eccessive quantità di carboidrati altamente fermentescibili e/o da una insufficiente quantità di fibra lunga e strutturata. Come risultato la produzione di acidi aumenta fino a superare i limiti fisiologici e il pH ruminale diminuisce. Gli effetti dipendono dalla frequenza e durata dello squilibrio alimentare. L'incidenza di acidosi più alta si ha durante il 1° mese dopo il parto mentre scende a livelli trascurabili dopo il 3° mese: l'insorgenza dell'acidosi infatti è associata al mancato adattamento degli animali alle diete con una maggior concentrazione di carboidrati altamente fermentescibili rispetto al periodo di asciutta. Il rischio è maggiore nelle razze di pecora ad alta produzione di latte mentre le razze rustiche sembrano essere più resistenti. I sintomi clinici variano a seconda della tipologia e quantità di carboidrati consumati. La velocità di digestione e la quantità di assunzione di amido influenzano la gravità dell'acidosi: ad esempio le miscele di cereali contenenti chicchi di cereali finemente macinati o altamente lavorati hanno i tassi più elevati di digestione ruminale. L'acidosi ruminale, inoltre, provoca la morte dei microrganismi in grado di sintetizzare la biotina, fondamentale per la sintesi della cheratina e degli acidi grassi a lunga catena che vanno a comporre la matrice intracellulare del tessuto corneo (Nocek J. E., 1997; Van Amstel e Shearer, 2006).

Le alterazioni ruminali hanno diverse conseguenze sistemiche. L'aumento degli acidi organici, in particolare dell'acido lattico, e un pH ridotto determinano una diminuzione della motilità ruminale, stasi, ruminite e ipercheratosi. Questi cambiamenti stabiliscono le condizioni per la penetrazione di alcuni batteri (*Fusobacterium necrophorum*) attraverso la parete ruminale per arrivare fino al fegato dove si formano ascessi. Altre possibili conseguenze sono: un aumento della pressione osmotica ruminale, diminuzione del volume extracellulare con conseguente disidratazione, diminuzione della gittata cardiaca, diminuzione perfusione periferica, diminuzione del flusso sanguigno renale, shock e morte.

2.10.1 Acidosi acuta

L'acidosi acuta è caratterizzata da una drastica riduzione del pH ruminale ($\leq 5,0$), un forte aumento della concentrazione di acido lattico, un aumento della concentrazione di acidi grassi volatili e una forte diminuzione dei protozoi totali. Durante l'acidosi acuta alcune funzioni fisiologiche possono essere compromesse e può verificarsi la morte dell'animale. Il quadro clinico degli animali con acidosi ruminale acuta è caratterizzato da zoppie,

ottundimento del sensorio, diarrea, riduzione della frequenza della ruminazione fino a stasi ruminale. In Figura 3 sono illustrati gli eventi associati all'induzione di acidosi acuta ruminale che portano ad uno stato di acidosi metabolica.

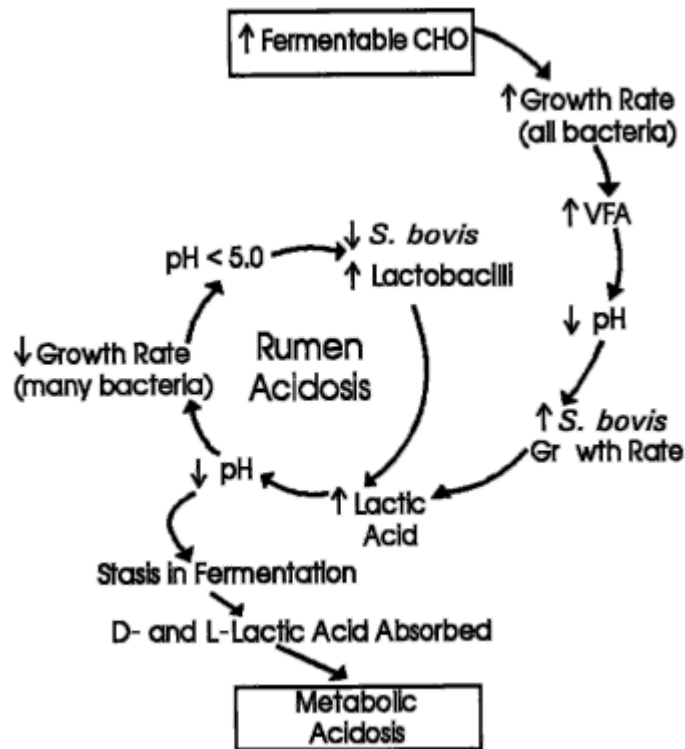


Figura 3. Sequenza di eventi associati all'induzione di acidosi acuta ruminale (Nocek J. E., 1997).

Se l'insulto persiste l'acidosi metabolica irreversibile è inevitabile. Un'altra conseguenza è la riduzione del flusso sanguigno al tratto gastrointestinale che causa a sua volta una diminuzione nell'assorbimento di acidi organici da parte del rumine. L'esposizione prolungata dell'epitelio ruminale ad elevate concentrazioni di acido può portare a ipercheratosi e paracheratosi ed a una ridotta capacità di assorbimento degli acidi organici, abbassando ulteriormente il pH. Sebbene tutti gli acidi organici si accumulino nel rumine, il lattato rimane l'acido predominante. L'accumulo di acido lattico è dovuto al fatto che in queste condizioni i batteri produttori di lattato superano in numero i batteri utilizzatori di lattato. Ad esempio *S. bovis* (un importante produttore di acido lattico) diminuisce drasticamente con valori di pH tra 5,3 e 5,1 mentre *M. elsdenii*, un utilizzatore di lattato, ha un tasso di crescita ridotto da pH 6 a 5,5. Questa differenza si traduce in un significativo accumulo di acido lattico quando vengono forniti carboidrati facilmente fermentabili.

Quando il pH ruminale viene mantenuto >5,5, esiste un equilibrio tra produttori e utilizzatori, tale che l'acido lattico non si accumuli. I principali microrganismi ruminanti che utilizzano

l'acido lattico sono *Propionibacterium shermanii*, *M. elsdenii* e *S. ruminantium*. Diversi studi suggeriscono che *M. elsdenii* possa accelerare l'adattamento dei ruminanti nel passaggio dal foraggio al grano. *Megasphaera elsdenii* non può utilizzare l'amido, ma *S. bovis* può fermentare l'amido e produrre maltosio. Entrambi i microbi possono usare il maltosio. I fattori che influenzano il numero relativo di *S. bovis* e *M. elsdenii* sono associati alla loro capacità relativa di utilizzare il maltosio, alla produzione di acido lattico da parte di *S. bovis*, all'uso di lattato da parte di *M. elsdenii*, l'efficienza dell'uso del substrato per la crescita da parte di entrambi e la tolleranza a pH ruminali bassi. Tutti questi fattori possono contribuire a un cambiamento della popolazione ruminale che può innescare o sostenere l'acidosi lattica ruminale. Con il continuo diminuire del pH anche la crescita di *S. bovis* viene impedita ma questo viene presto sostituito dai lattobacilli che continuano a produrre acido lattico avviando un effetto a spirale. L'acidosi ruminale porta anche ad una diminuzione del numero di protozoi ciliati. Una volta che l'acido lattico inizia ad essere assorbito nel flusso sanguigno il risultato è l'acidosi sistemica. Il contenuto ruminale è ipertonico in relazione al plasma nei ruminanti acidotici. Un meccanismo chiave nella regolazione del pH sistemico è il sistema tampone del bicarbonato (se l'ingresso di acido lattico nei fluidi corporei non è eccessivo). Il sistema tampone del bicarbonato è solitamente in grado di mantenere il pH entro limiti critici.

2.10.2 Acidosi subclinica

In molte aziende lattiero-casearie la sfida maggiore non è tanto l'acidosi acuta ma l'acidosi subclinica la quale causa un lieve accumulo di acido lattico nel rumine portando comunque ad un abbassamento del pH ruminale. L'acidosi acuta presenta segni e sintomi specifici mentre nel caso dell'acidosi subclinica i sintomi sono subdoli e poco evidenti. Le possibili manifestazioni cliniche dell'acidosi subclinica includono: assunzione di mangime ridotta, diminuzione della produzione di latte, cattive condizioni corporee nonostante un'adeguata assunzione di energia, diarrea ed infine episodi di laminite come mostrato in Figura 4. Nell'acidosi subclinica il pH raggiunge livelli inferiori a 5,5 come conseguenza del continuo tentativo di massimizzazione dell'apporto energetico e spesso si verifica anche in allevamenti ad alta produzione, anche se ben gestiti. Dato che la forma fisica e il contenuto energetico della razione hanno un profondo effetto sullo sviluppo della mucosa ruminale se nella dieta sono presenti troppi concentrati vi sarà un aumento della massa della mucosa (per avere una maggiore capacità di metabolismo e assorbimento). Questo aumento però può

provocare un ispessimento dello strato corneo, determinando una barriera fisica per i VFA. Inoltre la morfologia delle papille degli animali esposti per lunghi periodi ad un eccesso di concentrati nella dieta cambia passando da un aspetto fisiologico fino ad avere forme lunghe e piatte o a formare aggregati. Le papille presentano lesioni sulle punte e spesso la mucosa è ripiegata su sé stessa. Tutto questo porta a una notevole diminuzione della superficie disponibile per l'assorbimento. Si rivela quindi fondamentale ricercare il livello ottimale di concentrati tale da stimolare la proliferazione microbica e l'assorbimento ruminale senza superare la soglia che porterebbe a problemi di ipercheratosi e diminuzione della capacità di trasporto degli AGV.

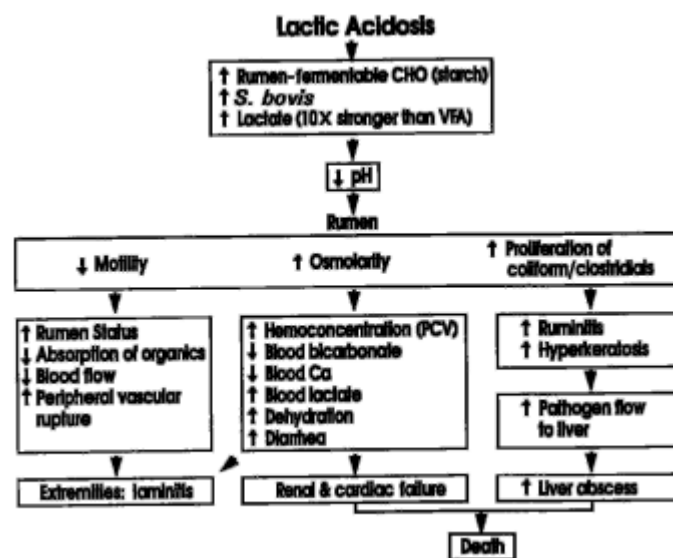


Figura 4. Progressione degli eventi fisiologici che associano acidosi e laminite (Nocek J. E., 1997).

Gli animali colpiti mostrano un appetito irregolare, episodi transitori di diarrea e perdita di peso. L'acidosi subclinica deve essere considerata una diagnosi differenziale associata a una varietà di sintomi, compresi quelli elencati in precedenza. Considerando quanto detto, non è possibile emettere diagnosi di SARA basandosi su un singolo sintomo, ma l'unico modo per ottenere una diagnosi corretta è quello di osservare e contestualizzare i seguenti aspetti:

- indagine anamnestica e clinica globale dell'allevamento;
- valutazione dell'alimentazione;
- esame del liquido ruminale.

2.11 Laminite

2.11.1 Definizione e cause di laminite

Il nome scientifico della laminite è pododermatite asettica diffusa e consiste in un'inflammatione asettica degli strati dermici all'interno del piede. La laminite ha un'etiologia multifattoriale associata a diversi fattori spesso interdipendenti. L'alimentazione ricopre un ruolo molto importante in relazione alla salute dei piedi delle pecore, specialmente per quanto riguarda la prevenzione delle patologie podali con etiologia collegata alla laminite (Alvergnas et al., 2019). In particolare una alimentazione con un aumento dei carboidrati altamente fermentescibili si traduce in uno stato di acidosi capace di predisporre la pecora alla laminite. Anche cambiamenti ormonali associati al parto e ad altre fasi del ciclo di lattazione, malattie infettive (come mastite, metrite e marciume del piede), condizioni ambientali (come superfici dure, mancanza o scarso uso di lettiera e mancanza o eccessivo esercizio su superfici indesiderabili) possono predisporre gli animali a patologie podali. Altri fattori, come le condizioni di salute, il peso corporeo e la struttura dei piedi e delle gambe, possono aumentare il carico di peso e lo stress sui piedi, esacerbando l'eventuale danno.

2.11.2 Alimentazione e Laminite

Sebbene l'etiologia della laminite sia multifattoriale, l'alimentazione ha un ruolo fondamentale nella genesi di questa patologia. Il livello e la disponibilità di carboidrati nelle varie razioni possono avere un impatto significativo sul metabolismo ruminale. La quantità di mangime necessaria per indurre acidosi ruminale dipende dal tipo di lavorazione subita dall'alimento, dal periodo di adattamento fornito all'animale, dallo stato nutrizionale e dalla frequenza di somministrazione dell'alimento. Nello specifico l'importanza dello stato nutrizionale è stata provata anche nelle pecore: a parità di quantità di frumento somministrato gli animali malnutriti hanno mostrato segni clinici di acidosi acuta con maggiore frequenza rispetto ai soggetti ben nutriti (Telle e Preston, 1971). Fondamentale è l'effetto dei carboidrati presenti nella dieta nel determinare una eventuale zoppia ma è stato anche dimostrato come l'aumento dei livelli di carboidrati non strutturali possa migliorare le prestazioni di produzione, almeno temporaneamente (Manson e Leaver, 1989). Ad esempio

nel caso di vacche da latte alimentate con diete ad alto contenuto di carboidrati infatti presentano più zoppie (principalmente lesioni alla suola) ma anche un aumento della produzione di latte e del suo valore proteico (Manson e Leaver, 1988). L'incidenza della laminite può essere controllata attraverso una buona gestione della nutrizione (alto contenuto di fibre nella dieta) assieme all'applicazione di buone pratiche gestionali. Anche la modalità di somministrazione dei mangimi può avere un impatto significativo sulla stabilità del pH ruminale: all'aumentare della quantità di concentrato infatti la produzione di saliva (con azione tamponante) e i tempi di ruminazione diminuiscono assieme al pH ruminale.

La frazione digeribile dell'NDF può contribuire alla produzione di acido, specialmente foraggi umidi non correttamente fermentati e con alto contenuto di carboidrati non strutturali e acido lattico. Un corretto rapporto tra NSC, amido disponibile a livello ruminale, NDF ed eNDF è fondamentale per il mantenimento dell'attività ruminale (come viene mostrato in Figura 5). Un basso apporto di NDF porta facilmente l'animale a stati di acidosi ruminale con conseguenti episodi di laminite (Dado e Allen, 1995). Anche un alto tenore di proteine degradabili dal rumine sembra essere associato allo sviluppo di laminite a causa di reazioni allergiche (seguite da rilascio di istamina) o per azione dei prodotti della degradazione delle proteine (Bazeley e Pinsent, 1984).

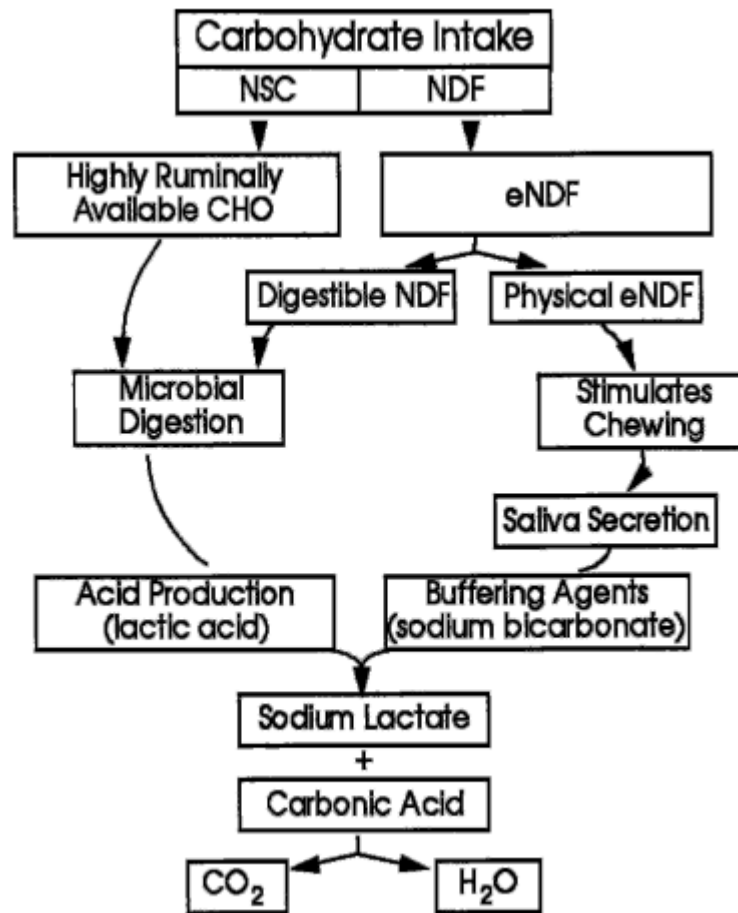


Figura 5. Illustrazione dell'effetto di NDF e NSC sull'ambiente ruminale (Nocek J. E., 1997).

2.11.3 Le implicazioni dell'acidosi sullo sviluppo della laminite

L'insorgenza di acidosi acuta presenta insulti emodinamici che predispongono gli animali a episodi gravi ma brevi di laminite acuta. Al contrario diversi episodi gravi di breve durata o bassi livelli insidiosi di acido possono creare una situazione che predispone il ruminante all'ipercheratosi, a patologie epatiche, cambiamenti nell'osmolarità del tratto gastrointestinale, emocoagulazione, e infine a danni vascolari responsabili del conseguente processo laminitico irreversibile (anche se di basso grado). Il legame tra acidosi e la laminite è costituito dalle alterazioni emodinamiche del microcircolo periferico: i fenomeni di ischemia risultanti portano a una riduzione dell'ossigeno e dei nutrienti che raggiungono le estremità del corion. Questo causa una degenerazione delle giunture tra i tessuti strutturalmente importanti per la locomozione. La rotazione della falange distale può provocare danni anatomici permanenti. La laminite subclinica si manifesta con una colorazione giallastra della parte colpita e/o con emorragie della suola.

2.11.4 Meccanismo di sviluppo della laminite

Il processo di sviluppo della laminite può essere diviso in 4 fasi.

- Fase 1 (Figura 6)

La fase di attivazione è il risultato della variazione del pH ruminale e, successivamente, sistemico. La riduzione del pH sistemico attiva un meccanismo vasoattivo che aumenta il polso digitale e il flusso sanguigno totale. A seconda dell'insulto che avvia il processo, possono essere rilasciate endotossine e istamina che a loro volta causano lo sviluppo di diversi shunt arterovenosi non fisiologici, aumentando ulteriormente la pressione sanguigna. L'aumento della pressione sanguigna provoca infiltrazioni attraverso le pareti dei vasi sanguigni che vengono quindi danneggiate. I vasi danneggiati trasudano siero portando a edema, emorragia interna del corion soleare e, infine, l'espansione del corion, causando un forte dolore.

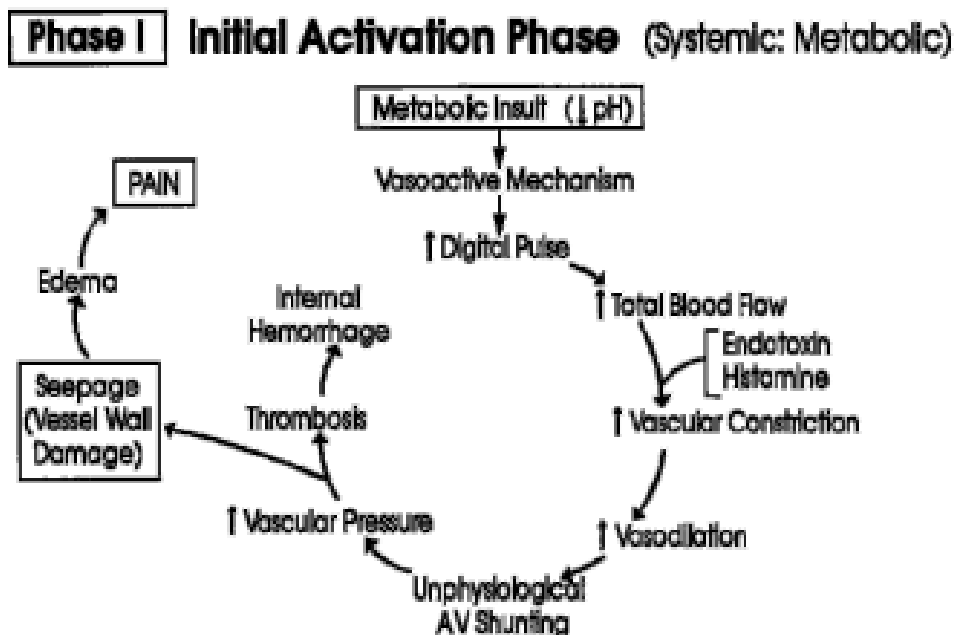


Figura 6. Fase 1 del processo di sviluppo della laminite (Nocek J. E., 1997).

- Fase 2 (Figura 7)

La fase 2 consiste nello sviluppo di un danno meccanico come conseguenza della fase 1. Una volta che si è verificato l'edema vascolare segue l'ischemia del tessuto digitale interno.

A seguito degli eventi precedenti si ha l'aumento della pressione sanguigna che aumenta ulteriormente le infiltrazioni vascolari nella parte inferiore del dito, nonché l'edema e l'ischemia. Questo ciclo continua finché continua l'insulto iniziale.

Phase II Local Mechanical Damage (Vascular)

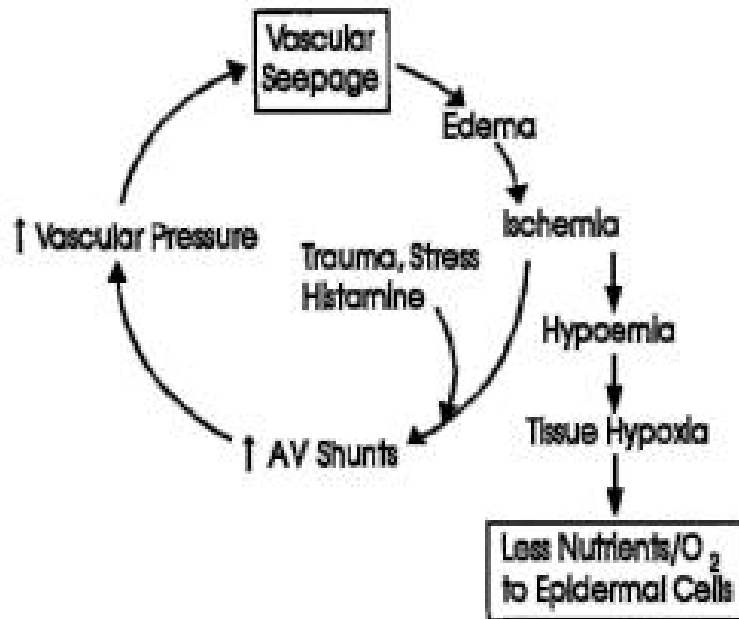


Figura 7. Fase 2 del processo di sviluppo della laminite (Nocek J. E., 1997).

- Fase 3 (Figura 8)

A causa del danno subito e dal minor apporto di nutrienti fornito alle cellule epidermiche, lo strato germinativo nell'epidermide si rompe causando la finale degenerazione del corion con rottura della regione laminare associata alla giunzione dermo-epidermica.

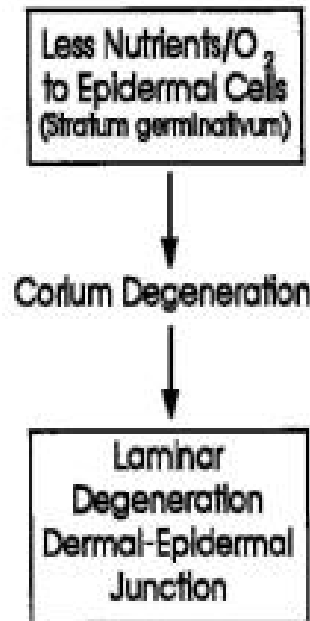
Phase III**Local Metabolic (Epidermal Cells)**

Figura 8. Fase 3 del processo di sviluppo della laminite (Nocek J. E., 1997).

- Fase 4 (Figura 9)

Si sviluppa una situazione in cui la giunzione epidermica si rompe, con conseguente separazione dello strato germinativo e del corion. Questa separazione a sua volta provoca una rottura tra i supporti laminari dorsale e laterale del tessuto dello zoccolo. Alla fine lo strato laminare si separa e la terza falange assume una configurazione diversa in relazione alla sua posizione nel corion e nella parete dorsale. Quando l'osso si sposta provoca una compressione del tessuto molle che si trova tra l'osso e la suola (questo tessuto è estremamente suscettibile di danni). La compressione di questo tessuto molle provoca emorragia, trombosi e ulteriore aumento dell'edema e dell'ischemia, con conseguente area necrotica all'interno della regione solare del piede. Piccole aree di tessuto cicatriziale possono accumularsi a causa del processo necrotico. Una volta attivato questo processo, persiste la degenerazione tissutale perché i detriti cellulari sono stati incorporati nella matrice cellulare e la produzione e l'integrità di nuovi strati di tessuto corneo sono ostacolate. In seguito possono verificarsi patologie come la doppia suola o l'emorragia della suola.

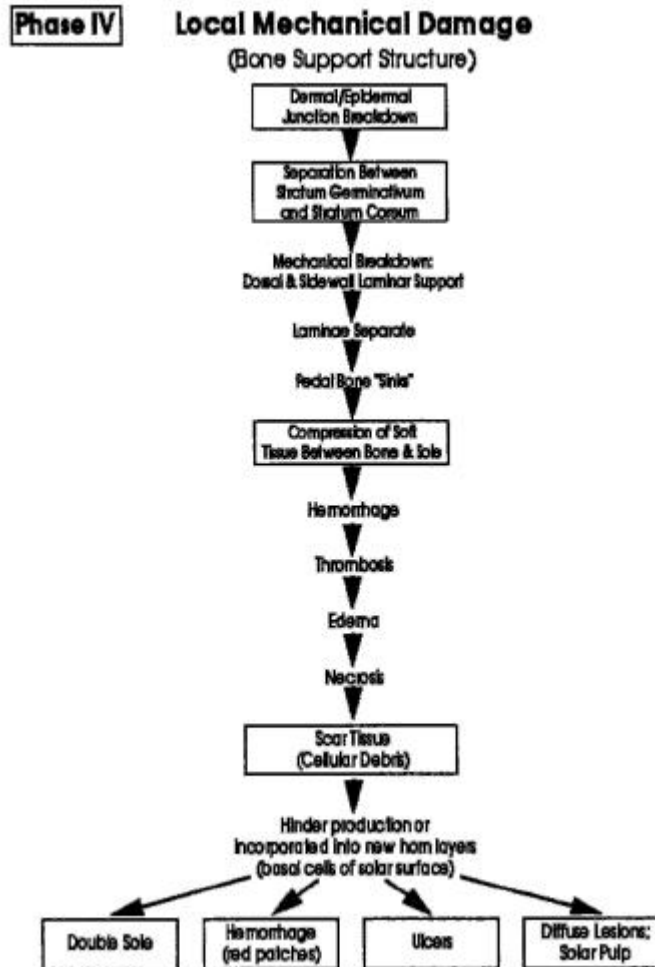


Figura 9. Fase 4 del processo di sviluppo della laminite (Nocek J. E., 1997).

2.11.5 Il ruolo delle sostanze vasoattive nello sviluppo della laminite

Sostanze vasoattive come l'istamina ed endotossine (derivate dalla morte dei batteri gram negativi) vengono rilasciate durante il declino del pH ruminale come risultato della batteriolisi e della degradazione dei tessuti. L'istamina in particolare è un potente vasodilatatore e costrittore arterioso e la sua azione porta ad un aumento pressione sanguigna e del flusso dei letti capillari con conseguente ristagno, rottura dei vasi, infiltrazione di siero ed emorragie. Diversi lavori hanno mostrato una correlazione diretta tra pH del ruminale, concentrazione di istamina e salute dell'animale (Dain et al., 1955; Sanford, 1963). L'istamina inoltre può essere formata attraverso la decarbossilazione dell'istidina nel caso di diverse specie di lattobacilli (Rodwell, 1953). Diagnosi precoce di laminite e trattamento con antistaminici hanno mostrato buoni risultati nella cura di questa patologia (Jubb e Kennedy, 1970). Le endotossine rilasciate dai batteri andati incontro a lisi agendo sui tessuti

arteriosi vascolari, portando a rilascio di mediatori vasoattivi inducendo così un'inflammazione acuta del derma con le risposte vascolari associate. Il blocco del flusso sanguigno e l'aumento della pressione all'interno dei capillari spinge il fluido attraverso i vasi negli spazi tissutali interstiziali determinando l'ischemia. Quando il microcircolo del corion è interessato da sostanze vasoattive, i danni vascolari sono inevitabili. L'anatomia caratteristica della rete vascolare del corion gioca un ruolo molto importante nello sviluppo delle varie fasi della laminite. Il rilascio di istamina può essere causato da una varietà di fattori diversi come dieta, stress ambientale, traumi e malattie infettive. Oltre all'istamina e alle endotossine vi altre sostanze importanti che agiscono in combinazione con l'istamina nel creare uno stato emodinamico alterato. Ad esempio la serotonina (che si trova nelle mucose del tratto intestinale ed è liberata dalle piastrine nel sangue) causa contrazione della muscolatura liscia così come la dilatazione dei letti capillari e la contrazione delle arteriole. Anche i cambiamenti ormonali che avvengono durante la gravidanza sono associati ad alterazioni vascolari: gli estrogeni, ad esempio, causano dilatazione vascolare periferica e migliorano l'azione vascolare delle catecolammine.

2.11.6 Laminite acuta

Nella laminite acuta viene a crearsi una soluzione di continuo nell'interfaccia tra le lamelle del derma e l'epidermide. L'inflammazione del corion è evidente ma si manifestano pochi o nessun segno clinico. Vi è la possibilità di recidive se gli insulti metabolici persistono. In caso di laminite acuta si verificano i seguenti eventi: infiltrazione dei vasi, edema dei letti capillari, shunt artero-venoso e congestione vascolare (vedere Figura 10). Tipico, oltre al dolore, è il gonfiore associato ad un aumento locale della temperatura (al di sopra della banda coronaria).

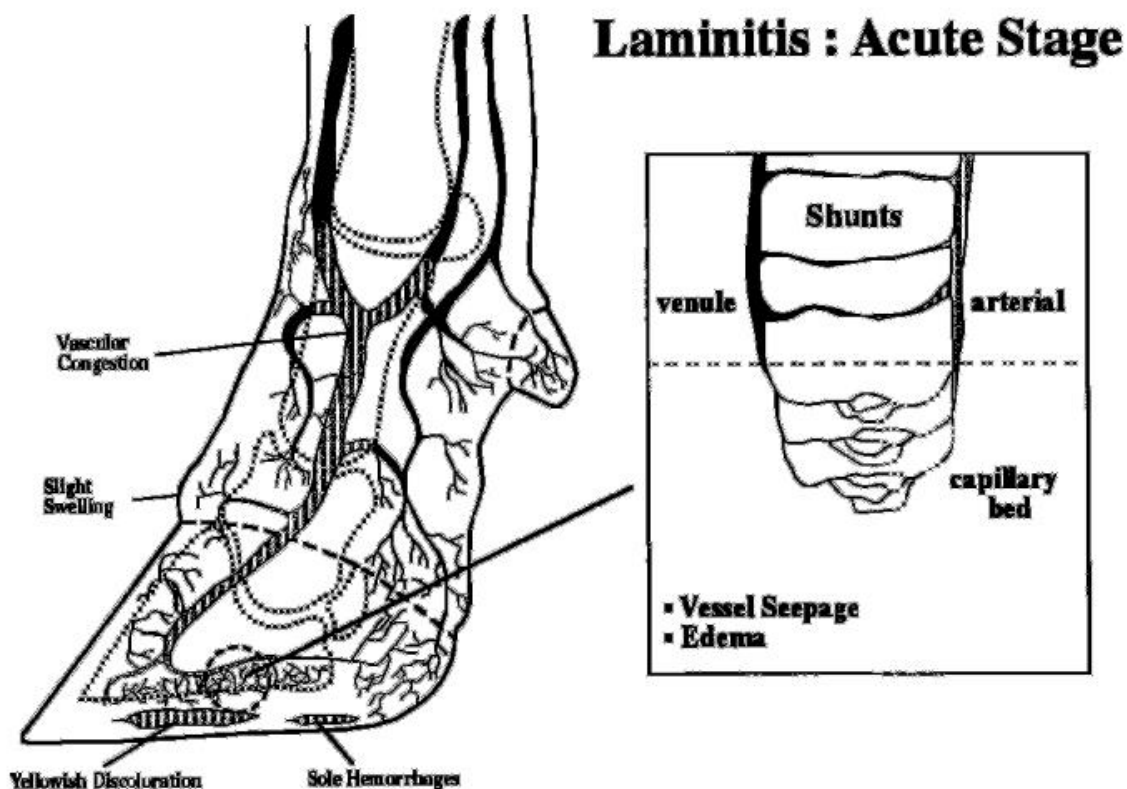


Figura 10. Aspetti anatomici e fisiologici associati allo sviluppo di laminite acuta (Nocek J. E., 1997).

2.11.7 Laminite subclinica

La laminite subclinica può essere un lungo, lento e insidioso processo originato dalla persistenza di insulti di bassa intensità. Durante questo periodo il corno diventa fisicamente più morbido e la suola può assumere una colorazione giallastra a causa dalle infiltrazioni di siero nel tessuto soleare. Si possono anche manifestare macchie emorragiche nell'area soleare mentre altre volte le piante dei piedi colpiti sono morbide e calde ma senza lesioni visibili. La separazione della linea bianca e una leggera inclinazione e rotazione della terza falange sono fenomeni interni caratteristici. La fase subclinica della laminitis è caratterizzata da colorazione giallastra (dovuta all'essudato) della suola, separazione della linea bianca, doppie suole e ulcere della suola (come mostrato in Figura 11).

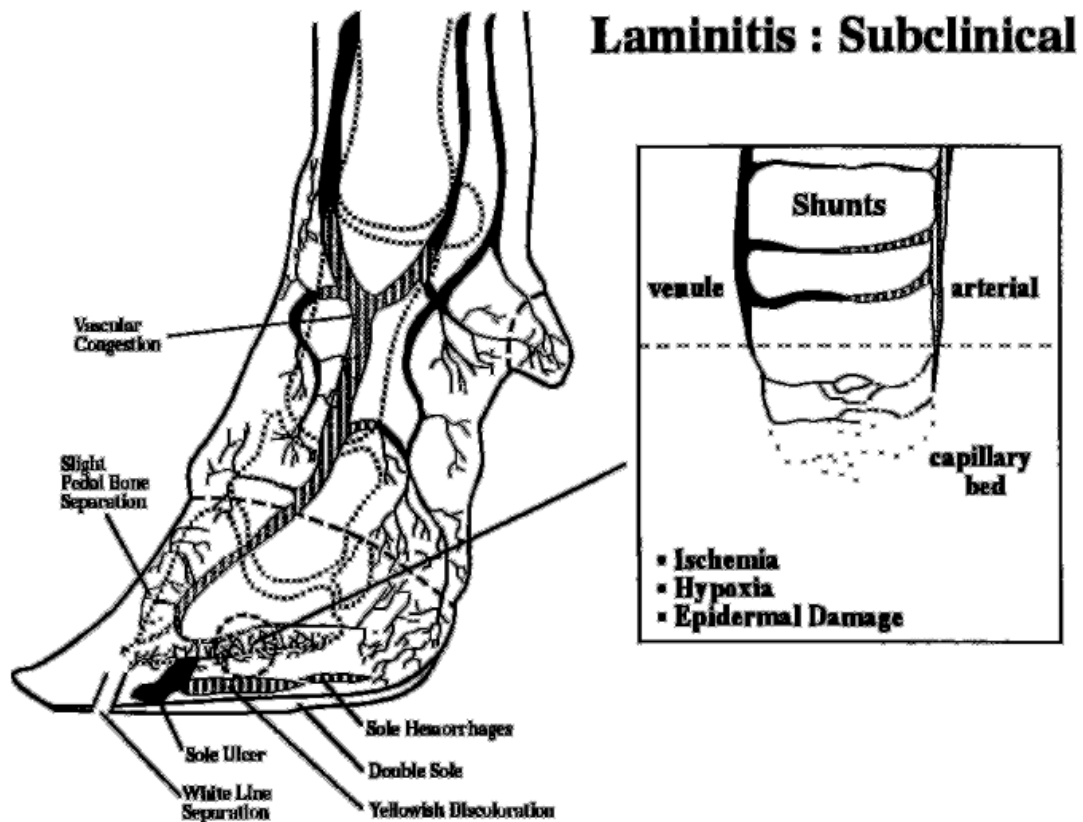


Figura 11. Aspetti anatomici e fisiologici associati allo sviluppo di laminite subclinica (Nocek J. E., 1997).

2.11.8 Laminite cronica

Durante le fasi croniche la crescita del corno è alterata e di conseguenza la forma del dito è più allungata, appiattita e allargata. Le scanalature e le creste sulla parete dorsale, dall'aspetto ondulato, diventano prominenti. La fase cronica della laminite è quindi caratterizzata da creste murarie e concavità della parete dorsale come manifestazioni cliniche finali (come evidenziato in Figura 13). Internamente la terza falange si separa dorsalmente della parete. L'eventuale formazione di ulcera della suola, doppia suola e colorazione giallastra costituiscono un importante segno clinico. L'ischemia protratta porta alla distruzione dei letti capillari e allo sviluppo di shunt AV (vedere Figura 12). La distruzione cellulare provoca la separazione della giunzione dermo-epidermica. In situazioni gravi la terza falange può sporgere attraverso il corion e il tessuto corneo della suola. Purtroppo in molti casi di laminite cronica nessuna terapia può riportare il piede ad una configurazione normale. Il grado di laminite cronica dipende dall'intensità e dalla frequenza di ciascun episodio acuto e, in ultima analisi, dal grado di danno degli insulti precedenti.

Laminitis : Chronic

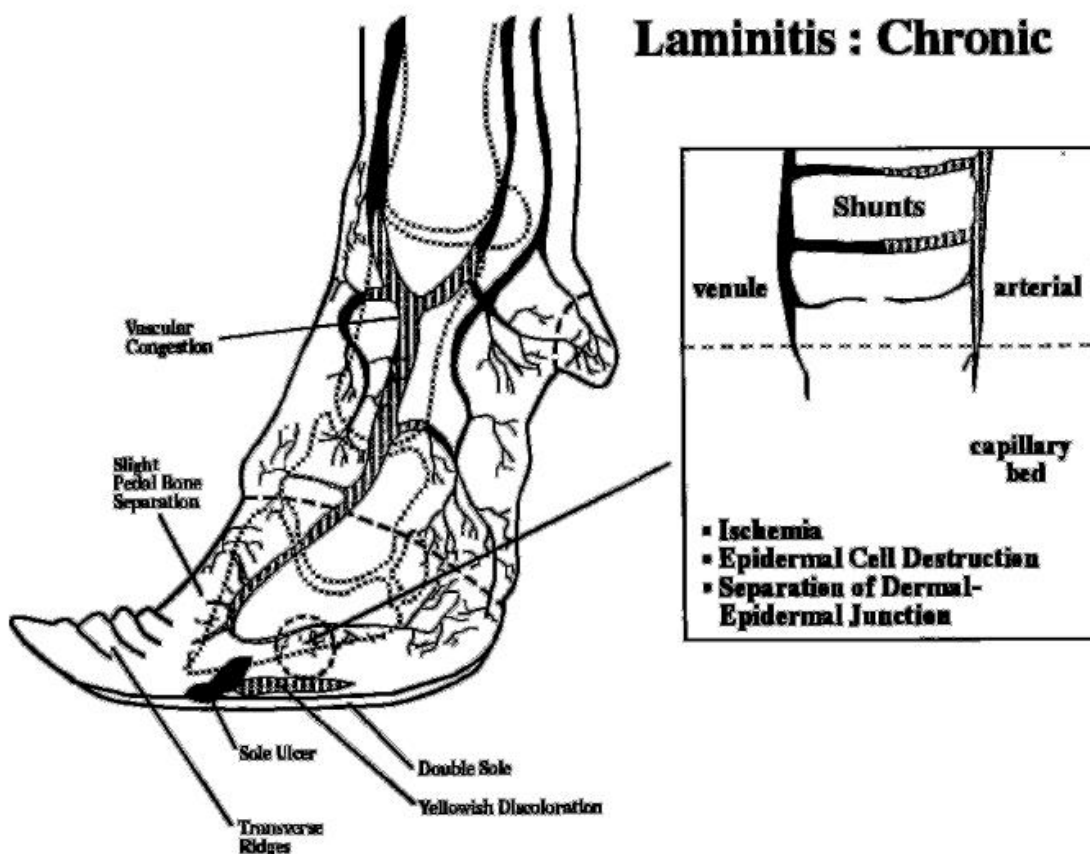


Figura 12. Aspetti anatomici e fisiologici associati allo sviluppo di laminite cronica (Nocek J. E., 1997).



Figura 13. Illustrazione dello sviluppo delle manifestazioni cliniche di laminite cronica (Boosman et al., 1989).

2.12 Avvelenamento da azoto ammoniacale

Una drastica alterazione del pH ruminale può essere provocata da un rapido e consistente aumento dell'azoto solubile nel rumine dovuto ad uno squilibrio proteico nella dieta conseguente a:

- una eccessiva ingestione di foraggio proteico fresco altamente solubile come nel caso di un pascolo verde ricco di azoto solubile come erba medica e trifoglio;
- l'impiego di dosi elevate di insilati con un alto contenuto di ammoniaca in forma libera che provoca una intossicazione da azoto solubile nel rumine a cui possono seguire episodi di alcalosi acuta (riguardanti soltanto alcuni soggetti) o subacuta (la più dannosa ai fini economici in quanto colpisce tutta la mandria).

Tale situazione a livello ruminale crea le condizioni ideali per lo sviluppo di un microrganismo ubiquitario nel rumine capace di produrre istamina attraverso la decarbossilazione dell'istidina: *Allisonella histaminiformans*.

Nel caso della liberazione di istamina si assiste a una infiammazione delle papille ruminali dovuta ad un aumento delle citochine circolanti con una conseguente riduzione dell'assimilazione degli AGV. Il tutto porta a diverse patologie come mastiti, cisti ovariche e laminite (in seguito a fenomeni trombotici). In alcuni animali può manifestarsi alcalosi acuta (prima ruminale poi anche metabolica) seguita da steatosi epatica, nefriti, sintomi neurologici (atassia, alterata deambulazione) o nel peggiore dei casi coma e morte (Garner et al., 2004; Gabaldo, 2019; Garner et al., 2002).

2.13 Analisi dei principali fattori di rischio durante le diverse fasi produttive e possibili soluzioni

La lattazione della pecora può essere suddivisa nelle seguenti tre fasi:

- Inizio: i primi 3 mesi di lattazione;
- Piena lattazione: dal 4° mese alla copertura;
- Fase finale: dalla copertura all'asciutta.

2.13.1 Inizio lattazione

Periodo dal parto fino al 90° giorno di lattazione. Una corretta gestione fin dall'inizio comporterà benefici anche nelle successive fasi di lattazione e sulla fertilità. L'animale, soprattutto se molto produttivo, nel primo mese di lattazione ha una capacità di ingestione insufficiente per soddisfare i fabbisogni delle alte produzioni di latte ed è quindi in bilancio energetico negativo. Nel caso di carenze alimentari l'animale perderà più peso rispetto a quello considerato normale (5-6 kg/mese). A questo calo di peso possono seguire anche un calo della produzione di latte e problemi di fertilità. La situazione si aggrava ulteriormente nel caso l'animale arrivi al parto con un BCS minore di 3. Per prevenire eventuali problemi le pecore devono arrivare a fine gestazione con BCS 3-3,5. Inoltre è necessario agire curando la preparazione al parto per assicurare un funzionamento ottimale del ruminale. Subito dopo il parto deve essere fornita una dieta che tenga conto del fatto che l'animale ancora non possiede la normale piena capacità di ingestione. Questo periodo è molto delicato dato che la maggior parte dei casi di laminite solitamente si verificano proprio nei primi 100 giorni successivi alla gravidanza dato che per sostenere la produzione di latte viene fornita una dieta ricca di amidi e con relativamente poca fibra che può portare all'instaurarsi di fenomeni di acidosi ruminale e, conseguentemente, a laminite.

Le indicazioni più importanti da rispettare in questa fase sono:

- Evitare brusche variazioni di alimentazione:

Assolutamente da evitare è il cambio da un giorno all'altro della componente alimentare prevalente a disposizione. Questo avviene ad esempio quando si immettono al pascolo gli animali dopo una stagione di alimentazione secca a base di fieno e mangimi andando a sostituire il fieno della prima dieta con un'erba giovane di composizione chimica/nutrizionale diversa (molto proteica e altamente digeribile con un contenuto di fibra insufficiente a stimolare l'attività dei batteri ruminali). La flora ruminale richiede dai 15 ai 20 giorni per adattarsi ad una nuova razione. L'alterazione del delicato equilibrio della flora ruminale (i cui componenti svolgono funzioni digestive complementari) porta a un conseguente calo della secrezione del latte o a problemi sanitari come alcalosi, gastro-enterotossiemia, zoppia e mastite. Quando il nuovo alimento della razione è un concentrato molto ricco in amidi e somministrato in quantità elevata si possono verificare i medesimi problemi prima

elencati ad esclusione dell'alcalosi che invece è sostituita dall'acidosi, proprio a causa dell'eccesso di amidi del mangime.

- Somministrare razioni con un rapporto energia/proteine bilanciato:

In questo modo si massima l'efficienza del rumine nella digestione di carboidrati (zuccheri, amidi, fibra digeribile) e proteine. I batteri ruminali utilizzano l'energia dell'alimento per produrre le proteine che utilizzano per aumentare il loro numero. Questi batteri verranno poi digeriti dall'abomaso e intestino fornendo le proteine necessarie all'ovino per una produzione quantitativa e qualitativa di latte soddisfacente.

- Fornire razioni con un adeguato quantitativo di fibra:

La fibra è una componente essenziale per la funzionalità della flora microbica ruminale. Alimenti composti principalmente di fibra digeribile (cellulosa e emicellulosa) sono fieni, insilati o erbe non giovani. La fibra è localizzata nella parete di tutte le cellule che formano l'intera pianta (fogli, fusti, semi) e viene chiamata NDF. La lignina, componente indigeribile dell'NDF, avvolge completamente le altre componenti digeribili della fibra. La lignina limita l'effetto dell'attacco dei batteri sulle altre frazioni rallentando il tempo di digestione. Nel caso di alimenti con troppa lignina avremo una scarsa digeribilità e basso valore nutritivo dell'alimento insieme ad una lunga permanenza nel rumine (oltre le 24 ore) che impedisce all'animale di ingerire giornalmente le quantità di sostanza secca permesse dalla sua già diminuita capacità di ingestione. Questo comporta una compromissione delle attività produttive dell'animale. Un eccessivo consumo di lignina può portare a gravi conseguenze metaboliche: la carenza di fibra digeribile con conseguente diminuzione della stimolazione ruminale e della produzione di saliva con conseguente diminuzione del pH ruminale. Il tutto si traduce in un peggioramento della digestione, della produzione di latte (quantità e % di grasso), della fertilità e della salute dell'animale.

Per soddisfare i punti precedenti è quindi necessario:

- Fornire acqua pulita a volontà;
- Lasciare sempre a disposizione fieno di buona qualità;
- Somministrare un terzo pasto a base di farina di cereali, polpe di bietola, insilato di mais nel caso in cui gli animali rifiutassero il fieno perché poco digeribile;
- Se il 3° pasto non si riesce ad effettuare allora sarà impossibile mantenere l'equilibrio dei batteri ruminali. Viene comunque consigliato l'uso di un mangime con le seguenti caratteristiche: poca proteina (massimo 12-13% della S.S.); abbondante in fibra digeribile e in amido di orzo, avena, triticale, grano e mais; contenente lieviti; contenente tamponi ruminali ed intestinali; addizionato di integratori minerali (calcio, magnesio, fosforo, zinco, ecc...).

In questo primo periodo di lattazione è fondamentale il ruolo di questi due minerali:

- Il calcio (di cui ci si deve preoccupare già dal periodo di preparazione parto);
- Il magnesio.

Per quanto riguarda invece il fosforo la quantità presente negli alimenti usati normalmente è sufficiente a soddisfare i fabbisogni. Il latte di pecora è molto ricco di calcio e si possono facilmente avere carenze a seguito di parti gemellari portando a ipocalcemia e in questi casi si rende necessaria una tempestiva somministrazione intravenosa a base di calcio. Successivamente, calando la produzione di latte, cala anche il fabbisogno di calcio. In tale situazione è raro che questa patologia si verifichi. Il latte di pecora è ricco anche di magnesio (quindi l'animale ne elimina una buona quantità con la produzione di latte) ma a differenza del calcio il magnesio viene mobilizzato in scarsissima quantità dalle ossa. In questa prima fase di lattazione se l'animale pascola su erba povera in magnesio e/o concimata con molto azoto e potassio si può verificare una carenza di magnesio che può causare la cosiddetta tetania da erba o ipomagnesiemia la quale porta a morte improvvisa l'animale anche durante il pascolo. Anche in questo caso, al diminuire della produzione di latte diminuisce la probabilità che questo si verifichi.

Per prevenire carenze di calcio si utilizzano foraggi di leguminose perché ricchi in calcio (come medica, trifogli, veccia e sulla) ma soprattutto si utilizzano integratori specifici.

In base a tutte le considerazioni fatte finora, per poter impostare una razione ottimale in questa prima fase di lattazione bisogna conoscere:

- Le esigenze nutritive in tale fase produttiva;
- Gli alimenti che si hanno a disposizione in azienda;

-Gli alimenti che si devono acquistare sul mercato.

Da notare che il gruppo delle primipare ha maggiori esigenze nutritive delle pecore adulte, a parità di produzione di latte.

Se la razione alimentare che si sta fornendo agli animali è corretta gli animali dimagriscono di 5-6 Kg totali (BCS 2,25-2,50) mantenendo però una produzione di latte proporzionale alla loro potenzialità e di buona qualità. Inoltre gli animali mangiano con appetito e l'urea nel latte è stabile su valori di 35-40 mg/dl. Non si hanno zoppie, problemi sanitari o diarrea tra gli animali e le feci sono della giusta consistenza e colore, senza la presenza di alimento non digerito (Toteda, 2016; Cangemi et al., 2013c).

2.13.2 Piena lattazione

Periodo dal 4° mese alla copertura. Se la copertura è programmata per fine maggio ed i parti ai primi di novembre tale periodo è compreso tra i primi di febbraio e fine maggio (100 giorni circa) e coincide con il periodo di massima disponibilità di erba. Questo periodo di lattazione può essere suddiviso:

- a) Dal 4° mese di lattazione sino all'inizio della preparazione alla copertura;
- b) Periodo di preparazione alla copertura.

- a) Periodo dal 4° mese di lattazione all'inizio della preparazione alla copertura.

In questa fase vi sono alcuni elementi fondamentali da considerare: l'animale possiede la massima capacità di ingestione (infatti sarà in grado di ingerire più fibra digeribile rispetto alla fase precedente), produce fisiologicamente meno latte rispetto alla fase precedente ed ha minori esigenze nutritive e in particolare di energia, soprattutto sotto forma di amido proveniente da granella di mais. Questo alimento, infatti, se somministrato in quantità uguali a quelle della fase precedente l'animale tenderebbe a ingrassare senza però portare ad una maggiore produzione di latte. Tenendo presente questi punti fondamentali e considerando di aver fornito una ideale gestione alimentare nella prima fase di lattazione, in questa seconda fase si devono raggiungere i seguenti obiettivi:

- mantenere a livelli alti la produzione quanti-qualitativa di latte;
- recuperare le riserve corporee perse nella fase precedente ed arrivare alla copertura in condizioni ottimali (BCS di 2,75-3,25);
- non far ingrassare troppo le pecore che hanno una bassa produzione di latte;

-dividere il gregge in gruppi di produzione altrimenti vi è il rischio che alla copertura arrivino animali o troppo grassi o troppo magri.

In pratica andremo quindi a ridurre la quantità di granella di mais nella razione (se presente) cercando anche di utilizzare al massimo l'erba disponibile in azienda (questa fase produttiva coincide col momento di massima disponibilità). Dovranno inoltre essere adottate tutte le strategie elencate per la fase precedente (Cangemi et al., 2013c).

b) Periodo di preparazione alla copertura

Le pecore già 15-20 giorni prima dell'accoppiamento devono essere in condizioni corporee ottimali (BCS di 2,75-3,25) per assicurare la massima fertilità. Questo obiettivo può essere raggiunto rispettando quanto menzionato nelle precedenti fasi. A questo punto si potranno verificare i seguenti 3 casi:

- Nel primo caso le pecore già 15-20 giorni prima della copertura si presentano con un BCS ottimale di 2,75-3,25 e non vi è bisogno di iniziare il flushing, altrimenti gli animali ingrasserebbero troppo.
- Nel secondo caso le pecore 15-20 giorni prima della copertura si presentano magre (BCS 2-2,25) e la tecnica del flushing non sortisce l'effetto desiderato.
- Nel terzo caso le pecore 15-20 giorni prima della copertura si presentano in condizioni corporee quasi ottimali (BCS 2,5-2,75) e la tecnica del flushing potrà portare dei benefici sull'attività riproduttiva.

La tecnica del flushing consiste nell'aggiunta di alimenti alla razione giornaliera a partire da 15-20 giorni prima della copertura fino a 10-15 giorni dopo la copertura. I nuovi alimenti devono apportare sia energia che proteina. Questo obiettivo è raggiungibile con:

- Un apporto di 200-300 grammi di orzo o avena oppure 20-50 grammi di glicole propilenico;
- Con un pascolo migliore o, se impossibile, apportando altre fonti proteiche (come farina di estrazione di soia o piselli o lupino);
- Somministrando lieviti e integratori vitaminici e minerali.

Bisogna precisare che la tecnica del flushing favorisce la comparsa dei calori ma non è correlata ai parti gemellari. Questi ultimi sono favoriti quando le condizioni corporee degli animali sono ottimali già 15-20 giorni prima dell'accoppiamento (BCS 2,75 - 3,25). Su pecore con BCS ottimale è sufficiente una integrazione alimentare come riportata sopra solo 4-6 giorni prima della copertura.

In base a quanto esposto si intuisce l'importanza fondamentale di verificare il BCS almeno un mese prima della copertura per poter avere il tempo di portare il peso corporeo ai valori desiderati (Cangemi et al.,2003c) (Wand, 2003).

2.13.3 Fase finale della lattazione: dalla copertura all'asciutta

Se la copertura è programmata per fine maggio l'asciutta coincide con i primi 60-80 giorni di gravidanza terminando a fine luglio/metà agosto. I successivi giorni di gravidanza, sino ad arrivare al parto, rientrano nella gestione del periodo asciutta-parto. La gravidanza viene divisa in 3 periodi:

- a) Periodo iniziale: 1° mese di gravidanza;
- b) Periodo intermedio: 2°-3° mese;
- c) Periodo finale: 4°-5° mese.

a) Primo mese

Nel primo mese (primi 30 giorni) si avranno gli obiettivi di massimizzare la produzione di latte e la fertilità. Il raggiungimento del 2° obiettivo comporta una quantità ottimale di latte e carne nell'annata successiva e quindi il raggiungimento anche del 1° obiettivo. Per mantenere il maggior numero di animali gravidi il primo mese di gestazione è fondamentale sotto l'aspetto riproduttivo perché le maggiori perdite embrionali si verificano proprio nei primi 20 giorni. Nel caso di perdita dell'embrione entro i primi 10 giorni dalla fecondazione la pecora ripresenta il calore regolare dopo 17-19 giorni dal precedente estro. Se la perdita dell'embrione avviene tra l'11° e il 20° giorno dalla fecondazione la pecora non ripresenta il calore dopo 17-19 giorni dal precedente estro e ciò allunga i tempi riproduttivi (questa è quindi l'eventualità peggiore). Una delle cause importanti della perdita di uno o più embrioni entro i primi 20 giorni dalla fecondazione è la carenza (se protratta nel tempo) o l'eccesso (anche se di breve durata) di energia nell'alimentazione.

Riassumendo: il flushing attuato 10-15 giorni prima della copertura, se necessario, favorisce la comparsa dei calori ma se effettuato 10-15 giorni dopo la copertura può causare aborti embrionali soprattutto tra l'11°-20° giorno dalla fecondazione allungando i tempi riproduttivi. Per evitare questa eventualità bisogna riportare la razione alimentare giornaliera così com'era prima di iniziare il flushing. Nel primo mese è molto importante tenere sotto controllo i valori di urea nel latte in modo che non superino i 45 mg/dl (attuando tutte le strategie alimentari già esposte in precedenza) in modo da evitare il rischio di un aumento degli aborti dovuto alla formazione di un ambiente uterino inadatto all'annidamento del feto. Da notare che se questi valori si presentano già dalla fase di preparazione alla copertura possono portare alla produzione di ovuli di qualità scadente. Va precisato che a creare il problema non è l'urea ma l'ammoniaca che si produce in eccesso nel ruminante a seguito delle fermentazioni microbiche degli alimenti: questa è neuro-tossica per l'animale e viene trasformata in urea nel fegato. Un alto livello di urea si traduce in un alto livello di ammoniaca (Cangemi et al.,2003c).

b) Periodo intermedio

In tale periodo (dal 30° al 90°- 100° giorno di gravidanza) si tende a sottovalutare l'alimentazione dato che l'animale si trova nel periodo in cui ha le minori esigenze alimentari (scarsa produzione di latte/asciutta e poche richieste per lo sviluppo fetale) trascurando il ruolo cruciale che svolge nello sviluppo della placenta. Uno sviluppo ottimale della placenta infatti comporta vantaggi come migliorare il peso degli agnelli alla nascita e la produzione di latte nella lattazione successiva: più la placenta è sviluppata, maggiore è la produzione di un ormone chiamato Ormone Lattogeno Placentare (LP) che agisce sulla mammella (insieme ad altri ormoni non prodotti dalla placenta) favorendo l'aumento delle cellule che producono latte e sul feto promuovendone la crescita.

Questo spiega perché le pecore con parti gemellari (e quindi una placenta di maggiori dimensioni) producono generalmente mediamente il 10% in più di latte rispetto a quelle con parti singoli. In questa fase intermedia di gravidanza l'obiettivo sarà quindi quello di favorire uno sviluppo ottimale della placenta. Le pecore adulte dovranno avere, già dal momento dell'accoppiamento, un BCS di 2,75 - 3,25.

Sarà quindi necessario fornire:

- Fieno di buona qualità a volontà o stoppie fatte pascolare gradualmente e ad orario;
- Erba se disponibile, oppure una minima quantità di mangime per soddisfare il basso fabbisogno proteico, vitaminico e minerale;
- Acqua potabile o pulita a volontà.

Le pecore adulte con un BCS non ottimale e le non pluripare, pur se con BCS ottimale, avranno bisogno di una integrazione energetica e proteica unita a una buona gestione dell'erba e del mangime per poter garantire uno sviluppo ottimale della placenta (Cangemi et al., 2003c).

c) Periodo finale gravidanza

In questo periodo (4° - 5° mese di gestazione) inizia il processo di sviluppo della mammella, che si completa al momento del parto e il feto sviluppa circa il 70% del suo peso finale. Si osserva quindi un aumento molto veloce dei fabbisogni (soprattutto con gravidanze gemellari) unita a una riduzione dell'ingestione di alimenti dovuta all'ingombro del feto (fenomeno più accentuato nel caso di gravidanze gemellari). Gli obiettivi di questo ultimo periodo sono ottenere uno sviluppo ideale di mammella e feto oltre al raggiungimento di una condizione corporea ottimale al momento del parto (BCS 3-3,5). L'eventuale mancanza di una dieta adeguata porta l'animale a dover sopperire alle maggiori richieste nutritive del feto e della mammella attraverso l'uso delle riserve corporee, dimagrendo, e arrivando al parto in una condizione corporea non ottimale, con conseguenze negative sulla produzione del latte. Nel caso in cui una pecora con due feti si trovasse a fronteggiare una carenza di energia protratta per tutto il periodo, negli ultimi 15-30 giorni di gravidanza potrebbe insorgere la tossiemia gravidica (o chetosi o malattia da carenza di energia) capace di portare in breve tempo alla morte dell'animale se non si interviene con una tempestiva somministrazione di glicole propilenico e alimenti energetici che ristabiliscano i valori normali della glicemia nel sangue. La prevenzione si rivela fondamentale in questi casi.

Nella pratica la razione giornaliera consigliata potrebbe consistere in:

- Fieno di ottima qualità a volontà;
- Se disponibile erba e mangime in quantità maggiore rispetto alla fase precedente e via via crescente con l'avvicinarsi del parto (soprattutto con gravidanze gemellari);

- In assenza di erba va somministrato mangime in quantità superiore alla situazione precedentemente vista affinché venga assicurata una buona integrazione vitaminica e minerale (in particolare al calcio, fosforo e magnesio).

- Acqua potabile o pulita a volontà.

Attenzione a non eccedere nell'alimentare animali che hanno già un buon stato corporeo perché ingrasserebbero troppo (BCS maggiore di 3,75) e ciò porterebbe a effetti negativi sulla produzione del latte (Cangemi et al., 2003c).

2.14 Analisi dei fattori di rischio di laminite legati al sistema di allevamento

Oltre ai fattori di rischio associati alla lattazione già trattati nei paragrafi precedenti, i principali fattori che determinano lo sviluppo delle lesioni podali sono legati al sistema di allevamento utilizzato.

2.14.1 Principali fattori di rischio nell'allevamento intensivo

- Fattori legati all'ambiente di allevamento.

Una cuccetta di dimensioni adeguate assicura un giusto tempo di permanenza nella stessa altrimenti l'animale tenderà a passare più tempo in stazione. Nell'allevamento della pecora da latte i pavimenti pieni in cemento coperti da paglia sono i più utilizzati. La paglia presenta i seguenti vantaggi: facile reperibilità, buoni tempi di riposo, scarsa incidenza lesione agli arti, buona capacità di assorbimento liquido. L'umidità gioca un ruolo fondamentale nella salute dei piedi: unghioni tenuti per troppo tempo all'umido a causa di lettiera permanente non frequentemente sostituita o per la presenza di liquami o letame non drenato comporta una notevole riduzione della lisina e della metionina con una conseguente riduzione dello spessore della suola ma questa eventualità è rara nella pecora grazie alle sue feci particolarmente asciutte. Inoltre l'eventuale permanenza degli unghioni nel liquame ne provoca il rammollimento delle strutture endocornee. L'indebolimento dell'unghione è poi accentuato dal contatto con l'urina, che genera NH_3 , o con le deiezioni in genere, che sviluppano H_2S . Anche la pendenza della posta si rivela determinante dato che favorisce il drenaggio delle deiezioni ma implica un appoggio in iperestensione con aumento della

tensione sui tendini flessori. Questo induce alterazioni del punto di appoggio, con successivi processi ischemici, necrotici, lesioni tendinee e sinoviali. Un indice utilizzato per valutare la qualità della pulizia della stalla ci è dato dal grado di imbrattamento. Il grado di imbrattamento è un indice qualitativo del livello di pulizia dell'animale, con riferimento all'imbrattamento dell'area attorno all'ano, alla coda, ai posteriori e podalica. Altri elementi di rischio sono legati ad una corsia d'alimentazione troppo stretta, a spigoli esposti, scalini troppo alti e passaggi scomodi o con pendenze eccessive oltre al sovraffollamento. Ricoveri adeguati dovrebbero consentire: l'accesso contemporaneo di tutti gli ovini di un gruppo alla mangiatoia, il riposo contemporaneo di tutti gli animali presenti, un ragionevole controllo delle condizioni microclimatiche, la possibilità di contenere l'umidità delle corsie e delle aree di riposo entro limiti ragionevoli. Altri fattori di rischio sono la distanza percorsa per raggiungere la sala di mungitura, la tipologia e il buon mantenimento delle superfici. ideale di pavimentazione nonostante sia tra i più utilizzati. Il sovraffollamento delle stalle è un altro possibile fattore di rischio dato che costringe gli animali a passare più tempo in stazione e porta ad una diminuzione delle ore di riposo. Anche la temperatura gioca un ruolo fondamentale, dato che se l'animale aumenta di molto la frequenza respiratoria nel tentativo di dissipare calore questo può portare prima ad alcalosi respiratoria seguita da acidosi metabolica (con ovvie conseguenze). Questo problema può essere risolto con l'installazione di un sistema di ventilazione. Lo stress termico è stato documentato come possibile causa di problemi podali: in particolari periodi dell'anno o in certe zone dell'Italia dove le temperature salgono pericolosamente gli animali passano più tempo in stazione per esporre una maggior superficie e disperdere meglio il calore (Mercati, 2013).

- Fattori metabolici

Come visto precedentemente, diete ricche di carboidrati facilmente fermentescibili può portare all'instaurarsi di stati di acidosi. Questo è frequente soprattutto negli animali in allevamento intensivo date le diete ricche di concentrati e lo stress causato dalle alte produzioni di latte.

- Fattori genetici

Il ruolo della razza e del corredo genetico nel determinare patologie podali negli ovini non sono ancora stati approfonditi. Tuttavia è noto che le razze rustiche siano più resistenti a

patologie digestive, metaboliche e podaliche rispetto alle razze da alta produzione di latte come la Lacaune e la Assaf.

2.14.2 Principali fattori di rischio nell'allevamento estensivo

- Avvelenamenti

Gli animali allevati con il sistema estensivo trascorrono più tempo al pascolo e quindi sono maggiormente esposti a diversi tipi avvelenamento tra cui: l'avvelenamento da azoto ammoniacale (già descritto nei paragrafi precedenti); avvelenamento da segale cornuta, festuca arundinacea, intossicazioni da selenio o fluoro (questi ultimi possono indurre lesioni del a livello cutaneo, osseo e corneo). L'ergotismo è legato all'azione tossica di alcaloidi contenuti nella claviceps purpurea: gli sclerozi di questo fungo diffuso sulle graminacee possono raggiungere l'apparato gastro-enterico o attraverso l'ingestione diretta di graminacee infestate o con l'ingestione di sclerozi macinati in farine insieme alle cariossidi buone. Dagli sclerozi quindi si liberano alcaloidi tossici come ergotamina, ergotossina, ergobrasina che possono portare a paralisi ed alla comparsa di gangrene dei tessuti molli della parte distale dell'arto che lentamente lasciano il posto ad ampie zone granuleggianti. Può anche verificarsi il distacco parziale o totale degli unghielli o degli unghioni. L'avvelenamento da festuca arundinacea presenta lesioni simili a quelle indotte da ergotismo.

Quando si ha invece l'ingestione in quantità eccessiva di selenio con foraggi grassi o cereali, l'intossicazione cronica derivante provoca alterazioni circolatorie a livello digitale che possono determinare fratture, distacchi cornei, laminiti.

- Carenze

Una deficienza di aminoacidi essenziali come cisteina, lisina e metionina determina una diminuzione della consistenza del corno che viene così a perdere, in maniera più o meno elevata, una delle sue principali funzioni: quella protettiva. Lo zinco è un elemento indispensabile in molti processi biologici: partecipa all'attivazione di enzimi e vitamine ed è in rapporto sinergico o antagonistico con altri elementi minerali quali Cu, Ca, P: una sua carenza determina un'alterazione sia a livello della cute digitale ed interdigitale caratterizzata da ipercheratosi e paracheratosi seguite da desquamazione sia a livello del

corno con un'alterazione nella produzione della cheratina. Le carenze di zinco possono essere primarie oppure secondarie (le primarie sono legate ad una mancanza di tale elemento nei foraggi, le secondarie invece ad un'alterata utilizzazione dello zinco alimentare). Comunque la deficienza di zinco è un evento abbastanza raro da riscontrare. Anche carenze di biotina portano ad un peggioramento della qualità dello zoccolo. Squilibri alimentari come un eccesso di amidi o zuccheri semplici o carenza di proteine portano a fenomeni di acidosi nel primo caso mentre nel secondo si ha una alterazione della crescita e delle caratteristiche della cheratina. Di norma situazioni carenziali sono meno frequenti negli allevamenti di tipo intensivo, data la maggior cura prestata all'alimentazione oltre al maggior controllo che si ha sull'ingestione.

- Scarso consumo dello zoccolo

Alcuni tipi di terreno particolarmente morbidi possono portare nel tempo ad uno scarso consumo dello zoccolo con alterazione della forma e degli equilibri meccanici.

- Minor attenzione al problema (rispetto all'allevamento intensivo)

Nell'allevamento di tipo estensivo, in generale, le attenzioni ed il tempo dedicati all'animale sono inferiori rispetto a quelle che è possibile fornire in sistemi intensivi rendendo più difficile e meno frequente l'individuazione del problema ed un eventuale intervento. Inoltre a causa della frequente sottostima del problema in molti casi non vengono fornite le adeguate cure.

2.15 Metodi di prevenzione

Oltre ad un miglioramento generale del comfort animale ed a una corretta pianificazione della stalla vi sono altri i metodi pratici di prevenzione e di cura per le patologie podali:

- il pareggio;
- i bagni podali;
- gli aspetti gestionali;
- il piano alimentare;
- la modulazione delle fermentazioni ruminali.

2.15.1 Pareggio

Innanzitutto il pareggio può essere di tipo “funzionale” o di tipo “terapeutico”. Il pareggio funzionale consiste nel taglio e rifilatura della scatola cornea, col fine di ottenere degli unghioni che possano assolvere alla loro funzione e per ristabilire una ripartizione ottimale dei pesi sulle strutture di sospensione del piede, differenziandosi quindi dal pareggio terapeutico, che viene utilizzato per trattare le lesioni manifeste del pododerma. Il pareggio funzionale ha lo scopo di riguadagnare la forma primitiva del piede, di rispettare gli appiombi, di ritrovare e rispettare la linea bianca e di eliminare il corno malato o morto. Quando non si asportano le parti cornee esuberanti, si vengono a creare condizioni anormali nell'equilibrio meccanico del piede, con alterazioni della superficie di appoggio, distribuzione anormale delle pressioni ed alterazione delle strutture anatomiche. La profilassi preventiva ideale per evitare le zoppie e le perdite economiche derivanti prevede l'esecuzione del pareggio due volte l'anno, anche se sono poche le aziende che seguono questo protocollo. Il pareggio terapeutico invece tende a limitare i danni al cheratogeno causati dalle patologie podali, e quindi non vi è un approccio definito come per il pareggio funzionale. Le proporzioni dell'unghia, quando è malata, risultano essere notevolmente alterate, quindi si cerca di recuperare la forma primitiva dell'unghia eliminando il corno esuberante della parete e della suola; dopo questa prima fase che permette di evidenziare le patologie in atto, deve essere valutato l'approccio terapeutico da seguire in base alla condizione dell'unghia. Quando non c'è un notevole interessamento del cheratogeno si cercano di ricostruire i giusti rapporti del piede per ristabilire un'equa ripartizione dei carichi, quando invece abbiamo la necessità di alleggerire il peso su un unghione malato, lo spessore dell'unghia sana viene mantenuto il più alto possibile in modo da formare uno scalino e infine quando non è possibile realizzare con il pareggio una differente altezza degli unghioni può essere utilizzata una soletta ortopedica, che però può portare ad uno spostamento eccessivo dei carichi sull'unghia sana, rischiando l'aggravamento della zoppia. la mancanza di attenzione per quanto riguarda la pulizia del piede ed il pareggio degli unghioni. In queste condizioni le lesioni provocate dalla laminite, dapprima asettiche, possono trasformarsi in settiche. Le cattive condizioni igieniche ed il clima (elevata umidità) alterano fortemente la qualità della lettiera e possono così creare l'ambiente adatto per la crescita di un'elevata quantità di batteri e favorire lo sviluppo di patologie infettive secondarie. Aspetti gestionali quali il trasporto, lo scarico e una nuova stabulazione sono fasi particolarmente stressanti per l'animale e in condizioni di sovraffollamento e

competizione sociale possono favorire l'insorgenza di traumi, soprattutto agli arti. Purtroppo, come testimoniano i dati relativi all'allevamento dei bovini da latte riportati in Tabella 2.18 spesso il problema viene sottovalutato dall'allevatore. Questo porta ad un aumento delle patologie podali che potrebbe essere evitato con interventi regolari effettuati dal veterinario (Zecconi et al., 2012).

Gestione [^]	Dermatite digitale	Ulcera della suola	Lesione della linea bianca
Continua	9,70	4,35	3,30
Su richiesta	14,86	8,56	7,13

Tabella 2.18. Frequenza di lesioni e patologie podali (%) e tipo di gestione sanitaria del piede nella bovina di latte. [^]Gestione continua: programma di gestione regolare della sanità del piede; Su richiesta: il veterinario veniva chiamato solo in caso di problemi clinici ai piedi (Zecconi et al., 2012).

2.15.2 Bagni podali

Le vasche di disinfezione per i bagni podali sono un utilissimo strumento di profilassi. L'azione delle varie sostanze disciolte in acqua consente di ottenere una pulizia meccanica delle dita, una riduzione della carica batterica e la formazione dello strato di cheratina cutanea più spesso. Solitamente vengono disciolti in acqua solfato di rame al 5% o formalina al 3%. Sono disponibili anche altri prodotti come il solfato di zinco. I bagni podali purtroppo hanno uno scarso effetto sulle dermatiti già ben sviluppate mentre sono sicuramente importanti per evitare lesioni dolorose da piccole infiammazioni. Le vasche devono essere localizzate all'uscita della sala di mungitura, per consentire l'immersione di piedi il più puliti possibile assicurando quindi un'azione antisettica più efficace anche se nella vacca da latte sono stati ottenuti risultati migliori posizionando una vasca in sala di attesa per un semplice lavaggio con acqua prima di entrare in sala di mungitura. Gli arti prima di essere immersi devono essere puliti e la permanenza nella vasca non deve superare le due ore, con una frequenza settimanale (Mercati, 2013).

2.15.3 Piano alimentare

Rispettando tutti i punti descritti nei paragrafi precedenti riguardanti i fabbisogni degli animali e le indicazioni per un rumine sano si riduce la probabilità dell'instaurarsi di fenomeni di acidosi o eccesso di azoto con i conseguenti danni vascolari ed episodi di laminite. Un altro importante elemento da considerare sono i trattamenti fisici dei foraggi: la trinciatura, se non inferiore a 1-2 cm, mantiene buona parte delle caratteristiche fisico-meccaniche dei foraggi con il vantaggio di aumentare la quantità di alimento ingerita. Con la macinatura (< 0,6 cm), la digeribilità si riduce per una minore permanenza nel rumine e possono comparire effetti nocivi. Lo sminuzzamento eccessivo della razione porta a lesioni del rumine, ad ascessi epatici, a meteorismo cronico oltre che a calcoli urinari. L'incidenza di queste complicazioni diminuisce con l'adozione di misure profilattiche che consistono, principalmente, nel distribuire una piccola quantità di paglia. I trattamenti operati sui cereali, in genere, accelerano i processi fermentativi ruminali. In ordine di velocità fermentativa crescente abbiamo: granella secca intera, granella conservata umida, granella frantumata, granella finemente macinata, granella sottoposta a trattamento idrotermico. Anche la stessa fonte dell'amido ha effetti al riguardo: mais e sorgo hanno una maggiore velocità di fermentazione rispetto all'orzo. L'amido non deve giungere nell'intestino in quantità eccessive, per la presenza in questa sede di quantità di α -amilasi insufficienti. A questo prolema si può porre un parziale rimedio con dei tamponi, quali carbonati di calcio, ossido di magnesio che, favorendo l'avvicinarsi del pH alla neutralità, aumentano l'attività specifica dell'enzima (Toteda, 2016).

2.15.4 Modulatori delle fermentazioni ruminali

Le fermentazioni ruminali possono essere modulate in diversi modi:

- Il pH ruminale può essere controllato mediante l'aggiunta alla dieta di precursori di propionati come aspartato, malato o fumarato. Questo fa sì che l'idrogeno metabolico possa essere mobilitato attraverso specifiche vie metaboliche come la propionogenesi per competere con la sintesi dell'acido lattico. Tuttavia, questi additivi non sono economicamente vantaggiosi e spesso non incontrano il favore dei consumatori.

- I probiotici, che vengono forniti principalmente come lieviti vivi, devono essere considerati una soluzione per prevenire l'acidosi subacuta, ma non per l'acidosi acuta (Commun et al., 2012).
- Additivi a base di estratti vegetali sono stati proposti come soluzione per ottimizzare le funzioni ruminali.
- La somministrazione di enzimi fibrolitici sembra poter migliorare la digestione della frazione di fibra alimentare durante l'acidosi.
- L'acido malico (un acido decarbossilico attivo nella forma di anione malato) è un importante intermedio nel ciclo di Krebs degli organismi aerobi. Lo troviamo anche in microrganismi anaerobi come il *Selenomonas ruminantium* dove rappresenta un intermedio del passaggio succinato-propionato. Il malato stimola l'uptake di lattato da parte dei batteri ruminali che lo possono utilizzare.
- Esiste la possibilità di utilizzare ceppi di *Megasphaera elsdenii* come additivi nei momenti più rischiosi.
- Batteri produttori di acido lattico come il *Lactobacillus plantarum* e l'*Enterococcus faecium* hanno la capacità di produrre acido lattico stimolando la crescita e la presenza costante di *Megasphaera elsdenii* e di *Selenomonas ruminantium* nel rumine. Utile anche l'uso del *Saccharomyces cerevisiae* che ha un effetto di crescita per la biomassa ruminale ma non specifico nel controllo della produzione e nello "smaltimento" dei lattati (Fantini, 2012).
- Anche gli oligoelementi giocano un ruolo importante nella salute dell'unghione ed eventuali squilibri possono concorrere all'insorgenza di alterazioni della sua struttura. Due oligoelementi di particolare interesse per la prevenzione delle patologie podali sono lo zinco e la biotina. Lo zinco è indispensabile in molti processi biologici poiché attiva enzimi e vitamine ed è in rapporto con altri elementi minerali quali Cu, Ca, P. La sua carenza può essere di tipo primario quando causata dalla deficienza diretta nei foraggi o secondaria se è presente un alterato assorbimento ed uso dello zinco alimentare da parte dell'organismo a causa dell'associazione con alti contenuti di calcio e fosforo nella razione. A livello podalico una carenza di zinco può determinare un'alterazione della produzione di cheratina e un'ipercheratosi a livello di cute digitale e interdigitale. La biotina è una vitamina del gruppo B in grado di migliorare la consistenza del tessuto corneo. Una sua carenza comporta una produzione di tessuto corneo di scarsa qualità. L'integrazione della dieta con

supplementi di biotina può essere interessante per il mantenimento dello stato di salute degli unghioni, sebbene una sua carenza sia ormai rara (Lischer et al., 2002).

- Una maggiore diluizione del contenuto ruminale può essere ottenuta aumentando il tenore salino della razione, inducendo così l'animale a bere più acqua favorendo così lo sviluppo microbico ed orientando le fermentazioni verso la produzione di acido acetico.
- La slaframina, un metabolita fungino isolato da *Rhizotoma leguminicola*, stimola la secrezione senza ridurre il consumo alimentare e porta ad un miglior controllo fisiologico del flusso del cibo verso porzioni caudali del tubo digerente.
- Trova un utile riscontro anche l'impiego di sostanze fisiologiche, capaci di favorire le fermentazioni ruminali aumentando la proteinogenesi ed il bypass proteico, come l'acido nicotinico e la sua ammido, l'acido fumarico e la bentonite sodica.
- Inibitori della metanogenesi: sostanze come il tricloroacetammide, tricloroetano, tricloroadipato e tricloropivalato hanno effetti tossici sui batteri metanogeni e anche sulle altre specie microbiche ruminali, determinando una diminuzione della efficienza di degradazione della materia organica alimentare ed una minore sintesi microbica.
- Antibiotici ionofori: il loro meccanismo d'azione fondamentale che consiste in un'azione facilitante lo scambio di cationi attraverso le membrane batteriche. Tra i più impiegati il Monensin è quello più studiato (CVMP, 2013). Altri esempi sono il Lasalocid, il Salinomycin ed il Narasin. L'aggiunta di Monensin alla razione alimentare determina un aumento della produzione di propionato a discapito di quella dell'acetato e del butirrato con minime variazioni del lattato (CVMP, 2012; Phy e Provenza, 1998). Gli antibiotici ionofori possono ridurre la quantità di alimento assunto giornalmente infatti, è stato osservato che il monensin può ridurre il consumo di una razione alimentare a base di granelle e la produzione di metano ma, a differenza di altri inibitori della metanogenesi, non produce un eccesso di H₂. Il monensin riduce il fabbisogno proteico del ruminante, in quanto diminuisce l'ossidazione degli aminoacidi liberatisi nel liquido ruminale, per l'idrolisi dei legami peptidici e la degradazione ruminale delle proteine della razione. L'uso degli antibiotici potenziali inibitori dei batteri Gram-positivi (coinvolti nell'acidosi ruminale) come additivi per mangimi è stato vietato dal 01/01/2006 nell'UE (Jouany J. P., 2006).

- Sostanze tampone come il bicarbonato di sodio e di potassio, il carbonato di magnesio, il carbonato di calcio e la bentonite (Toteda, 2016).
- Sostanze alcalinizzanti come il carbonato di sodio, il carbonato di potassio e l'ossido di magnesio (Bizzetti, 2013)
- Prodotti a base di cereali fermentati, manno-oligosaridi, beta-glucani ed oligoelementi in grado di attivare l'attività cellulolitica ed amilolitica aiutano a controllare il pH ruminale oltre all'attività microbica in caso si acidosi o alcalosi. La composizione di questi prodotti è esposta nel dettaglio in Tabella numero 2.19.

Composizione	Componenti analitici	Composti di oligoelementi
Litotamnio	Calcio	Chelato di zinco idrato di glicina
Sodio cloruro	Fosforo	
Orzo germinato, fermentato, germinato	Sodio	
Lievito secco disattivato da Saccharomyces Cerevisiae	Magnesio	
	Zolfo	

Tabella 2.19. Composizione, componenti analitici ed oligoelementi presenti nei prodotti contro acidosi ed alcalosi (Gabaldo, 2019).

- Sempre contro stadi di acidosi e alcalosi si rivelano utili mix di piante officinali defibrate meccanicamente e micronizzate a bassa temperatura (filipendula Ulmaria, organum, eucalyptus, thymus, brassica oleracea, allium sativum, salix cortex, cinnamomum verum, illicium verum, glycyrrhiza glabra), magnesio (cloruro e idrossido), carbone vegetale, orzo germinato, lievito secco disidratato e disattivato di Saccharomyces cerevisiae. In questi mix si trovano anche vitamine (specialmente C e B6) oltre a dei composti di oligoelementi, come evidenziato in Tabella 2.20.

Additivi per kg		
Vitamine, pro-vitamine e sos.ad effetto analogo	Composti di oligoelementi	Agenti emulsionanti, stabilizzanti, addensanti e gelificanti
Vitamina C (acido ascorbico ruminoprotetto) Vitamina B6 (Piridossina cloridrato)	Chelato rameico idrato di glicina Solfato di rame pentaidrato	Montmorillonite Bentonite

Tabella 2.20. Contenuto di vitamine ed oligoelementi presenti nei mix di piante officinali contro acidosi ed alcalosi (Gabaldo, 2019).

3. CONCLUSIONI

La presente ricerca evidenzia la modesta disponibilità di dati relativi all'incidenza della laminite nella pecora da latte. In rapporto a quanto osservato per la vacca da latte le pecore colpite da laminite sembrano rappresentare una percentuale modesta. La letteratura disponibile indica che molte patologie non infettive come l'emorragia della suola, l'ulcera della suola, la doppia suola e le malattie della linea bianca sono strettamente collegate con episodi di laminite subclinica. Questo porta a rivalutare l'importanza della laminite anche in forma subclinica per il suo ruolo rilevante nel predisporre gli animali anche ad altre patologie più frequenti. Le zoppie negli ovini diminuiscono la loro capacità di deambulazione che influisce negativamente sulla capacità di pascolare. Tutto ciò ha un impatto sul benessere e porta al dimagrimento degli animali, alla diminuzione della fertilità, alla nascita di agnelli sottopeso e ad un aumento della mortalità neonatale. A questo si aggiunge un aumento dei costi gestionali e sanitari, nonché di quelli legati alla riforma dei capi compromessi. È importante notare come la patogenesi della laminite sia strettamente collegata a squilibri alimentari che generano stati di acidosi ruminale prolungati nel tempo oppure ad un eccesso di proteina solubile soprattutto in condizioni di utilizzo del pascolo. L'alimentazione quindi è di fondamentale importanza per prevenire la laminite con risparmi sui costi degli eventuali trattamenti delle patologie, dei capi altrimenti persi, dei cali di performance riproduttive e della produzione di latte.

Fenomeni di laminite conseguenti a stati di acidosi sono maggiormente frequenti negli allevamenti intensivi a causa dello stress metabolico derivante dalle alte produzioni, la predisposizione genetica delle razze allevate ma soprattutto a causa della dieta ricca di amidi necessaria durante i primi 3 mesi di lattazione per far fronte alla produzione di latte che raggiunge il suo massimo livello in questa fase. Sarà quindi necessario prestare molta attenzione durante il periodo di transizione dalla dieta di fine gravidanza a quella di inizio lattazione ed eventualmente intervenire somministrando dei modulatori delle fermentazioni ruminali.

Fenomeni di laminite derivante da eccesso di azoto ammoniacale sono invece più frequenti negli allevamenti estensivi dove il tempo speso al pascolo è maggiore. In questi casi sarà necessario sospendere il consumo della fonte alimentare di azoto e somministrare dei modulatori delle fermentazioni ruminali al fine di evitare fenomeni di alcalosi (prima ruminale e poi anche metabolica) ed alterazioni vascolari.

Tra i metodi di prevenzione delle problematiche podali vanno sicuramente annoverati il pareggio funzionale e i bagni podali.

La ricerca svolta ha inoltre evidenziato lo scarso sviluppo dei sistemi di monitoraggio del benessere per gli ovi-caprini e la necessità di colmare il divario esistente in questo campo tra i piccoli ruminanti ed i bovini. La scarsità di materiale a disposizione è legata alle caratteristiche della pecora stessa che è un animale con un alto livello di adattabilità viene spesso allevato utilizzando sistemi che non garantiscono un adeguato monitoraggio.

Nonostante questo vi sono alcuni utili studi svolti per lo più in Francia e Spagna ma le differenze nelle razze impiegate, nella disponibilità di materie prime, nel pascolo a disposizione e nel sistema di allevamento impiegato li rendono di difficile applicazione nel contesto italiano rendendo evidente la necessità di studiare in modo preciso la realtà nazionale.

4. BIBLIOGRAFIA

Alvergnas, M., Strabel, T., Rzewuska, K., Sell-Kubiak, E., 2019. Claw disorders in dairy cattle: Effects on production, welfare and farm economics with possible prevention methods.

Associazione Allevatori della Regione Sardegna, 2012. Le patologie podali degli ovicaprini.

Baruzzo A., 2020. Associazione tra comportamento e dati ottenuti dal pareggio funzionale come strumento di identificazione precoce delle patologie podali nelle bovine da latte. Tesi di laurea magistrale in Medicina Veterinaria. Università degli studi di Padova.

Bazeley, K., and P.J.N. Pinsent., 1984. Preliminary observations on a series of outbreaks of acute laminitis in dairy cattle.

Bertoni F., 2017. Rilievi al macello delle patologie podali e delle alterazioni della conformazione dell'unghione in bovini da carne allevati nel Nord Italia. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Animali. Università degli studi di Padova.

Bizzetti A., 2013. Importanza della dieta nella prevenzione delle più comuni patologie da allevamento della bovina da latte. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Animali. Università degli studi di Pisa.

Blowey, R., 1993. Cattle Lameness and Hoofcare: An Illustrated Guide, illustrated edition. ed. Diamond Farm Book Pubns, Ipswich.

Boosman, R., F. Nemeth, E. Gruys, and A. Klarenbeck., 1989. Arteriographical and pathological changes in chronic laminitis in dairy cattle.

Cangemi M., Graziano C., Fadda G.M., Fraghì P., 2013a. Note tecniche sull'alimentazione degli ovini e dei caprini: opuscolo n.1.

Cangemi M., Graziano C., Fadda G.M., Fraghì P., 2013b. Note tecniche sull'alimentazione degli ovini e dei caprini: opuscolo n.2.

Cangemi M., Graziano C., Fadda G.M., Fraghì P., 2013c. Note tecniche sull'alimentazione degli ovini e dei caprini: opuscolo n.3.

Caroprese M., Casamassima D., Rassu S. P. G., Napolitano F., 2010. Monitoring the on-farm welfare of sheep and goats. Italian journal of Animal Science.

Cevolani D., 2005. Gli alimenti per la vacca da latte. Materie prime e razioni per bovine ad alta produzione.

Chalupa W., Sniffen C., 1994. Carbohydrate, protein and amino acid nutrition in dairy cows. In: Recent Advances in Ruminant Nutrition.

Clarkson et al., 1993. An epidemiological study to determine the risk factors of lameness in dairy cows.

Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP), 2012. European public MRL assessment report (EPMAR) Lasalocid (bovine species).

Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP), 2013. European public MRL assessment report (EPMAR). Monensin (modification of MRLs).

Commun L., Mialon M. M., Martin C., Baumont R., and Veissier I., 2009. Risk of subacute ruminal acidosis in sheep with separate access to forage and concentrate L.

Commun L., Silberberg M., Mialon M. M., Martin C. and Veissie I., 2012. Behavioural adaptations of sheep to repeated acidosis challenges and effect of yeast supplementation.

Constable P.D., Blood D.C., Radostits O.M., 2017. Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats, 11th edition. ed. Elsevier, St. Louis, Missouri.

Dado, R. G., and M. S. Allen., 1995. Intake limitations, feeding behavior, and rumen of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk.

Dain, J. L., A. L. Neal, and R. W. Dougherty., 1955. The occurrence of histamine and tyramine in rumen ingesta of experimentally overfed sheep.

Dell'Orto V., Savoini G., 2005: Alimentazione della vacca da latte. Edagricole, Bologna.

Dyce K.M., Sack W.O., Wensing C.I.G., 2006. Testo di anatomia veterinaria. Parte seconda. Anatomia speciale.

Fantini A., 2012. Chimica, biochimica e fisiologia della produzione del latte.

Frankena, K., Somers, J.G.C.J., Schouten, W.G.P., van Stek, J.V., Metz, J.H.M., Stassen, E.N., Graat, E. a. M., 2009. The effect of digital lesions and floor type on locomotion score in Dutch dairy cows.

Gabaldo G., 2019. Fisiologia della nutrizione e disordini metabolici nella Capra da Latte ad Alta Produzione (CLAP). Corso di aggiornamento professionale.

Gabaldo G., 2021. Comunicazione personale.

Garner M. R., Flint J. F., Russell J. B., 2002. *Allisonella histaminiformans* gen. nov., sp. nov. A novel bacterium that produces histamine, utilizes histidine as its sole energy source, and could play a role in vaccae and equine laminitis.

Garner M. R., Gronquist M. R., Russell J. B., 2004. Nutritional requirements of *Allisonella histaminiformans*, a ruminal bacterium that decarboxylates histidine and produces histamine.

Greenough, P.R., 2007. Bovine laminitis and lameness: a hands on approach.

Griffin, D., Perino, L., Hudson, D., 1993. Feedlot Lameness.

Hulsen, J., 2011. Hoof Signals. Success Factors For Healthy Hooves. Roodbont Publishers.

INRA (Institut National de la Recherche Agronomique): Alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris, 1988

Jasmin H. B., Boston R. C., Modesto R. B., Schaer T. P., 2011. Perioperative ruminal pH change in domestic sheep (*ovis aries*) housed in biomedical research setting.

Jouany J. P., 2006. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows.

Juarez, S.T., Robinson, P.H., DePeters, E.J., Price, E.O., 2003. Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows.

Jubb, K. V., and P. C. Kennedy., 1970. Pathology of Domestic Animals. 2nd ed. Vol. 2.

Manson, F. J., and J. D. Leaver., 1988. The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle.

Manson, F. J., and J. D. Leaver., 1989. The effect of concentrates: silage ratio and hoof trimming on lameness in dairy cattle.

Medjekal S. e Ghadbane M., 2021. Sheep farming. An approach to feed, growth and health. *Sheep digestive physiology and constituents of feeds*.

Mercati D., 2013. Le malattie podaliche della vacca da latte. Principali fattori di rischio e strategie di prevenzione. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie Animali. Università degli studi di Padova.

Miskimins D. W., 2002. Predominant causes of lameness in feedlot lameness and stocker cattle.

Molle G., Decandia M., Ligios S., Fois N. e Sitzia M., 2001. Il Pascolamento e il carico animale con particolare riferimento all'ambiente mediterraneo pp. 275-304, pubblicato nel libro: "L'Alimentazione degli Ovini da Latte", a cura di: Giuseppe Pulina, Edizioni Avenue Media, Bologna, 2001

Murray, R.D., Downham, D.Y., Clarkson, M.J., Faull, W.B., Hughes, J.W., Manson, F.J., Merritt, J.B., Russell, W.B., Sutherst, J.E., Ward, W.R., 1996. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions.

Nocek J. E., 1997. Bovine Acidosis: Implications on Laminitis.

Olmos, G., Boyle, L., Hanlon, A., Patton, J., Murphy, J.J., Mee, J.F., 2009. Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle-housed compared to pasture-based dairy cows.

Ossent, P., Lischer, C., 1998. Bovine lamninitis: the lesions pathogenesis and their impact.

Pagni E. 2006. Lesioni podali in un allevamento di frisone italiane nel senese. Monitoraggio e riflessi sulla produttività. Tesi di laurea specialistica in medicina veterinaria. Università degli studi di Pisa.

Phy S. T. e Provenza D. F., 1998. Sheep fed grain prefer foods and solutions that attenuate acidosis.

Rodwell, A. W., 1953. The occurrence and distribution of amino acid decarboxylases within the genus lactobacillus.

Ruiz R., Dwyer C. M., 2015. AWIN welfare protocol for sheep.

Sagliyan, A., Gunay, C., Han, M. C., 2010. Prevalence of lesions associated with subclinical laminitis in dairy cattle. Israel Journal of Veterinary Medicine.

Sanford, J., 1963. Formation of histamine in ruminal fluid.

Scott, P.R., Penny, C.D., Macrae, A.I., 2011. Cattle medicine. Manson Publishing, London.

Shearer, J.K., van Amstel, S.R., 2017. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease.

Somers, J.G.C.J., Frankena, K., Noordhuizen-Stassen, E.N., Metz, J.H.M., 2003. Prevalence of Claw Disorders in Dutch Dairy Cows Exposed to Several Floor Systems.

Sreekanth C., Shakuntala Rao N., Manivannan K., Gangadhara, Krishna Rao H. R., 2014. "Caecum and Appendix in Ruminants and Man: A Comparative Study". Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences.

Telle, P. P., and R. L. Preston., 1971. Bovine lactic acidosis: intra-ruminal and systemic.

Toteda F., 2016. Lezioni di principi di nutrizione e alimentazione animale.

Van Amstel, S.R., Shearer, J.K., 2006. Manual for treatment and control of lameness in cattle, 1st ed. ed. Blackwell Pub, Ames, Iowa.

Volpelli L. A., Battistella N., Sartori A., Zurli E., Prendi B., Turmalaj L., Haxhari A., Gjeta Z., Djaloshi S.; 2020. Guida pratica all'allevamento ovicaprino in Albania.

Wand C., 2003. Feeding Systems for Sheep. Chapter 7: Digestion and Nutrition

Zecconi, A., Sturlesi, N., Tarantino, S., Redaelli, V., Luzi, F., Mortellaro, C. M., 2012. Fattori di rischio per le patologie podali.

5. RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento ai miei genitori Perale Marco e Turri Patrizia e a mia sorella Irene Perale per avermi sempre sostenuto durante tutto il percorso universitario che, senza di voi, non sarebbe mai stato possibile.

Un ringraziamento speciale al Dr. Giulio Gabaldo che, con la sua esperienza, mi ha aiutato moltissimo nei miei ultimi anni di studio.

Infine ringrazio la Prof.ssa Flaviana Gottardo per l'aiuto fornito durante la stesura della tesi.