a cura di
Giuseppe Pulina

L'alimentazione della capra da latte



Edizioni
Avenue media
BOLOGNA



Ministero delle Politiche Agricole e Forestali

Questo libro è stato pubblicato con il contributo
del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (decreto n.23932 del 20 dicembre 2004)
e riporta i risultati del Progetto Finalizzato
"Ulteriore evoluzione di un programma di alimentazione per ovini e caprini"
(Coordinatore generale: prof. Giuseppe Pulina)
Collaboratore all'editing: Daniela Brandano.

Edizione e impaginazione:



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

Copyright 2005 Avenue media, Bologna
È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata,
compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico, non autorizzata.

Sommario

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE
a cura di Giuseppe Pulina

Presentazione
di Giuseppe Pulina pag. 7

Capitolo 1
La produzione del latte nei caprini pag. 9
di Giuseppe Pulina, Gianni Battacone, Anna Nudda

Capitolo 2
Modellizzazione matematica della curva di lattazione della capra pag. 27
di Nicolò P.P. Macciotta, Corrado Dimauro, Roberto Steri, Aldo Cappio-Borlino

Capitolo 3
I lipidi del latte di capra: meccanismi di sintesi e principali fattori di variazione pag. 45
di Marcello Mele, Arianna Buccioni, Andrea Serra, Mauro Antongiovanni, Pierlorenzo Secchiari

Capitolo 4
La componente proteica del latte caprino pag. 71
di *Gian Franco Greppi e Paola Roncada*

Capitolo 5
Qualità aromatica e nutrizionale-salutistica del latte caprino pag. 101
di Vincenzo Fedele

Capitolo 6
I fabbisogni energetici e proteici dei caprini pag. 127
di Alberto Stanislao Atzori, Filippo Boe, Antonello Cannas

Capitolo 7
L'ingestione alimentare
di Marcella Avondo, Luisa Biondi, Adriana Bonanno, Lucio Lutri pag. 155

Capitolo 8
Comportamento alimentare ed ingestione di capre al pascolo su macchia mediterranea pag. 173
di Mauro Decandia, Giovanni Molle, Giuliano Pinna, Andrea Cabiddu, Maria Yiakoulaki

Capitolo 9
L'allevamento caprino in italia e le politiche di ricerca del MiPAF pag. 209
di Fidalma D'Andrea

Capitolo 10
L'alimentazione al pascolo della capra da latte pag. 217
di Adriana Bonanno, Vincenzo Fedele, Antonino Di Grigoli

Capitolo 11
Tecnologie di alimentazione della capra in stalla pag. 251
di Luca Rapetti e Luciana Bava

Capitolo 12
L'alimentazione delle capre da fibra pag. 281
di Lucia Sepe e Adriana Di Trana

Capitolo 13
Malattie metaboliche e nutrizionali pag. 307
di Massimo Morgante e Calogero Stelletta

Capitolo 14
CAPRISOFT, un software di programmazione per le aziende caprine pag. 347
di Filippo Boe, Antonello Cannas, Salvatore Pier Giacomo Rassu, Giuseppe Pulina

Capitolo 15
Un supporto per la formulazione delle razioni alimentari pag. 365
di Tiziano Bettati e Marco Ilic

Capitolo 16
Le razze caprine d'Italia
di Lorenzo Noè, Alessandro Gaviraghi, Andrea D'Angelo, Adriana Bonanno, Adriana Di Trana, Lucia Sepe, Salvatore Claps, Giovanni Annicchiarico, Nicola Bacciu pag. 381

Note biografiche degli autori pag. 445

Elenco acronomi usati pag. 455

Indice sinottico pag. 461

Presentazione

L'allevamento dei caprini è probabilmente quello maggiormente globalizzato. Infatti, questa specie è allevata nelle pianure fertili della Francia e della Germania, nelle montagne della Svizzera e della Nuova Zelanda, negli altipiani asiatici, nelle steppe e nelle zone predesertiche africane, nelle zone tropicali del sud est asiatico e del continente americano. Questa straordinaria flessibilità deriva fondamentalmente dal particolare habitus alimentare che consente ai caprini di esplorare in maniera ottimale nicchie foraggere non sfruttabili economicamente dalle altre specie zootecniche.

L'Italia, in cui la specie caprina è allevata da epoche preistoriche, presenta una grande variabilità di situazioni geo-climatiche che hanno portato all'evoluzione di differenti tecniche di allevamento dei caprini e al fiorire di una grande varietà di tipi genetici autoctoni.

In questo libro presentiamo un'opera collettiva che riunisce i massimi esperti italiani sui temi dell'alimentazione della capra per la produzione del latte. Si tratta in gran parte dei risultati conclusivi del progetto finalizzato MiPAF "Ulteriore sviluppo e evoluzione di un programma per il razionamento di ovini e caprini", che ha già portato alla pubblicazione per questa stessa casa editrice del testo "L'alimentazione degli ovini da latte", il quale ha trovato ampia diffusione fra tecnici ed allevatori.

Nei capitoli iniziali presentiamo il latte di capra nella sua modalità di sintesi e secrezione, nella sua evoluzione produttiva e nelle sue caratteristiche qualitative, organolettiche, aromatiche, nutrizionali, salutistiche e terapeutiche. Successivamente forniamo gli elementi per una corretta stima delle esigenze nutritive e dell'ingestione alimen-

tare, anche in relazione al comportamento degli animali al pascolo su superfici erbacee o in territori silvani. Tali informazioni sono poi applicate nei capitoli sulla tecnica di alimentazione delle capre al pascolo e alla stalla, integrate dalla rappresentazione delle principali dismetabolie che possono colpire la specie a seguito di errata formulazione e somministrazione delle razioni. Due capitoli, inoltre, trattano della formulazione computerizzata delle razioni e della programmazione delle aziende caprine. Una menzione a parte meritano, infine, i capitoli sull'alimentazione delle capre da fibra, di crescente importanza anche nel nostro Paese, e quello sulle razze, che rappresentano un esauriente compendio sul contributo portato da questa specie alla biodiversità in Italia.

Abbiamo fatto tesoro dei consigli e delle critiche dei Lettori del libro sull'alimentazione degli ovini.
In questo libro speriamo che allevatori e tecnici possano trovare le informazioni necessarie per far compiere anche all'allevamento caprino quel salto di qualità indispensabile per rendere sostenibile, sotto i profili economico e ambientale, questo importante segmento delle produzioni tipiche italiane.

Giuseppe Pulina

Sassari, settembre 2005

Capitolo 1

LA PRODUZIONE DEL LATTE NEI CAPRINI

Giuseppe Pulina, Gianni Battacone, Anna Nudda
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

1.1. Il latte caprino

Il latte caprino presenta una elevata variabilità nella sua composizione e nella sua attitudine alla trasformazione in relazione alle caratteristiche della razza, all'ordine di parto, ai fattori ambientali, alle tecniche di alimentazione e di allevamento. Il suo componente principale è l'acqua, e il residuo secco è costituito principalmente da glucidi solubili, lipidi e vitamine liposolubili in emulsione, proteine in soluzione o in sospensione colloidale, sali minerali e sostanze azotate non proteiche e vitamine idrosolubili in soluzione. L'assenza di beta-carotene, al pari del latte ovino, comporta che il colore del latte caprino sia bianco. Per la sua composizione complessiva il latte di capra presenta delle importanti caratteristiche che lo rendono preferibile al latte di altre specie per l'impiego alimentare umano diretto.

1.2. La produzione del latte

Il secreto mammario dei primi giorni dopo il parto è profondamente diverso dal latte ed è definito colostro. Nonostante la sua insostituibile funzione nell'alimentazione del capretto neonato, esso non può essere venduto. Saranno riportate nel successivo paragrafo le principali caratteristiche del colostro e del latte caprino.

1.2.1. Il colostro

Il colostro è il secreto della ghiandola mammaria prodotto a partire dalle ore immediatamente precedenti il parto e che diventa latte maturo al 4-5 giorno di lattazione. La prima produzione di colostro caprino (Figura 1.1) è caratterizzata da un elevato contenuto proteico, che si riduce marcatamente

L'alimentazione della capra da latte (Pulina G. Ed.). Avenue media® , Bologna, 2005: 9-25

dopo 48 ore e si stabilizza dopo 4 giorni dal parto al pari di quanto riscontrato nel latte delle altre specie ruminanti. Il contenuto lipidico presenta anch'esso un picco in corrispondenza del parto si riduce nell'arco dei due giorni successivi. La concentrazione del lattosio ha una evoluzione con andamento contrario in quanto il valore di minimo si registra in corrispondenza del parto e poi aumenta fino a raggiungere i valori di concentrazione fisiologici del latte maturo. Questo è dovuto alla progressiva chiusura della via paracellulare che regola gli scambi diretti tra fluido extracellulare e latte negli alveoli mammari.

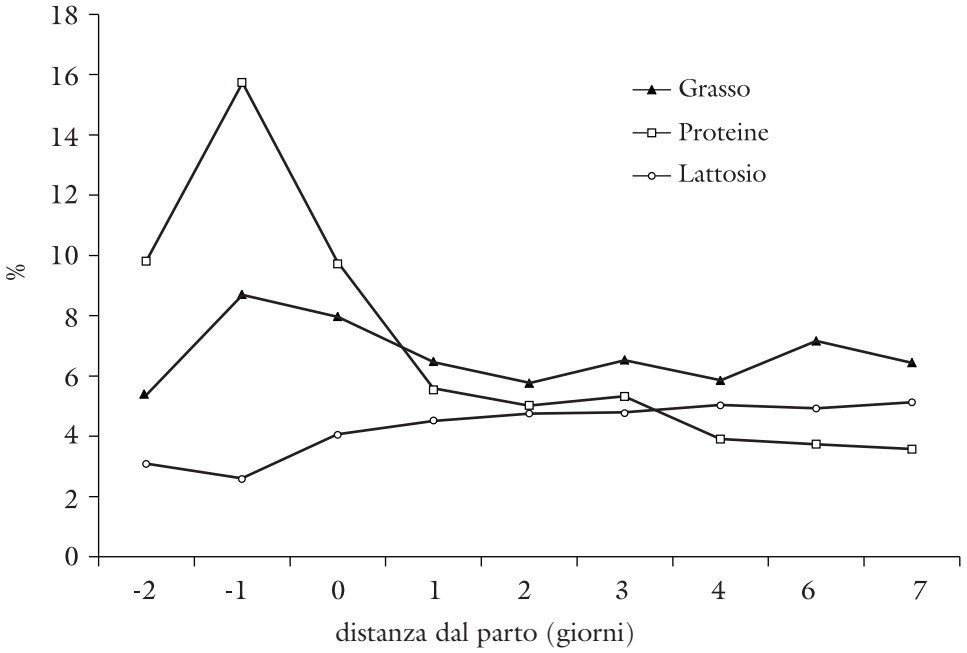


Figura 1.1 - Composizione del secreto mammario preparto e nei primi 7 giorni dopo il parto (Nudda et al.*, dati non pubblicati).*

Nell'alimentazione del capretto il colostro ha tre funzioni principali: immunitaria, nutrizionale e lassativa. Al pari delle altre specie ruminanti, la struttura placentare caprina non consente il passaggio degli anticorpi dal sangue materno al feto (Naitana *et al.* 1992). Il colostro rappresenta perciò la prima fonte di anticorpi che fornisce al neonato la protezione immunitaria passiva. La funzione immunitaria del colostro è data dalla elevata concentrazione di immunoglobuline (Ig) che sono assorbite intatte dall'intestino del capretto nelle prime 24-48 ore di vita; successivamente questa capacità di assorbimento delle grosse

molecole immunoglobuliniche diminuisce. Le Ig maggiormente rappresentate nel colostro caprino, al pari del bovino, sono le IgG e la loro concentrazione, massima al parto (47 mg/ml), si riduce rapidamente nei giorni successivi (0,12 mg/ml dopo 7 giorni) (Figura 1.2).

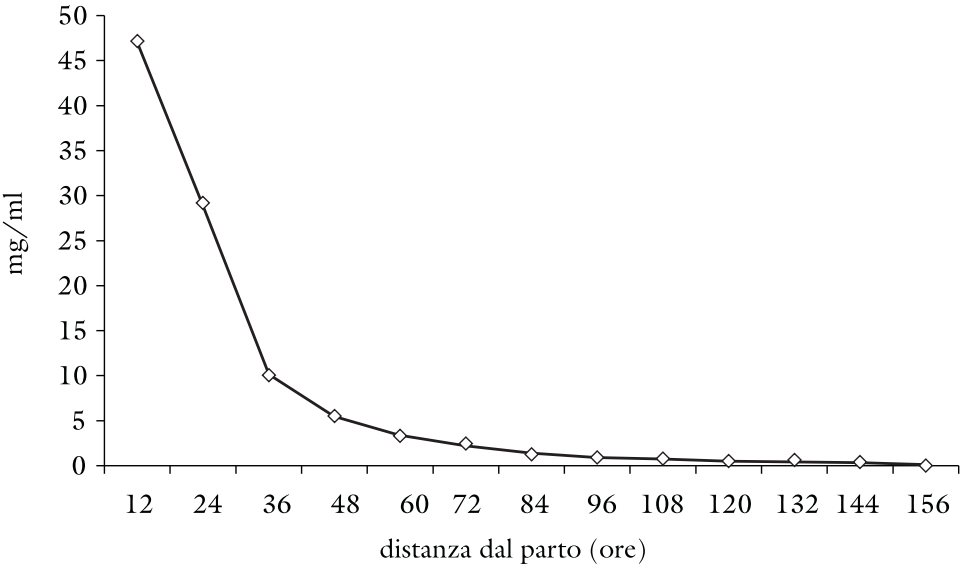


Figura 1.2 - Concentrazione di immunoglobuline nel latte caprino (Levieux et al.*, 2002).*

Nel siero ematico dei capretti alla nascita il contenuto in IgG è molto basso (0,13 g/dl) ma l'assunzione del colostro materno ne comporta il rapido incremento fino al valore massimo di 3,5 g/dl (Chen *et al.*, 1999). La prolificità influenza il contenuto di IgG nel siero dei capretti (Chen *et al.*, 1999) in quanto nei nati da parto singolo esso risulta significativamente più basso rispetto ai nati da parto plurimo (1,43 *vs* 3,45 g/dl). L'importanza delle IgG nelle prime ore di vita del capretto è desumibile dalla forte correlazione negativa che esiste fra mortalità neonatale degli animali e la concentrazione ematica di IgG (Argüello *et al.*, 2004). Sotto questo aspetto, un ruolo rilevante è assunto dal comportamento sociale delle madri: i neonati di capre con posizione gerarchica inferiore sembrerebbero infatti più esposti ad infezione da *Pasteurella multocida e Escherichia coli* rispetto a quelli nati da capre dominanti (Pisarska *et al.*, 2002). Nel colostro prodotto nelle prime ore dopo il parto risulta elevato il contenuto in beta-lattoglobulina (3 g/dl), alfa-lattoalbumina (0,28 g/dl) e sieroalbu-

mina (3 g/dl), ma anche le concentrazioni di queste sieroproteine tendono a ridursi nella prima settimana di lattazione e si stabilizzano sui valori tipici del latte maturo (Levieux *et al.*, 2002).

1.2.2. Il latte

Dopo una settimana dal parto il secreto mammario acquisisce le caratteristiche di latte maturo, la cui composizione media, per le più importanti razze caprine allevate in Italia, è riportata nella tabella 1.1.

Tabella 1.1 - Valori medi (e diviazione standard d.s.) della produzione annuale di latte e dei suoi contenuti lipidico e proteico per alcune razze caprine allevate in Italia (AIA, 2002).

Razze	Latte (litri)		Grasso (%)		Proteina* (%)	
	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.
Saanen	603	240	3,10	0,56	3,02	0,33
Camosciata delle Alpi	528	225	3,22	0,52	3,10	0,35
Frisa	389	173	2,97	0,41	3,02	0,28
Girgentana	374	149	3,83	0,73	3,39	0,30
Maltese	324	146	3,80	3,30		
Bionda dell'Adamello	314	109	2,84	0,54	2,77	0,35
Sarda	223	104	4,60	3,70		

*Proteina = N x 6,38

Con il procedere della lattazione le concentrazioni lipidica e proteica presentano un andamento speculare rispetto alla produzione di latte, mentre quella in lattosio tende a diminuire. Nella figura 1.3 sono riportate le medie di produzione e le concentrazioni in lattosio, grasso e proteine rilevate in 7 allevamenti della Sardegna (razze allevate: Saanen, Alpina, Maltese, Sarda e loro incroci).

La produzione quantitativa e qualitativa di latte è influenzata dalla prolificità degli animali: in capre di razza Alpina con parti gemellari e trigemini sono state registrate produzioni di latte superiori del 7,6% e 16,5% rispetto agli animali con parto singolo (Browning *et al.*, 1995); Macciotta *et al.* (2005) hanno osservato, in capre di razza Sarda, una produzione di latte del 5,5% superiore negli animali con parto gemellare rispetto a quelli con parto singolo. Questo risultato è generalmente attribuito all'influenza diretta della placenta sullo sviluppo della mammella modulata dall'ormone lattogeno placentare (OLP). Gestazioni plurime (ma anche feti di maggiore peso) comportano una maggiore massa placentare con una superiore produzione di OLP il quale, con azione anabolizzante, determina un maggiore sviluppo delle strutture lobulo-alveolari della ghiandola mammaria e

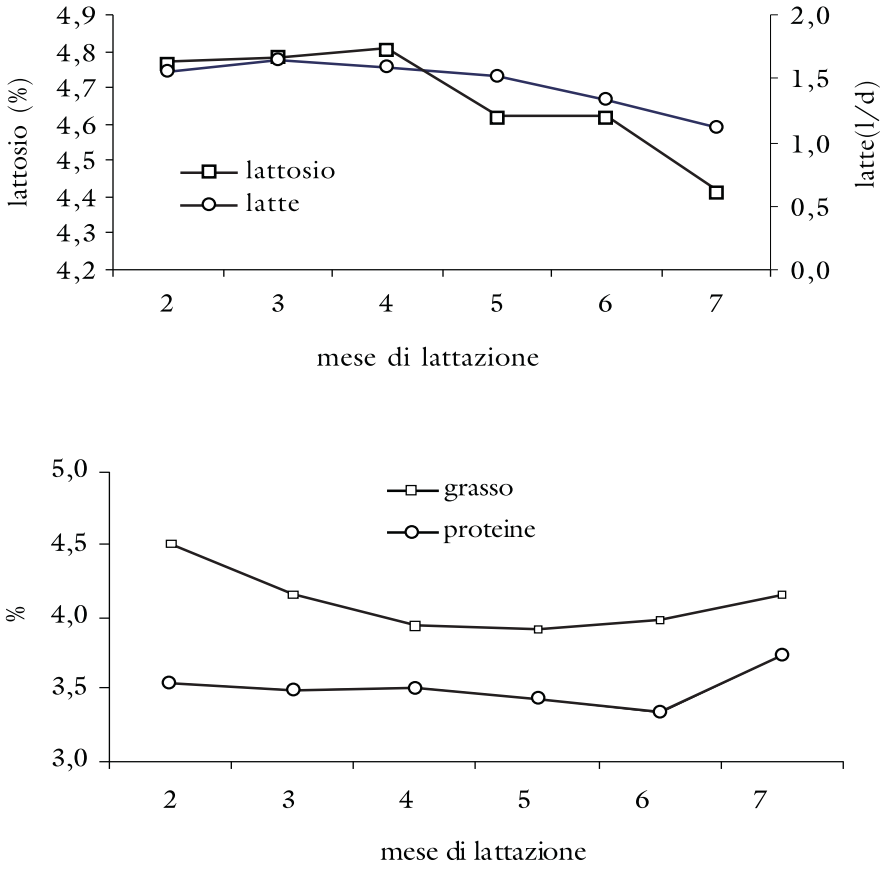


Figura 1.3 - Evoluzione della produzione di latte e delle concentrazioni in lattosio, proteine e grasso nel corso della lattazione di 7 allevamenti caprini della Sardegna (Pulina et al.*, dati non pubblicati).*

quindi una superiore produzione di latte. Inoltre, la maggiore frequenza di rimozione del latte dalla mammella nelle capre con 2-3 capretti rispetto ad animali che allatano un solo capretto, favorisce una maggiore produzione al picco con un positivo effetto di trascinamento per tutta la lattazione.

La produzione del latte è condizionata dal numero di alveoli attivi nella mammella e dall'efficienza di sintesi di ciascuno di essi. La quantità di alveoli attivi nel corso della lattazione è influenzata dalla percentuale di alveoli attivi nel corso della precedente lattazione che non sono involuti e dal numero di alveoli sviluppati nel corso della stessa lattazione. Con il progredire della carriera produttiva degli animali la percentuale degli alveoli che non va incontro ad involuzione nel corso di

ogni lattazione diminuisce e questo comporta che nella lattazione successiva si abbia una riduzione del potenziale produttivo della ghiandola mammaria. Inoltre, l'entità degli alveoli capaci di differenziarsi nel corso della lattazione prima aumenta fino al 3° parto poi tende a ridursi. Nelle capre di razza Sarda, infatti, la produzione di latte aumenta fino alla terza-quarta lattazione (Macciotta *et al.*, 2005) per poi decrescere e un andamento analogo è stato rilevato da Peris *et al.* (1997) per lattazioni di 210 giorni in capre di razza Murciano-Granadina (Figura 1.4).

1.2.3. Il latte normalizzato

L'esigenza della standardizzazione delle produzioni ad un prefissato contenuto di grasso e di proteine (SAT) per consentire l'espressione univoca delle esigenze nutritive degli animali in lattazione ed la comparazione degli animali da destinare alla selezione, ha portato alla proposta di numerose relazioni di normalizzazione del latte caprino, alcune delle quali sono riportate di seguito.

$Ln_{(3,5)} = L(0,55 + 0,09G)$ Pulina *et al.* (1991)
$Ln_{(4)} = L(0,411 + 0,147G)$ Mavrogenis e Papachristoforou (1988)
$Ln_{(5)} = L(0,65 + 0,10G)$ Pulina *et al.* (1991)

dove: L = latte prodotto in kg; G = contenuto lipidico in %.
Si noti che la relazione di normalizzazione al 4% è uguale alla nota equazione di Gaines (1928) per l'analoga normalizzazione del latte bovino.

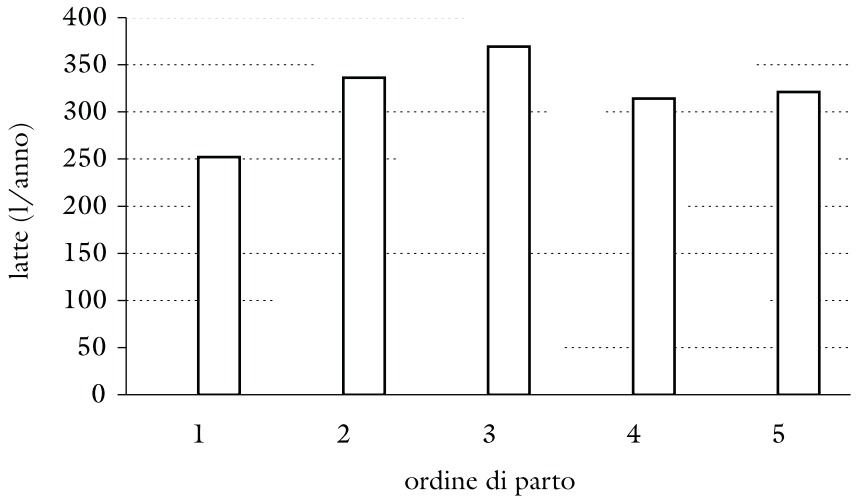


Figura 1.4 - Valori medi della produzione di latte in capre di razza Murciano-Granadina con diverso ordine di parto (Peris et al., *1997).*

Il contenuto energetico lordo del latte di capra (E in Kcal/kg) può essere stimato con l'equazione seguente.

E = 481+79(contenuto lipidico in %) Pulina *et al.* (1991)

1.3. La sintesi del latte

La maggior parte dei componenti del latte sono sintetizzati dal tessuto secretore della ghiandola mammaria a partire dai metaboliti veicolati nel sangue; questi a loro volta derivano, direttamente o indirettamente, dalle sostanze nutritive contenute negli alimenti.
I grassi del latte sono secreti sotto forma di globuli rivestiti da una membrana che li mantiene in emulsione nel mezzo acquoso. Nel latte caprino il diametro dei globuli di grasso varia fra 0,73 e 8,58 μm con valore medio di 2,76 μm e con il 90% di essi con diametro inferiore a 5,21 μm. Le minori dimensioni medie del globulo di grasso nel latte caprino rispetto a quello vaccino (3,51 μm) comporta una maggiore superficie specifica di esposizione (17,117 *vs* 21,778 cm^2/ml) (Attaie e Richter, 2000) la qual cosa favorisce i processi di lipolisi e contribuisce a rendere più digeribile il primo rispetto al secondo.
La frazione lipidica del latte caprino (vedi per approffondimenti il Capitolo 3), al pari di quello delle altre specie zootecniche, è costituita quasi esclusivamente da trigliceridi (97-98 %). Gli altri componenti sono rappresentati principalmente da diacilgliceridi (0,28-0,59 %), da fosfolipidi (0,21 %) e da monoacilgliceridi (0,02-0,04 %). I trigliceridi sono sintetizzati nel reticolo endoplasmatico liscio delle cellule secretrici della ghiandola mammaria. Gli acidi grassi (AG) a medio-corta catena (C6-C12) impiegati nella sintesi dei trigliceridi sono sintetizzati *ex novo* a partire dall'acetato e dal β-idrossibutirrato di origine prevalentemente digestiva; quelli a catena lunga (C>18) sono captati dal fluido ematico, direttamente inclusi nei trigliceridi e possono provenire sia dall'assorbimento digestivo che dalla mobilizzazione delle riserve lipidiche corporee; quelli a media catena sono di duplice provenienza. Nello specifico per questi ultimi la percentuale di neosintesi è dell'80-90% per il C12:0, del 30-40% per il C14:0 e del 20-30% per il C16:0 (Bauman e Davies, 1974).
Il maggior contributo di AG preformati a livello ematico che sono trasferiti direttamente al latte, deriva dall'idrolisi dei componenti triacilgliceroli trasportati dalle lipoproteine a bassissima densità, e dai chilomicroni, ad opera della lipasi lipoproteica localizzata nell'endotelio capillare della ghiandola mammaria

(e probabilmente nella superficie basolaterale delle cellule secretrici) (Shennam e Peaker, 2000; Clegg *et al.*, 2000).
Nella ghiandola mammaria caprina, e in minor misura nell'intestino, risiede un sistema enzimatico di desaturasi con alta affinità per l'acido stearico (C18:0), che viene convertito per circa il 67% in acido oleico (C18:1), ma che agisce con minore incidenza su C14:0 e C16:0 che vengono desaturati per circa il 2%. Un elemento caratterizzante il profilo acidico del grasso del latte caprino è il suo alto contenuto in AG a corta e media catena, in particolare caprilico (C8:0) e caprico (C10:0).
Le differenze di posizione degli AG nei trigliceridi influenzano notevolmente la digestione e l'assorbimento dei grassi sia nei capretti che nei bambini (Innis e Dyer, 1997; Nelson *et al.*, 1999). In particolare, l'elevata quantità (60-70%) di acido palmitico esterificato in posizione sn-2 del grasso nel latte di donna ne facilità l'assorbimento intestinale negli infanti. Sfortunatamente nel latte caprino, come in quello vaccino, la quantità di C16:0 esterificato in posizione sn-2 è circa la metà (31%) (Freeman *et al.*, 1965) rispetto al latte umano.

Le sostanze azotate nel latte caprino (per approfondimenti vedi il Capitolo 4) sono costituite in massima parte da proteine (95-96%) e in minima parte da sostanze non proteiche (4-5%). Le proteine nel latte di capra, così come nel latte di tutti i mammiferi, sono rappresentate da caseine (αs1-, αs2-, β- e κ-caseina) e da sieroproteine (α-lattoalbumina, β-lattoglobulina, sieroalbumina e immunoglobuline). Le proteine di sintesi mammaria, prodotte nel reticolo endoplasmatico rugoso delle cellule secretrici, sono veicolate nell'apparato del Golgi dove avvengono i processi di forforilazione, glicosilazione e la formazione delle micelle caseiniche. Una volta terminati i processi biochimici di stabilizzazione delle formazioni proteiche, queste sono veicolate verso la parte apicale delle cellule e secrete per esocitosi nel lume alveolare. La caseina (circa 80% delle proteine) è una famiglia di fosfoproteine presente nel latte in forma micellare in sospensione colloidale. Le micelle caseiniche sono fortemente fosforilate per cui la loro struttura è sensibile all'azione del calcio che ne produce la precipitazione. Le razze caprine si differenziano fra loro anche per il contenuto di caseina mentre la forte variabilità individuale riscontrata per questo componente è in larga misura da attribuirsi alla differente concentrazione di alfa-s1 caseina. L'elevato polimorfismo della alfa-s1 caseina trovato in questa specie è fortemente correlato con la concentrazione della stessa caseina nel latte (Grosclaude *et al.*, 1987).

Le sieroproteine del latte caprino, proteine globulari denaturate dalle elevate temperature (90°C per 10 min) non fosforilate e insensibili al calcio, sono costituite da β-lattoglobulina (77%), α-lattoalbumina (17%), sieroalbumina (3%) e immunoglobuline (3%).

Il lattosio, zucchero del latte, è il disaccaride sintetizzato nella ghiandola mammaria e presente unicamente nel secreto mammario. La sintesi, localizzata nell'apparato del Golgi delle cellule alveolari, avviene a partire dal glucosio ematico per azione enzimatica della lattosio-sintetasi. Il lattosio è il componente del latte meno variabile per concentrazione in quanto la secrezione del latte è condizionata direttamente dalla sua sintesi in quanto tale composto contribuisce per circa i 2/3 alla sua osmolarità. Il contenuto in lattosio è minore nel latte di fine lattazione o nel secreto di ghiandole infiammate per mastiti o altro a causa dell'alterazione della permeabilità dell'epitelio secretivo che comporta il passaggio di lattosio dal lume alveolare al liquido interstiziale del parenchima mammario. Infatti, in casi gravi di lesioni del parenchima lobulare, è possibile rilevare una certa quantità di lattosio nel sangue.

I minerali e le vitamine, presenti nel latte, sono di esclusiva provenienza ematica. La concentrazione dei primi è differente fra sangue e latte poiché alcuni di questi non sono diffusibili attraverso l'epitelio mammario, ma sono trasferiti nel lume alveolare da meccanismi di trasporto attivi detti "pompe". Le concentrazioni in Na, K e Cl del latte riflettono i livelli intracellulari di questi elementi mentre per il Ca, il Mg e il P i rapporti di concentrazione nel latte rispetto al sangue differiscono. Nella tabella 1.2 sono riportati i contenuti totali di alcuni degli elementi minerali maggiormente presenti nel latte caprino e ovino e la loro presenza in soluzione.
Il latte caprino presenta concentrazioni di K (1585±184 mg/l) nettamente superiori a quelle del latte umano (Rodriguez Rodriguez *et al.*, 1999) e bovino rispetto al quale ha anche minori contenuti in Na per cui appare maggiormente adatto per l'alimentazione di soggetti con problemi di ipertensione (Zoppi *et al.*, 1993). Il contenuto in elementi minerali degli alimenti, la disponibilità di minerali da riserve corporee dell'animale oltre che le variazioni di efficienza di assorbimento dei diversi elementi, spiegano la gran parte delle differenze di composizione minerale del latte caprino riportate in letteratura (Musalia *et al.*, 1989). La concentrazione di elementi minerali è abbastanza stabile nel corso della lattazione ad eccezione del K che mostra forti fluttuazioni (Park e Chukwu, 1988). Gli elementi minerali nella loro forma ionica contribuiscono,

Tabella 1.2 - Contenuto(mg/l) totale e solubile dei principali elementi minerali presenti nel latte di capra e di pecora (De la Fuente et al.*, 1997).*

		capra			pecora		
		media	max.	min.	media	max.	min.
Ca	tot.	1468	1586	1343	2385	5126	1983
	sol.	482	529	404	448	474	406
Mg	tot.	122	144	110	193	212	175
	sol.	81	96	71	108	118	97
P	tot.	872	954	792	1456	1582	1398
	sol.	337	363	318	507	540	435
Zn	tot.	4,64	5,23	4,14	8,03	8,56	6,78
	sol.	0,58	0,62	0,42	0,67	0,87	0,47
Fe	tot.	0,63	0,81	0,54	1,16	1,42	0,96
	sol.	0,28	0,35	0,25	0,33	0,43	0,26
Cu	tot.	0,28	0,32	0,22	0,41	0,48	0,32
	sol.	0,05	0,06	0,04	0,14	0,18	0,11
Mn	tot.	0,034	0,044	0,023	0,059	0,066	0,049
	sol.	0,004	0,006	0,00	0,004	0,005	0,003

unitamente al lattosio, all'equilibrio osmotico del latte. Le perturbazioni all'integrità dell'epitelio secretivo degli alveoli possono comportare un trasporto paracellulare di diversi costituenti dal sangue al latte e viceversa. La via paracellulare è di norma inattiva nel corso della lattazione, ma è resa attiva nei giorni immediatamente precedenti all'estro, nel post-parto, nella fase finale della lattazione e durante gli stati infettivo-infiammatori a carico della mammella (Shennan e Peaker, 2000). L'elevato contenuto in elementi minerali del latte caprino permane nel formaggio eccetto che per il K, perso con il siero durante il processo di caseificazione (Park, 1994).

Il contenuto in vitamine del latte caprino presenta concentrazioni medie in vitamina A, acido ascorbico e vitamina B12, inferiori rispetto al latte umano. Il contenuto in α-tocoferolo è di 6,46±3,36 μg/ml (Yang *et al.*, 2004) e tale concentrazione può essere sensibilmente aumentata con la somministrazione di vitamina E che causa contemporaneamente la riduzione di perossidi a livello della ghiandola mammaria (Yang *et al.*, 2004). Il latte caprino è carente in acido folico rispetto al latte di altre specie per cui il suo impiego esclusivo porterebbe nei bambini l'insorgenza di fenomeni di anemia megaloblastica (Davidson e Townley, 1977) e negli adulti di forme generali di anemia (Arinzon *et al.*, 2004). Questi quadri sono esaltati dal fatto che i folati contenuti nel latte di capra sono meno biodisponibili rispetto a quelli del latte umano e del latte vaccino (O'Connor, 1994).

Il contenuto in composti volatili del latte caprino, al pari delle altre specie, è strettamente legato alla concentrazione degli stessi, o di loro precursori, negli alimenti impiegati (per approfondimenti vedi il Capitolo 5). In particolare, i composti volatili presenti nel latte possono originare direttamente dagli alimenti, previo passaggio ruminale, o dal tratto respiratorio per inalazione oppure possono essere prodotti da processi metabolici. I composti volatili del latte sono di particolare interesse in quanto contribuiscono alla definizione del suo aroma a quello dei derivati.
La componente volatile del latte caprino è principalmente rappresentata da aldeidi, chetoni, esteri, alcoli e composti solforati (Tabella 1.3). Il flavour del latte caprino è caratteristico, ma meno marcato di quello dei suoi prodotti di trasformazione: Marchisio *et al.* (1999) hanno identificato trenta componenti aromatiche nel formaggio da latte caprino soltanto 18 delle quali sono state ritrovate nel latte di origine. Jaubert *et al.* (1997), su capre di razza Alpina e Saanen, hanno rilevato che l'intensità del flavour del latte è positivamente influenzato dallo stadio di lattazione, dal CCS e dal contenuto in acidi grassi liberi, mentre è negativamente influenzato dalla concentrazione di grasso.

Tabella 1.3 - Concentrazioni (ppb) di diversi gruppi di composti volatili presenti nel latte di capra, vacca, pecora e bufala (Moio et al. *1993).*

	Capra	Vacca	Pecora	Bufala
Esteri	279	399	301	539
Aldeidi	88	96	127	
Chetoni	14	36	32	98
Alcoli	18	12	27	55
Composti solforati	120	200	250	40
Lattoni	0,9	1,7	1,5	0,5
Composti azotati	83	41	132	139
Composti aromatici	12	16	31	25
Totale	615	802	901	1050

1.4. Il contenuto in cellule somatiche

Il contenuto in cellule somatiche (CCS) del latte è comunemente usato quale indicatore dello stato di salute della mammella. Anche per i caprini è accertata la forte relazione fra alto CCS e presenza di agenti mastidogeni nella ghiandola mammaria. Moroni *et al.* (2005) hanno osservato che nel latte di emimammelle caprine non infette da batteri patogeni, il CCS era nel 70% dei casi

<500 x 10^3 cellule/ml, nel 83% dei casi <1,0 x 10^6 cellule/ml e nel 89% dei casi <1,5 x 10^6 cellule/ml; e il latte proveniente da emimammelle infette aveva un CCS <500 x 10^3 cellule/ml nel 37% dei casi, un CCS <1,0 x 10^6 nel 61% e un CCS <1,5 x 10^6 nel 73%. Gli stessi autori hanno mostrato che il CCS aumenta con il procedere della lattazione e con il crescere dell'ordine di parto degli animali.
Il latte caprino è caratterizzato di norma da più alto CCS rispetto al latte bovino, probabilmente a causa della maggiore presenza di particelle citoplasmatiche risultanti dal processo di secrezione che in questa specie è di tipo apocrino. Pertanto nelle capre, l'impiego degli stessi parametri utilizzati nei bovini per la discriminazione di latti derivanti da animali con patogie mammarie, non risultano della medesima efficacia nel valutare lo stato sanitario della mammella. Anche il California Mastitis Test (CMT) sembra poco accurato per la rilevazione delle mastiti nelle capre (Contreras *et al.*, 1996; Ying *et al.*, 2002); anche se ai maggiori valori di CCS del latte caprino sono associate elevate concentrazioni in plasmina (Battacone *et al.*, 2003) a conferma della alterazione complessiva della tenuta dell'epitelio secretivo della ghiandola mammaria, al pari di quanto rilevato nelle altre specie da latte principali.

1.5. Effetti terapeutici e nutrizionali del latte caprino

Gli effetti terapeutici dell'impiego del latte caprino nell'alimentazione umana sono noti da tempo. Essi sono fondamentalmente legati alla risoluzione di fenomeni di intolleranza alle proteine del latte vaccino (IPLV), patologia che interessa in maniera importante (2-7,5%) i bambini sotto i 3 anni (Carroccio *et al.*, 2000). Le manifestazioni cliniche per sensibilizzazione alle proteine del latte vaccino sono molteplici: fra queste prevalgono le gastrointestinali (vomito, diarrea, colite, sindrome da malassorbimento), le cutanee (eczema) e le respiratorie (asma) (Sampson, 2003). L'elevato polimorfismo delle frazioni caseiniche e sieroproteiche del latte bovino e la complessità dei sintomi allergici rende difficoltosa la determinazione del tipo di proteine maggiormente responsabili della reazione allergica. Uno studio condotto su 31 bambini interessati da IPLV ha dimostrato effetti positivi della lattoterapia con latte caprino per il 74,2% dei casi (Dore *et al.*, 1993). Gli stessi autori hanno anche osservata una maggiore efficacia del latte caprino, rispetto al latte di soia e agli idrolisati proteici, nel controllo degli scompensi gastrointestinali e delle affezioni cutanee dei soggetti trattati. Occorre tuttavia tenere conto che possono presentarsi fenomeni di

intolleranza al latte caprino sia in soggetti affetti (Bellioni-Businco *et al.*, 1999) che non affetti (Paty *et al.*, 2003) da IPLV. I risultati non univoci sull'efficacia della lattoterapia con latte caprino nel trattamento della IPLV sono spiegabili con l'elevato polimorfismo della sua αs1-caseina. Bevilacqua *et al.* (2001) su cavie trattate con latti con basso contenuto in αs1-caseina, hanno osservato una forte riduzione della reazione allergica rispetto a cavie trattate con latte caprino ricco in αs1-caseina o con latte bovino. Prove sperimentali condotte su animali da laboratorio integri o con resezione della parte distale dell'intestino per simulare sindromi di malassorbimento, hanno evidenziato una maggiore biodisponibilità di elementi minerali con ingestione di latte caprino rispetto al latte bovino (Barrionuevo *et al.*, 2003) con un aumento della utilizzazione delle proteine e della biodisponibilità di magnesio (Lopez-Aliaga *et al.*, 2003), di calcio e di fosforo (Campos *et al.*, 2003), di zinco e di selenio (Alferez *et al.*, 2003), di ferro e di rame (Barrionuevo *et al.*, 2002). Alferez *et al.* (2001) hanno osservato una migliore utilizzazione digestiva del grasso in cavie alimentate con latte caprino rispetto a quelle alimentate con diete a base di latte bovino, probabilmente per il suo maggior contenuto di acidi grassi a corta e media catena. La comparazione del metabolismo lipidico in animali da laboratorio alimentati con grassi derivanti dal latte caprino, rispetto all'olio di oliva e al grasso da latte bovino, ha comportato un aumento della secrezione biliare unitamente ad una diminuzione della concentrazione di colesterolo del plasma ed una riduzione della concentrazione ematica di trigliceridi con effetti simili a quelli della dieta con olio d'oliva (Lopez-Aliaga *et al.*, 2005). Il consumo di latte caprino ha determinato, inoltre, una riduzione dei livelli di colesterolo, mentre i livelli di trigliceridi, HDL, GOT e GPT sono rimasti nei limiti della normalità. Zoppi *et al.* (1995), su soggetti arteriopatici e/o anziani alimentati con diete ricche di latticini caprini hanno riscontrato un aumento della concentrazione ematica di calcio e dei parametri legati al metabolismo proteico (aumento delle proteine totali e riduzione dell'urea) nonché una riduzione dei contenuti in colesterolo totale ed in LDL rispetto al gruppo di controllo che riceveva una dieta "prudente" per individui con problemi di dislipidemia e arteriosclerosi. Sulla base dei risultati ottenuti, questi autori suggeriscono il consumo dei prodotti caprini nell'alimentazione fisiologica dell'adulto e dell'anziano e dei soggetti con lievi dismetabolismi.

Bibliografia

1. AIA, Associazione Italiana Allevatori 2002. Bollettino dei controlli della produttività del latte 2002. Volume VI, Caprini.
2. Alferez M.J., Barrionuevo M., Lopez-Aliaga I., Sanz-Sampelayo M.R., Lisbona F., Robles J.C., Campos M.S. 2001. Digestive utilization of goat and cow milk fat in malabsorption syndrome. J Dairy Res., 68: 451-461.
3. Alferez M.J., Lopez-Aliaga I., Barrionuevo M., Campos M.S. 2003. Effect of dietary inclusion of goat milk on the bioavailability of zinc and selenium in rats. J Dairy Res., 70: 181-187.
4. Argüello A., Castro N., Capote J., Tyler J.W., Holloway N.M. 2004. Effect of colostrum administration practices on serum IgG in goat kids. Liv. Prod. Sci., 90: 235-239.
5. Arinzon Z., Fidelman Z., Peisakh A., Adunsky A. 2004 Folate status and folate related anemia: a comparative cross-sectional study of long-term care and post-acute care psychogeriatric patients. Arch.Geront. Geriat., 39: 133-142
6. Attaie R., Richter RL. 2000. Size distribution of fat globules in goat milk. J Dairy Sci. 83: 940-944
7. Barrionuevo M., Alferez M.J., Lopez A.I., Sanz S.M., Campos M.S. 2002 - Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. J Dairy Sci.,85: 657-664.
8. Barrionuevo M., Lopez-Aliaga I., Alferez M.J., Mesa E., Nestares T., Campos M.S. 2003 - Beneficial effect of goat milk on bioavailability of copper, zinc and selenium in rats. J Physiol. Biochem., 59: 111-118.
9. Battacone G., Nudda A., Pulina G., Enne G. 2003. The effects of parity and SCC on plasmin and plasminogen content in goat milk.Book of abstracts 54th annual meeting EAAP, 31 august - 3 september 2003 Rome,183.
10. Bauman D.E., Davis C.L. 1974. Biosynthesis of milk fat. In: LACTATION. Ed. Larson B.L., Smith V.R.. New York, Academic. 31-75.
11. Bellioni-Businco B., Paganelli R., Lucenti P., Giampietro P.G., Perborn H., Businco L. 1999. Allergenicity of goat's milk in children with cow's milk allergy. J Allergy Clin. Immunol., 103: 1191-1194.
12. Bevilacqua C., Martin P., Candalh C., Fauquant J., Piot M., Roucayrol A.M., Pilla F., Heyman M. 2001. Goats' milk of defective alpha(s1)-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to beta-lactoglobulin in guinea pigs. J Dairy Res., 68: 217-227.
13. Browning Jr. R., Leite-Browning M. L., Sahlu T. 1995. Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. Small Rum. Res.,18: 173-178
14. Campos M.S., Lopez-Aliaga I., Alferez M.J., Nestares T., Barrionuevo M. 2003. Effects of goats' or cows' milks on nutritive utilization of calcium and phosphorus in rats with intestinal resection. Br. J Nutr., 90: 61-67.

15. Carroccio A., Cavataio F., Montalto G., D'Amico D., Alabrese L. Iacono G. 2000. Intolerance to hydrolysed cow's milk proteins in infants: clinical characteristics and dietary treatment. Clin. Experim.Allergy, 30: 1598-1603.

16. Chen J. C., Chang C. J., Peh H. C., Chen S. Y. 1999. Serum protein levels and neonatal growth rate of Nubian goat kids in Taiwan area. Small Rum. Res., 32: 153-160.

17. Clegg R.A., Barber M.C., Pooley L., Ernens I., Larondelle Y., Travers M.T. 2000. Milk fat synthesis and secretion: molecular and cellular aspects. Livest. Prod. Sci., 70: 3-14.

18. Contreras A., Sierra D., Corrales J.C., Sanchez A. 1996. Physiological threshold of somatic count and Mastitis Test for diagnosis of caprine subclinical mastitis. Small Rum. Res., 21: 259-264.

19. Davidson G.P., Townley R.R. 1977. Structural and functional abnormalities of the small intestine due to nutritional folic acid deficiency in infancy. J Pediatr., 90: 590-594.

20. De la Fuente M.A., Olano A., Juarez M. 1997. Distribution of calcium, magnesium, phosphorus, zinc, manganese, copper and iron between the soluble and colloidal phases of ewe's and goat's milk. Lait, 77: 515-520.

21. Dore A., Enne G., Oggiano R. 1993. Il latte nella dietoterapia dei lattanti affetti da IPLV. Atti V Simposio Internazionale, La Qualità nelle Produzioni dei Picoli ruminanti, ed. Enne G., Greppi G.F., Varese 3 dicembre 1993. 79-92.

22. Fehr P.M, Sauvant D. 1978. Nutrition and optimum performance of dairy goats. Liv. Prod. Sci., 5: 203-213.

23. Freeman C.P., Jack E.L., Smith L.M. 1965. Intramolecular fatty acid distribution in the milk fat triglycerides of several species. J. Dairy Sci., 48: 853-858.

24. Gaines W.L. 1928. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. Illinois Agricultural Experimental Station bulletin 308.

25. Grosclaude F., Mahé M.F., Brignon G., Di Stasio L., Jeunet R. 1987. A Mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat s1 -casein. Genet. Select. Evol., 19: 399-412.

26. Innis S.M., Dyer R. 1997. Dietary triacylglycerols with palmitic acid (16:0) in the 2-position increase 16:0 in the 2-position of plasma and chylomicron triacylglycerols, but reduce phospholipid arachidonic and docosahexaenoic acids, and alter cholesteryl ester metabolism in formula-Fed piglets. J Nutr., 127: 1311-1319.

27. Jaubert G., Jaubert A., Bodin J.P. 1997. Flavour of goat farm bulk milk. In Recent advances in goat research, ed. Morand-Fehr P., Cahiers Options Méditerranéennes, 25: 89-93.

28. Levieux D, Morgan F, Geneix N, Masle I, Bouvier F., 2002. Caprine immunoglobulin G, beta-lactoglobulin, alpha-lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period. J. Dairy Res., 69: 391-399.

29. Lopez-Aliaga I., Alferez M.J., Barrionuevo M., Nestares T., Sanz Sampelayo M.R., Campos M.S. 2003. Study of nutritive utilization of protein and magnesium in rats with resection of the distal small intestine. Beneficial effect of goat milk. J Dairy Sci., 86: 2958-2966.

30. Lopez-Aliaga I., Alferez M.J., Nestares M.T., Ros P.B., Barrionuevo M., Campos M.S. 2005. Goat milk feeding causes an increase in biliary secretion of cholesterol and a decrease in plasma cholesterol levels in rats. J Dairy Sci., 88: 1024-1030.

31. Macciotta N.P.P, Fresi P., Usai G., Cappio-Borlino A. 2005. Lactation curves of Sarda breed goats estimated with test-day models. J Dairy Res., *in press.*

32. Marchisio M., Moretti V.M. Mentast. T., Valfrè F. 1999. A study of volatile compounds of milk and artisanal goat cheeses. Proc. ASPA XIII Congress, June 21-24, 1999, Piacenza. 525-527.

33. Mavrogenis A.P., Papachristoforou C. 1988. Estimation of energy value of milk and prediction of fat-corrected milk yield in sheep and goats. Small Rum. Res., 1: 229-236.

34. Moio L., Langlois D., Etievant P. X., Addeo F. 1993. Powerful odorants in bovine, ovine. caprine and water buffalo milk determined by means of gas chromatography-olfactometry. J. Dairy Res. 60: 199-213.

35. Moroni P., Pisoni G., Ruffo G., Boettcher P.J. 2005. Risk factors for intramammary infections and relationship with somatic-cell counts in Italian dairy goats. Prev. Vet. Med., *in press.*

36. Musalia L.M., Semenye P.P., Fitzhugh H.A. 1989. Mineral status of dual-purpose goats and forage in Western Kenya. Small Rum. Res., 2: 1-9.

37. Naitana S., Nuvole P., Marongiu A. 1992. Lattazione. In: FISIOLOGIA DEGLI ANIMALI DOMESTICI CON ELEMENTI DI ETOLOGIA. Ed. Aguggini G., Beghelli V., Giulio L.F., UTET, Torino. 781-808.

38. Nelson C. M., Innis S.M. 1999. Plasma lipoprotein fatty acids are altered by the positional distribution of fatty acids in infant formulatriacylglycerols and human milk. Am. J. Clin. Nutr., 70: 62-69.

39. O'Connor D.L. 1994. Folate in goat milk products with reference to other vitamins and minerals: A review. Small Rum. Res., 14: 143-149.

40. Park Y. W., Chukwu H. I. 1988. Macro-mineral concentrations in milk of two goat breeds at different stages of lactation. Small Rum. Res., 1: 157-166.

41. Park Y.W. 1994. Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yogurts. Small Rum. Res., 13: 63-70.

42. Paty E., Chedevergne F., Scheinmann P., Wal and J. -M., Bernard H. 2003. Allergie au lait de chèvre et de brebis sans allergie associée au lait de vache: Allergy to goat's milk and sheep's milk without allergy to cow's milk. Rev. Fran. Allerg. Im. Clin., 43: 455-462.

43. Peris S., Caja G., Such X., Casals R., Ferret A., Torre C. 1997. Influence of kid rearing systems on milk composition and yield of Murciano-Granadina dairy goats. J. Dairy Sci. 80: 3249-3255.

44. Pisarska A, Stefaniak T, Poplawski M, Przewozny M, Ratajski R, Polak A, Nowacki W. 2002. Transfer of maternal passive immunity to kids in goat herd. Pol. J Vet. Sci., 5: 251-255.

45. Pulina G., Cannas A., Serra A., Vallebella R. 1991. Determinazione e stima del valore energetico di latte di capre di raza Sarda. Atti S.I.S.Vet., XLV: 1779-1781.

46. Rodriguez Rodriguez E.M., Sanz Alaejos M., Diaz Romero C.1999. Chemometric studies of several minerals in milks. J Agric. Food Chem., 47: 1520-1524.

47. Sampson H.A. 2003. Food allergy. J Allergy Clin. Immunol., 111: 540-547.

48. Shennan D.B., Peaker M. 2000 - Transport of milk constituents by the mammary gland. Physiol. Rev., 80: 925-951.

49. Yang D.Y., Chang C.J., Peh H.C., Chen M.T. 2004. Anti-peroxidation effects of vitamin E on low density lipoprotein and milk fat globule membrane of lactating goats: in vivo versus metal ion challenge in vitro. Comp. Biochem.Physiol., Part A: Mol. & Integr. Physiol., 139: 11-20.

50. Ying C., Wang H.T., Hsu J.T. - 2002. Relationship of somatic cell count, physical, chemical and enzymatic properties to the bacterial standard plate count in dairy goat milk. .Liv. Prod. Sci., 74: 63-77.

51. Zoppi S., Mazzali P., Lisci V., Vietti I., Rinaldi P., Falaschi U. 1993. Aspetti nutrizionali e dietetici del latte caprino. Atti V Simposio Internazionale, La Qualità nelle Produzioni dei Picoli ruminanti, ed. Enne G., Greppi G.F., Varese 3 dicembre 1993. 93-107.

52. Zoppi S.T., Berra B., Enne G. 1995. Goat milk products in the diet therapy of arteriopathic patients and/or in geriatric age. La Riv. It. Sost. Grasse, 72: 67-71.

Capitolo 2

MODELLIZZAZIONE MATEMATICA DELLA CURVA DI LATTAZIONE DELLA CAPRA

Nicolò P.P. Macciotta, Corrado Dimauro, Roberto Steri, Aldo Cappio-Borlino
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

2.1. Introduzione

Nelle specie ruminanti allevate per la produzione del latte, l'evoluzione temporale della quantità di latte prodotta giornalmente è costituita da una componente regolare e continua, nota come curva di lattazione, a cui si sovrappone una quota di variabilità casuale, risultato dell'azione di molteplici fattori di perturbazione largamente imprevedibili. La componente continua e regolare, pur essendo anch'essa notevolmente variabile, segue generalmente una forma tipica, caratterizzata da una prima fase in cui la produzione giornaliera cresce fino ad un massimo (picco di lattazione), seguita da una fase decrescente, più o meno rapida, fino alla fase di asciutta (Figura 2.1). Tale andamento è il risultato dei processi di sintesi e di captazione dal flusso ematico dei componenti del latte operati dalle cellule secretrici della ghiandola mammaria ai quali si sovrappongono processi di rimodellamento cellulare (Mepham, 1987). A partire dalle fasi finali della gravidanza e durante l'inizio della lattazione, il processo di attivazio-

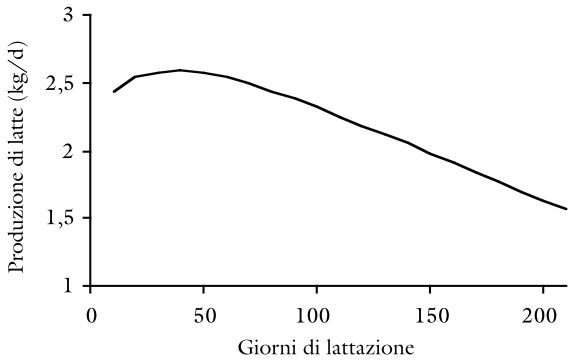


Figura 2.1 - Curva di lattazione di capre di razza Frontalasca (Macciotta et al., 2004).

L'alimentazione della capra da latte (Pulina G. Ed.). Avenue Media® , Bologna, 2005: 27-

ne delle cellule secretici predomina su quello di regressione cellulare, che risulta invece preminente in fase avanzata di lattazione fino all'asciutta (Hurley, 1989). La distanza temporale del picco di lattazione dal parto, la produzione giornaliera al picco, la riduzione produttiva nella fase discendente – il cui inverso costituisce una misura della persistenza della lattazione – il valore dell'area sottesa dalla curva di lattazione fra il tempo di inizio e quello di interruzione della mungitura, che fornisce una stima della produzione totale della lattazione, costituiscono delle informazioni tecniche fondamentali che si deducono dalla conoscenza della curva di lattazione. Tali informazioni sono utilizzate correntemente dagli allevatori e dai tecnici per indirizzare le decisioni gestionali e di miglioramento genetico degli animali, dalla predisposizione di opportuni piani alimentari, alla scelta dei soggetti da riformare, alla individuazione di animali affetti da patologie prima che queste possano sfociare in manifestazioni cliniche (Gipson e Grossman, 1989).

2.2. Le funzioni matematiche della curva di lattazione

L'approccio classico utilizzato per lo studio della evoluzione temporale della produzione del latte è sostanzialmente finalizzato alla estrazione e alla descrizione in termini matematici della curva di lattazione, cioè della componente

Tabella 2.1 - Modelli matematici utilizzati per lo studio della curva di lattazione della-capra (AA.VV).

Modello	Equazione	Autore
Cappio-Borlino *et al.* (1995)	$y(t) = at^{b\exp(-ct)}$	Fernandez *et al.* (2002); Todaro *et al.* (1999)
Cobby e Le Du (1978)	$y(t) = a-bt-a\exp(-ct)^t$	Fernandez *et al.* (2002)
Dhanoa (1981)	$y(t)= at^{bc}\exp(-ct)$	Fernandez *et al.* (2002)
Grossman e Koops (1988)	$y(t)= \sum_{i=1}^{n} \{a_i b_i[1-\tan^2(b_i(t-c_i))]\}$	Gipson e Grossman (1989)
Morant e Gnanasakthy (1989)	$y(t) = a \exp(b(1-t'/2)t')+ cn^2 -1.01/t$	Williams (1993)
Wimink (1987)	$y(t) = a + b\exp(-kt) + ct$	Macciotta *et al.* (2004)
Wood (1967)	$y(t) = at^b\exp(-ct)$	Akpa *et al.* (2001), Andonov *et al.* (1999); Fernandez *et al.* (2002); Fonseca e Silva *et al.* (2005); Giaccone *et al.* (1995); Macciotta *et al.* (2003); Mc Manus *et al.* (2003); Montaldo *et al.* (1997); Rota *et al.* (1993); Ruvuna *et al.* (1995)

y = produzione giornaliera di latte registrata al tempo t; t = giorni di lattazione; a, b, c, k =parametri delle funzioni

regolare, deterministica e, almeno in linea teorica, prevedibile del fenomeno. Tale scopo viene realizzato attraverso l'adattamento di funzioni continue e regolari del tempo del tipo $y = f(t)$ ai dati sperimentali, di solito rappresentati dai valori della produzione giornaliera di latte (e della sua composizione come il contenuto lipidico o quello proteico). La curva di lattazione della capra è stata studiata, analogamente a quanto accaduto per la pecora, con funzioni matematiche originariamente proposte per i bovini da latte (Tabella 2.1).

Dalla tabella 2.1 si può notare come le funzioni matematiche utilizzate per descrivere la curva di lattazione della capra siano sostanzialmente tutte a tre parametri; anche l'equazione esponenziale di Wilmink in realtà viene utilizzata in forma lineare e con tre parametri assegnando un valore costante al termine k. Tale scelta è condizionata dal numero medio di controlli disponibili per lattazione: per la capra Sarda, la razza con la maggiore consistenza in Italia, nel periodo 1982-2002 tale numero è risultato pari a 5,2 (AIA, 2002). Tutto ciò è conseguenza sia della durata della lattazione, da 170 a 230 giorni per le principali razze caprine allevate in Italia (AIA, 2002), sia del metodo utilizzato per eseguire i controlli funzionali (di solito A4, ogni 4 settimane). È chiaro pertanto che l'uso di funzioni caratterizzate da un maggior numero di coefficienti comporterebbe problemi di sovraparametrizzazione.

Va inoltre osservato come i modelli utilizzati siano di tipo empirico, cioè miranti essenzialmente ad un buon adattamento ai dati sperimentali ed alla separazione dell'andamento continuo e regolare dell'evoluzione della produzione del latte dalle perturbazioni casuali senza entrare nel merito dei processi fisiologici che stanno alla base del fenomeno. Sino ad oggi ha trovato scarsa applicazione, nel caso della capra, un approccio matematico di tipo alternativo, più complesso, caratterizzato da finalità prevalentemente conoscitive. Questo approccio porta allo sviluppo dei cosiddetti modelli meccanici o esplicativi in cui le relazioni matematiche, sotto forma di equazioni algebriche e differenziali, sono utilizzate per simulare i processi fondamentali che stanno alla base e articolano la macchina biologica (Neal e Thornley, 1983).

Una ulteriore peculiarità dello studio delle curve di lattazione delle capre è legata alle caratteristiche dell'allevamento: nei sistemi intensivi, tipici della Francia, dell'Italia settentrionale e dei paesi nordeuropei, i capretti vengono, di solito, allattati artificialmente per cui la produzione (e la registrazione) dei dati produttivi inizia immediatamente dopo il parto; nei sistemi estensivi, tipici dei paesi del sud del bacino del mediterraneo, dell'Africa e del Centro e Sud America, la produzione di latte del primo mese di lattazione è destinata all'allattamento per cui i dati relativi a questa fase non sono disponibili, oppure vengono stimati

sulla base del ritmo di accrescimento del capretto (Giaccone *et al.*, 1995) o ancora vengono utilizzati dati di mungitura parziale, eseguita cioè dopo l'allattamento (Ruvuna *et al.*, 1995; Wahome *et. al.*, 1994). L'esiguità di dati disponibili nella parte iniziale della traiettoria della lattazione può determinare delle forzature matematiche nella fase di adattamento del modello ai dati sperimentali per cui i valori dei parametri stimati possono essere privi di senso.
Oltre alle applicazioni più tradizionali, quali il calcolo delle produzioni giornaliere o di quelle totali per lattazione, l'approccio funzionale consente di evidenziare delle caratteristiche di interesse tecnico delle curve di lattazione. I parametri di alcune funzioni hanno, infatti, un chiaro significato in termini di caratteristiche essenziali della forma della curva. Nel modello di Wood, ad esempio, a è un parametro di scala, che condiziona il livello al quale si colloca l'intera curva; b è il parametro che regola il tipo e l'entità della curvatura della funzione; c controlla la modalità con cui la produzione del latte diminuisce nella fase che va dal picco di lattazione sino all'asciutta. A partire da questi parametri, è inoltre possibile calcolare alcun aspetti fondamentali della forma della curva di lattazione, quali il tempo a cui si raggiunge il picco di lattazione (t_m), la produzione al picco di lattazione (y_m) e la persistenza della lattazione (p) con le formule seguenti.

$$t_m = -\frac{b}{c} \qquad y_m = \frac{a}{\left(\frac{c}{b}\right)^b \exp(b)} \qquad p = -(b+1)\ln c$$

In tabella 2.2 sono riportati i valori dei parametri a, b, c, ottenuti con l'adattamento del modello di Wood a curve di lattazione di alcune razze caprine.

Tabella 2.2 - Valori dei parametri a, b e c ottenuti mediante l'adattamento del modello di Wood alle curve di lattazione di alcune razze caprine.

Razza	a	b	c	Autore
Derivata di Siria	1,388	0,1632	-0,005	Giaccone *et al.* (1995)
East African e Galla	0,345	0,149	-0,082	Ruvuna *et al.* (1995)
Meticci razze europee x popolazioni locali del Messico	3,756	0,6407	-0,0109	Montaldo *et al.* (1997)
Murciano-Granadina	2,287	0,1295	-0,029	Fernandez *et al.* (2002)
Red Sokoto	0,586	0,316	-0,023	Akpa *et al.* (2001)
Sarda	1,007	0,182	-0,007	Macciotta (2005), dati non pubblicati
Small East African	0,333	0,227	-0,0052	Wahome *et al.* (1994)
Verata	1,29	0,2073	-0,0052	Rota *et al.* (1993)

I parametri così stimati vengono solitamente utilizzati per ricostruire le curve di lattazione per gruppi omogenei di animali (razza, ordine di parto).
In tabella 2.3 sono riportati i valori di alcune caratteristiche fondamentali della curva di lattazione (t_m, y_m, e p) stimate con il modello di Wood su diverse razze caprine in funzione dell'ordine di parto.

Tabella 2.3 - Valori del tempo al picco (t_m), della produzione al picco (y_m), della persistenza di lattazione (p) di capre ottenuti mediante l'adattamento della funzione di Wood ad animali con diverso ordine di parto (op).

Razza	n. animali	op	t_m (d)	y_m (kg)	p	Autore
Derivata di Siria	6	1	45	1,65	6,63	Giaccone *et al.*, (1995)
	22	2	63	1,89	6,82	
	38	≥3	47	2,05	6,40	
Meticci Saanen,	49	1	58	1,78	7,53	Montaldo *et al.*, (1997)
Alpine, Toggenburg x	221	2	61	2,38	7,57	
Popolazioni locali	355	3	54	2,54	7,17	
del Messico						
Murciano-Granadina	190	1	31	1,66	3,75	Fernandez *et al.*, (2002)
	167	2	17	2,35	3,81	
	376	≥3	14	1,78		
Red Sokoto	22	1	20	0,76	5,45	Akpa *et al.*, (2001)
	17	2	20	0,95	5,44	
	13	3	19	1,64	5,39	
Saanen	150	1	64.6	3,22	7,04	Groeneveld *et al.*, (2003)
	211	2	54.4	4,21	6,84	
	253	3	58.8	4,53	7,02	
Sarda	161	1	32	1,35	6,07	Macciotta (2005), dati non pubblicati
	222	2	31	1,57	6,04	
	152	3	38	1,53	6,01	

I valori di y_m, t_m e p del lavoro Akpa *et al.* (2001) e di p relativi ai lavori di Montaldo *et al.* (1997) e Fernandez *et al.* (2002) sono stati calcolati sulla base dei parametri del modello di Wood riportati dagli autori. p è una misura adimensionale dell'intervallo di tempo in cui la produzione di latte si mantiene ad un valore sufficientemente vicino a quello del picco.

Il tempo al quale viene raggiunto il picco di lattazione oscilla da due settimane ad oltre 60 giorni. Questa notevole variabilità è attribuibile, secondo diversi studi, essenzialmente alle diverse razze considerate, anche se non deve essere trascurato un possibile effetto di campionamento, viste le notevoli differenze nel numero di animali considerati nei vari studi. Le razze locali e scarsamente

selezionate, quali la Sarda e la Murciano-Granadina, presentano un picco di lattazione anticipato (15-30 giorni) rispetto a quelle altamente selezionate per la produzione del latte come la Saaanen ed i suoi derivati (intorno ai due mesi), mentre la Derivata di Siria si trova in posizione intermedia. Queste considerazioni sono in accordo con quanto riscontrato da alcuni autori su razze caprine tropicali, le quali presentano un valore medio del tempo di raggiungimento del picco di lattazione intorno alle tre settimane (Akpa *et al.*, 2001) e, quando incrociate con razze selezionate, mostrano un ritardo nel raggiungimento del picco (Ruvuna *et al.*, 1995). Per le razze Saanen e Murciano-Granadina si può, inoltre, notare un picco più tardivo nelle primipare (Tabella 2.3), in accordo con quanto riportato da Gipson e Grossman (1990).
Per quanto riguarda la produzione massima al picco, i valori riportati nella tabella 2.3 evidenziano le ben note differenze fra le razze per quanto attiene il livello produttivo.
La persistenza di lattazione che, calcolata sulla base dell'equazione sopra riportata, di fatto è una misura adimensionale dell'intervallo di tempo in cui la produzione di latte si mantiene ad un valore sufficientemente vicino a quello del picco (Cappio-Borlino *et al.*, 1989), mostra in generale un trend di diminuzione passando dalle primipare agli ordini di parto superiori. Questo risultato è in accordo con quanto osservato nelle specie bovina, ovina e bufalina: gli animali giovani presentano solitamente delle curve di lattazione con un picco più basso ed una maggiore persistenza rispetto agli animali adulti in quanto sono ancora in fase di accrescimento ed in essi prevalgono i processi anabolici che controbilanciano i processi involutivi che caratterizzano la fase finale della lattazione.
La maggioranza degli studi sulle funzioni matematiche della curva di lattazione della capra riguardano curve medie di gruppi omogenei di animali (ordine di parto, stagione di parto, tipo di parto etc.). In questi casi, praticamente tutti i modelli utilizzati forniscono ottime prestazioni in termini di bontà di adattamento, con valori del coefficiente di determinazione (R^2) di solito ampiamente superiori al 90% (Fernandez *et al.*, 2002; Montaldo *et al.*, 1997; Todaro *et al.*, 2000). Questi risultati però non si ripetono quando si passa alla modellizzazione delle curve individuali che rivestono un interesse sempre maggiore soprattutto per quanto riguarda il miglioramento genetico. La modificazione genetica della curva di lattazione in una direzione economicamente conveniente rappresenta infatti una delle sfide di maggiore attualità per i genetisti ed i tecnici che si occupano del miglioramento genetico dei caratteri della produzione del latte (Rekaya *et al.*, 2000).

Gli studi condotti sui bovini da latte hanno evidenziato una grande variabilità delle forme individuali della curva di lattazione, dovuta sia a differenze biologiche tra gli animali, ma anche all'interazione tra struttura dei dati e proprietà matematiche del modello utilizzato (Landete-Castillejos e Gallego, 2003; Macciotta *et al.*, 2005; Olori *et al.*, 1999).
Uno studio recente condotto su curve individuali di capre di razza Frontalasca con il modello di Wilmink (Macciotta *et al.*, 2004) ha evidenziato un range piuttosto ampio dei valori del coefficiente di determinazione (Tabella 2.4), in accordo con quanto riscontrato nei bovini da latte (Olori *et al.*, 1999).

Tabella 2.4 - Distribuzione delle curve di lattazione di capre di razza Frontalasca per classe di R^2 (Macciotta et al.*, 2004).*

Classe	Frequenza assoluta	Frequenza relativa
<0,20	65	14
0,20-0,40	35	8
0,40-0,60	52	12
0,60-0,80	106	24
>0,80	190	42

Nello stesso studio è stata evidenziata anche la presenza di una certa quota di curve di lattazione atipiche (Figura 2.2), cioè prive del picco di lattazione, in analogia a quanto osservato nella vacca (Shanks *et al.*, 1981) e nella pecora (Cappio-Borlino *et al.*, 1997). La presenza di curve atipiche viene rivelata dalla combinazione del

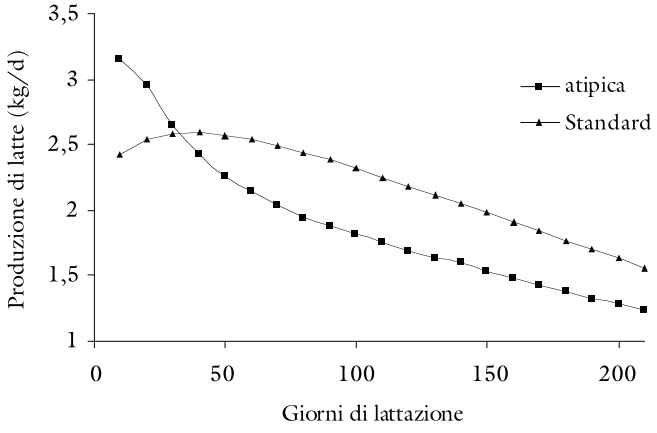


Figura 2.2 - Esempio di curve di lattazione standard e atipica in capre di razza Frontalasca stimate con il modello di Wilmink (Macciotta et al.*, 2004).*

segno dei parametri delle curve stimate: nel caso del modello di Wood le curve atipiche sono caratterizzate da valori negativi del parametro *b* (con *a* positivo e *c* negativo) mentre nel modello di Wilmink le curve atipiche sono quelle con il parametro *b* di segno positivo (sempre con *a* positivo e *c* negativo).
La frequenza delle curve di lattazione atipiche (circa il 30%) è dello stesso ordine di quanto osservato sulla bovina e sulla pecora. Fernandez *et al.* (2002) riportano la presenza di una curva media atipica, caratterizzata dal segno negativo del parametro *b* del modello di Wood, per le capre di ordine di parto superiore al terzo e spiegano il fenomeno con la presenza di un picco di produzione molto anticipato che non verrebbe "colto" dalla funzione utilizzata. Le ragioni dell'esistenza delle curve atipiche sono ancora poco chiare e probabilmente vanno ricercate in una serie di concause quali differenze biologiche fra animali, proprietà matematiche del modello utilizzato e struttura dei dati analizzati (distanza dal parto del primo controllo disponibile e distribuzione dei controlli nel corso della lattazione). La conseguenza tecnica della presenza di curve è data dalla modifica sia del segno che del significato dei parametri della curva di lattazione. Questo fatto rappresenta un problema per le elaborazioni che considerano direttamente i valori dei parametri, come ad esempio il loro utilizzo quali variabili indipendenti in modelli genetici (Shanks *et al.*, 1981), oppure nel caso in cui le funzioni matematiche servano a modellizzare le curve individuali come nei cosiddetti modelli test day random regression (Jamrozik e Schaeffer, 1997).
Infine, la quasi totalità degli studi sulla curva di lattazione della capra riguarda la produzione del latte. Rota *et al.* (1993) hanno adattato il modello di Wood anche ai contenuti in grasso, proteine e cellule somatiche del latte di capre di razza Verata. La funzione ha mostrato un buon adattamento per quanto riguarda il contenuto in cellule somatiche (R^2 = 0,97).

2.3. Fattori che influenzano la forma della curva di lattazione

Un aspetto di notevole interesse tecnico degli studi sulle curve di lattazione riguarda la valutazione dei fattori di variabilità.
Studi condotti su capre di razze Mediterranee (Fernandez *et al.*, 2002; Macciotta *et al.*, 2005, Rota *et al.*, 1993), del Nord Europa e del Messico (Bouloc, 1992; Crepaldi *et al.*, 1999; Montaldo *et al.*, 1997), hanno evidenziato un effetto dell'ordine di parto sulla produzione giornaliera di latte, con valori più bassi per le capre al primo parto e crescenti sino alla quarta lattazione. L'effetto dell'ordine di parto è meno evidente sui contenuti in grasso e proteine

Altro fattore di variabilità che caratterizza la produzione di latte nei caprini, al pari degli ovini, è il tipo di parto: le capre con parto gemellare mostrano una maggiore produttività rispetto a quelle con parto singolo. Tale superiorità produttiva è stata rilevata sia in studi condotti su capre allevate estensivamente che allattavano naturalmente la prole (Fernandez *et al.*, 2002; Macciotta *et al.*, 2005; Kominakis *et al.*, 2000; Peris *et al.*, 1997; Zygoyanis, 1994) che su animali allevati intensivamente in cui l'allattamento dei capretti era di tipo artificiale (Crepaldi *et al.*, 1999; Goonewardene *et al.*, 1999). Ciò conferma il fatto che l'effetto del numero di nati sulla produzione del latte deriva sia da uno stimolo indotto dalla maggiore suzione che da un meccanismo fisiologico legato ad una maggiore produzione di ormone lattogeno placentare nelle capre che gestano più feti e che predispone la mammella ad una maggiore produzione di latte.
Un effetto della stagione di parto è stato evidenziato da numerosi autori, anche se i risultati dei diversi studi non sono sovrapponibili, a causa delle diversità delle condizioni (clima, alimentazione) e dei sistemi di allevamento.
L'effetto dei fattori di variabilità sulle curve di lattazione può essere valutato con diversi approcci. Il metodo delle funzioni matematiche consente separare curve di lattazione corrispondenti a diversi livelli di un fattore di classificazione. Nelle figure 2.3 e 2.4 sono riportate le curve di lattazione medie di capre di razza Sarda di differente ordine di parto e con un diverso numero di capretti al parto, rispettivamente.

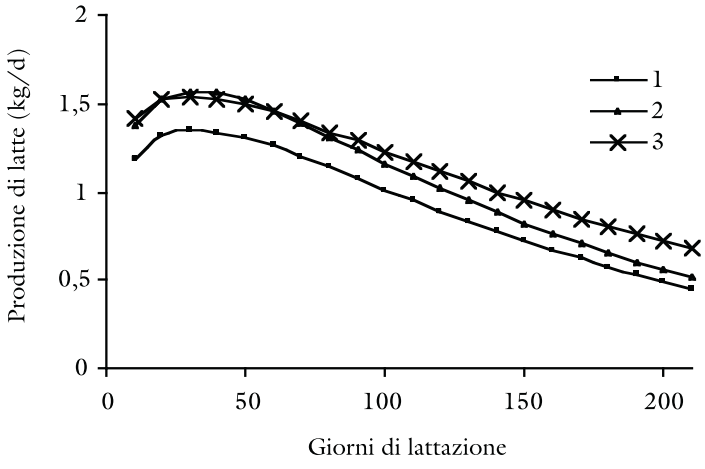


Figura 2.3 - Curve di lattazione medie di capre Sarde di differente ordine di parto stimate con il modello di Wood.

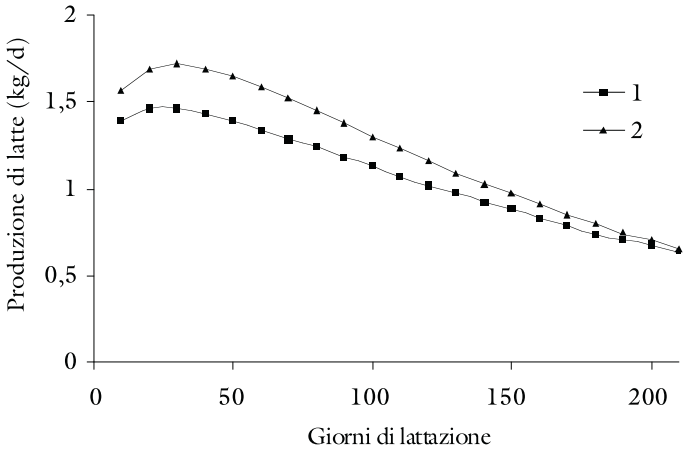


Figura 2.4 - Curve di lattazione medie di capre sarde con differente numero di capretti al parto stimate con il modello di Wood.

Dall'osservazione della Figura 2.3 si può notare la netta separazione della curva delle primipare rispetto a quella degli ordini di parto superiori, caratterizzata da un livello produttivo decisamente inferiore.
Anche per quanto riguarda il numero di capretti nati, la curva delle capre con parto gemellare risulta nettamente superiore a quella delle capre con parto singolo.
Oltre ad una interpretazione di tipo grafico, il metodo funzionale consente di valutare l'effetto dei fattori di variabilità sulla curva di lattazione attraverso l'analisi di varianza dei valori individuali dei parametri (e delle loro combinazioni) delle curve. Tale approccio è stato utilizzato anche per i caprini (Akpa *et al.*, 2001; Giaccone *et al.*, 1995; Gipson e Grossman, 1989; McManus *et al.*, 2003; Montaldo *et al.*, 1997; Ruvuna *et al.*, 1995; Wahome *et al.*, 1994). A titolo di esempio, in tabella 2.5 sono riportati i risultati di due studi in cui i valori dei parametri individuali di curve di lattazione stimate con il modello di Wood sono stati sottoposti all'analisi della varianza con un modello che includeva tra gli altri, anche il fattore ordine di parto.
In entrambi gli studi l'ordine di parto ha effetto statisticamente significativo sul parametro *a*, con aumento dei valori nel passaggio dalle primipare agli ordini di parto superiori. Questo risultato è facilmente spiegabile in quanto il parametro *a* determina l'altezza della curva di lattazione cioè il livello produttivo ed è quindi minore nelle primipare. L'effetto dell'ordine di parto sul parametro *b*, evidenziato nello studio di Giaccone *et al.* (1995), si spiega con un curvatura più accentuata negli animali adulti, probabilmente per effetto del maggiore

livello produttivo al picco. Infine, anche l'andamento del parametro *c* è chiaramente interpretabile: nelle primipare si osserva il valore minimo di questo parametro, indice del fatto che in questi animali la velocità con cui decresce la curva dopo il picco di lattazione è inferiore (si ricordi che nel modello di Wood il parametro *c* ha il segno meno) e quindi la persistenza di lattazione è maggiore.

Tabella 2.5 - Medie stimate dei parametri individuali del modello di Wood per diversi livelli del fattore ordine di parto.

Fattore	Parametro			Autore
	a	b	c	
Ordine di parto	$p \leq 0.05$	n.s.	n.s.	Akpa *et al.*, (2001)
1	0.388	0.338	0.017	
2	0.471	0.355	0.018	
3	0.877	0.323	0.017	
Ordine di parto	$p \leq 0.01$	$p \leq 0.01$	$P \leq 0.01$	Giaccone *et al.*, (1995)
1	0.116	0.115	0.0029	
2	0.119	0.153	0.0031	
3	0.129	0.163	0.0045	

Il limite dell'approccio basato sull'uso delle funzioni matematiche nella valutazione degli effetti dei fattori di variazione sulla forma della curva risiede nella implicita assunzione che tali effetti siano costanti per l'intera lattazione. Esistono però dei fattori di variabilità, quali ad esempio quelli legati alle condizioni climatiche o al tipo di alimentazione, che possono avere un effetto differente nelle diverse fasi della lattazione. In questo caso la curva può essere stimata attraverso l'impiego dei cosidetti modelli test day, cioè dei modelli lineari che analizzano la produzione giornaliera (test day) di latte in funzione di alcune variabili indipendenti tra cui un fattore distanza dal parto (solitamente strutturato in intervalli di 30 giorni), le cui soluzioni consentono di stimare la curva di lattazione corretta per altri fattori di variabilità inclusi nel modello. Accanto ai fattori classici sopra riportati quale l'ordine di parto, l'allevamento, il tipo di parto etc., i modelli test day includono anche il fattore data del controllo (o test date) che tiene conto delle specifiche condizioni ambientali che si sono verificate il giorno in cui è stata rilevata la produzione. Questo effetto, che sostituisce gli effetti stagionali classici quali stagione di produzione e stagione di parto, consente di rimuovere in maniera efficace la variabilità ambientale.
I modelli test day sono stai applicati anche nella capre per la stima delle curve di lattazione delle razze Murciano-Granadina, Girgentana e Sarda (Fernandez

et al., 2002; Todaro *et al.*, 1999; Macciotta *et al.*, 2005). Nelle figure 2.5, 2.6 e 2.7 sono riportate le curve di lattazione di capre di razza Sarda per la produzione di latte ed i contenuti in grasso e proteine separate in base all'ordine di parto, stimate con un modello test day:

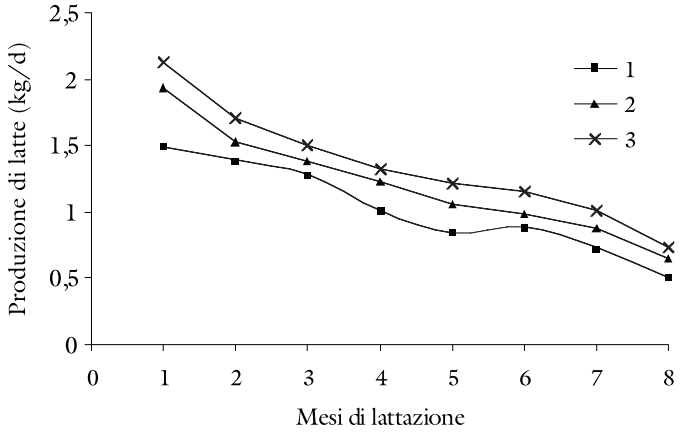


Figura 2.5 - Curve di lattazione medie per la produzione di latte di capre Sarde di differente ordine di parto stimate con un modello test day.

Le curve stimate con questo modello presentano una forma meno regolare di quelle ottenute con i modelli dinamici, con la presenza di inflessioni nella parte centrale, ed in nessuna di esse è presente il picco di lattazione. In effetti nel-

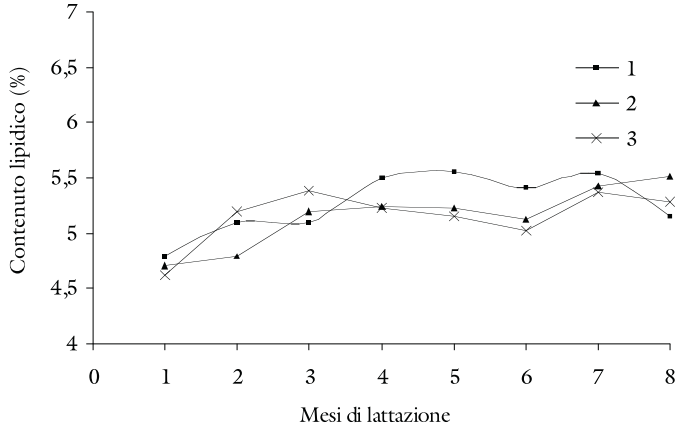


Figura 2.6 - Curve di lattazione medie per il contenuto lipidico del latte di capre Sarde di differente ordine di parto stimate con un modello test day.

l'approccio funzionale viene imposto un modello della curva di lattazione mentre con i modelli test day viene stimato un effetto del fattore distanza dal parto senza imposizioni a priori. Le funzioni *y=f(t)* riescono anche a ricostruire la presenza di un picco (Figure 2.3 e 2.4) nonostante la scarsità di dati nella fase iniziale (nella capra Sarda viene praticato l'allattamento naturale dei capretti).

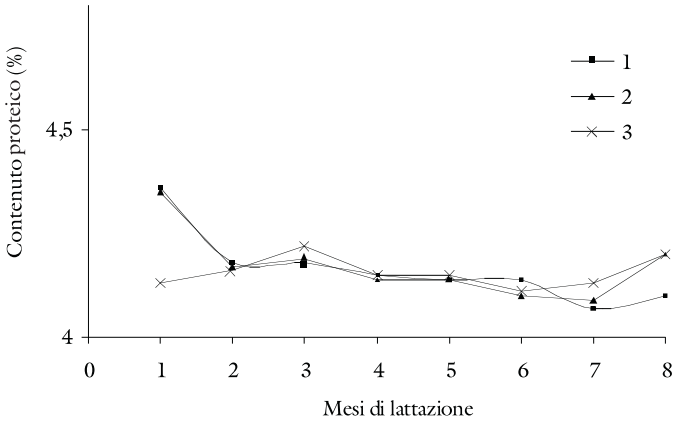


Figura 2.7 - Curve di lattazione medie per il contenuto proteico del latte di capre Sarde di differente ordine di parto stimate con un modello test day.

Le curve di lattazione dei contenuti in grasso e proteine mostrano un andamento sostanzialmente speculare rispetto a quelle della produzione del latte, con un andamento decisamente più irregolare per il contenuto lipidico rispetto a quello proteico.

Nei modelli test day si inserisce un fattore casuale animale che tiene conto della variabilità individuale. Il rapporto tra la componente di varianza associata al fattore animale e la varianza totale (residua + animale) consente di calcolare la correlazione media tra produzioni entro lattazione, o ripetibilità: 0,34, 0,17 e 0,45 rispettivamente per la produzione di latte ed i contenuti in grasso e proteine nella razza Sarda (Macciotta *et al.*, 2005).

2.4. Conclusioni e prospettive

Lo sviluppo degli studi sulla modellizzazione matematica della curva di lattazione nella capra risulta più eseguo rispetto alla bovina ed alla pecora da latte,

ma può ritenersi soddisfacente se si tiene conto dell'importanza economica di questa specie. Relativamente numerosi sono gli studi condotti con i modelli empirici della curva di lattazione, con particolare riferimento alle applicazioni sulle razze rustiche e tropicali. Essi confermano i buoni risultati di questo metodo per le stime delle curve medie mentre evidenziano, anche per questa specie, la variabilità dei risultati per quanto attiene alle curve individuali. Tale aspetto merita ulteriori approfondimenti anche in virtù di possibili applicazioni dei modelli genetici in cui vengono considerate le variazioni individuali delle curve (Random regression). Meno frequenti risultano le applicazioni con i modelli test day anche se i risultati sono di indubbio interesse, soprattutto per quanto attiene alla valutazione degli effetti dei fattori ambientali di variabilità sulle prestazioni produttive degli animali.

Tra le lacune che dovranno essere colmate nei prossimi anni in primo luogo va ricordata la ricerca di modelli affidabili in grado di stimare valori di produzioni giornaliere per lattazioni individuali. Oltre alla possibilità di prevedere produzioni future in lattazioni ancora in corso, tali modelli fornirebbero un importante supporto per la messa a punto di schemi semplificati per la esecuzione dei controlli funzionali che, nella specie caprina, presentano un costo piuttosto elevato e di fatto limitano l'efficienza dei programmi di miglioramento genetico. Modelli basati sull'analisi delle serie temporali o su metodi di analisi multivariata quali la Partial Least Squares Regression potrebbero essere proficuamente utilizzati per tale scopo.

Infine è auspicabile un maggiore sforzo indirizzato allo sviluppo di modelli meccanici della curva di lattazione anche per la specie caprina. La grande complessità di questo approccio, che descrive in termini matematici i complessi processi biologici che intervengono nel processo della produzione del latte, ne ha di fatto limitato notevolmente l'applicazione nel settore delle scienze zootecniche come in altri campi della biologia applicata. Tali maggiori difficoltà sarebbero però compensate dalla maggior ricchezza di risultati, sia in termini di previsioni che di stima dei valori di parametri, che questi modelli sono in grado di fornire con notevoli vantaggi per ricercatori e tecnici che si occupano dell'allevamento della capra per la produzione del latte.

Bibliografia

1. AIA. 2002. Controlli funzionali della produzione del latte. Associazione Italiana Allevatori. Roma.
2. Akpa G.N., Asiribo O., Oni O.O., Alawa J.P. 2001.The influence of non-genetic factors on the shape of lactation curves in Red Sokoto Goats. Animal Science, 72: 233-239.
3. Andonov S., Dzabirsky V., Srbinovska S. 1999. Selection of dairy goats by using lactation curve model. In Proceedings of the 6th International Symposium on the Milking of Small Ruminants. EAAP publication No. 95: 418-420.
4. Bouloc N. 1992. Courbes de lactation des chevres: quelques elements sur leur forme. La Chevre, 193: 15-17.
5. Cappio-Borlino A., Pulina G., Rossi G. 1995. A non-linear modification of Wood's equation fitted to lactation curves of Sardinian dairy ewes. Small Rum. Res. 18: 75-79.
6. Cappio-Borlino A., Pulina G., Cannas A., Rossi G. 1989. I modelli matematici delle curve di lattazione. Chiarella, Sassari.
7. Cappio-Borlino A., Macciotta N.P.P., Pulina G. 1997. The shape of Sarda ewe lactation curve analyzed with a compartmental model. Livest. Prod. Sci. 51: 89-96.
8. Cobby J.M., Le Du Y.L.P. 1978. On fitting curves to lactation data. Anim. Prod. 26: 127-133.
9. Crepaldi P., Corti M., Cicogna M. 1999. Factors affecting milk production and prolificacy of alpine goats in Lombardy (Italy). Small. Rum. Res. 32: 83-88.
10. Dhanoa M.S. 1981. A note on an alternative form of the lactation model of Wood. Anim. Prod. 32: 349.
11. Fernández C., Sánchez A., Garcés C. 2002. Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats. Small Rum. Res. 46: 29-41.
12. Fonseca Silva F., Muniz J.A., de Aquino L.H., Sàfadi T. 2005. Abordagem Bayesiana da curva de lactacao de cabras Saanen de primiera e segunda ordem de parto. Pesquisa Agropecuària Brasileira, 40: 27-33.
13. Giaccone P., Portolano B., Bonanno A., Alicata M.L., Todaro M. (1995). Aspetti quanti qualitativi della produzione lattea nella popolazione caprina derivata di Siria. Zootecnica e Nutrizione Animale, 21: 94-107.
14. Giaccone P., Portolano B., Todaro M. 1998. La capra Derivata di Siria allevata in Sicilia. Italo-Latino-Americana Palma, Palermo.
15. Gipson T.A., Grossman M. 1989. Diphasic Analysis of lactation curves in dairy goats. J. Dairy. Sci., 72: 1035-1044.
16. Gipson T.A., Grossman M. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. Small Rum. Res, 3: 383-396.

17. Goonewardene, L.A., Okinea, E., Patrick, N., Scheer, H.D. 1999. The relationship between multiple births and milk yields in non-suckled intensively managed dairy goats. Small. Rum. Res. 32: 181-185.

18. Groenevald P.C.N., Viljoen C.S. 2003. A Bayesian model for the analysis of lactation curves of dairy goats. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics, 8: 75-83.

19. Grossman M., Koops W.J. 1988. Multiphasic analysis of lactation curves in dairy cattle. J. Dairy Sci 71: 1598.

20. Hurley W.L. 1989. Mammary gland function during involution. J. Dairy. Sci., 72: 1637-1646.

21. Jamrozik J., Schaeffer L.R. 1997. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation holsteins. J. Dairy Sci. 80: 762-770.

22. Kominakis A., Rogdakis E., Vasiloudis Ch., Liaskos O. 2000. Genetic and environmental sources of variation of milk yield of Skopelos dairy goats. Small. Rum. Res. 36: 1-5.

23. Landete-Castillejos T., Gallego L. 2000. Technical note: the ability of mathematical models to describe the shape of lactation curves. J. Anim. Sci. 78: 3010-3013.

24. Macciotta N.P.P., D'Angelo A., Cappio-Borlino A., Gaviraghi A., Gianoncelli C., Noè L. 2003. The lactation curve of the Frontalasca breed goat. Atti 38° Simposio Internazionale di Zootecnia "Milk and Research", 191-197.

25. Macciotta N.P.P., A., Gaviraghi A., Cappio-Borlino A., Noè L. 2004. Adattamento del modello di Wilmink a curve di lattazione individuali di capre di razza Frontalasca. Atti XVI Congresso Nazionale SIPAOC.

26. Macciotta N.P.P., Vicario D., Cappio-Borlino A. 2005. Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical matematical models. J. Dairy. Sci., 88: 1178-1191.

27. Macciotta N.P.P., Fresi P., Usai G., Cappio-Borlino A. 2005. Lactation curves of Sarda breed goats estimated with a test day model. Journal of Dairy research. In stampa.

28. McManus C., Soares Filho G., da Silva Maeriante A., Louvandini H. 2003. Fatores que influenciam os parametros das curves de latacao em cabras no distrito federal. Revista Brasilera de Zootecnia, 32 (suppl. 1): 1614-1623.

29. Mepham T.B. 1987. Physiology of lactation. Open University Press, Milton Keynes, Philadelphia (PA).

30. Montaldo H., Alamnza A., Juarez A. 1997. Genetic group, age an season effects on lactation curve shape in goats. Small Rum. Res. 24: 195-202.

31. Morant S.V., Gnanasakthy A. 1989. A new approach to the mathematical for mulation of lactation curves. Anim. Prod. 49: 151-162.

32. Neal H.D., Thornley J.H.M. 1983. The lactation curve in cattle: a mathematical model of the mammary gland. Journal of Agricultural Science Cambridge, 101: 389-400.

33. Olori, V.E., S. Brotherstone, W. G. Hill, and B. J. McGuirk. 1999. Fit of standard models of the lactation curve to weekly records of milk production of cows in a single herd. Livest. Prod. Sci. 58: 55-63.

34. Peris S., Caja G., Such X., Casals R., Ferret A., Torre C. 1997. Influence of kid rearing systems on milk composition and yield of murciano-granadina dairy coats. J. Dairy Sci. 80: 3249-3255.

35. Pulina G., Cappio-Borlino A., Macciotta N.P.P., Di Mauro C., Nudda A. 2001. Empirical and mechanistic mathematical models of temporal evolution of milk production in ruminants. Atti del convegno "Biologia teorica 2", Arcidosso, Settembre 1999. Biology Forum, 94: 331-343.

36. Rekaya R., Carabano M.J., Toro M.A. 2000. Bayesian analysis of lactation curves of holstein fresian cattle using a non-linear model. J. Dairy Sci. 86: 2691-2701.

37. Rota A.M., Gonzalo C., Rodriguez P.L., Rojas A.I., Martin L., Tovar J.J. 1993 Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in milk of verata goats and algebraic models of their lactation curves. Small Rum. Res 12: 211-219.

38. Ruvuna F., Kogi J.K., Taylor J.F., Mkuu S.M. 1995. Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo-Nubian goats. Small Rum. Res, 16: 1-6.

39. Shanks R., Berger P. J., Freeman A. E. 1981. Genetic aspects of lactation curves. J. Dairy Sci. 64: 1852-1860.

40. Stanton T.L., Jones L.R., Everett R.V., Kachman S.D. 1992. Estimating milk, fat, and protein lactation curves with a test day model. J. Dairy. Sci. 75: 1691-1700.

41. Todaro M., Madonia G., Portolano B., Margiotta S., Giaccone P., Console A. 1999. Le curve di lattazione della capra Girgentana per latte, grasso, proteina e lattosio stimate con modelli test day. Atti V Congresso "Biodiversità: germoplasma locali e loro valorizzazione", 5: 929-936, Caserta, 9-10/9/1999.

42. Todaro M., Madonia G., Montalbano L., Genna G., Giaccone P. 2000. A non linear modification of the Wood model to estimate lactation curves of Girgentana goats. Proc. 7th International Conference on Goats, Tours, France, 15-21 May 2000, pp. 245-246.

43. Wahome R.G., Carles A.B., Schwartz H.J. 1994. An analysis of the lactation curve of small east African goats. Small Rum. Res, 15: 1-7.

44. Williams J.C. 1993. An empirical model for the lactation curve of white British dairy goats. Anim. Prod. 57: 91-97.

45. Wilmink J.B.M. 1987. Adjustment of test day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. Liv. Prod. Sci. 16: 335-348.

46. Wood P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 216: 164-165.

47. Zygoyannis D. 1994. A note on the effect of number and genotype of kids on milk yield and compositions of indigenous Greek goats (capra Prisca). Anim. Prod. 58: 423-426.

Capitolo 3

I LIPIDI DEL LATTE DI CAPRA: MECCANISMI DI SINTESI E PRINCIPALI FATTORI DI VARIAZIONE

Marcello Mele[1], Arianna Buccioni[2], Andrea Serra[1], Mauro Antongiovanni[2], Pierlorenzo Secchiari[1]

[1]DAGA, Sezione di Scienze Zootecniche, Università di Pisa

[2]Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Firenze

3.1. Introduzione

La frazione lipidica del latte riveste notevole importanza nella definizione delle caratteristiche nutrizionali, tecnologiche e organolettiche del latte stesso e dei suoi prodotti di trasformazione. Dal punto di vista nutrizionale, il latte di capra, così come altri tipi di latte, contiene sostanze di natura lipidica che esplicano un'azione positiva per la salute umana (isomeri coniugati dell'acido linoleico, acido vaccenico, acido butirrico, acido oleico, sfingomielina, vitamina A), mentre per quanto riguarda gli aspetti tecnologici ed organolettici, è noto il ruolo svolto dai lipidi nella definizione della resa del latte alla caseificazione e la loro influenza sul colore e gli aromi dei prodotti caseari. Mediante l'alimentazione degli animali è possibile modificare sia la qualità sia la quantità del grasso del latte, agendo sulla composizione della razione di base (rapporto foraggio/concentrato, qualità dei foraggi, presenza di foraggio verde nella razione) e/o integrando la razione con fonti lipidiche di diversa natura, al fine di migliorare le caratteristiche tecnologiche, nutrizionali e dietetiche dei prodotti caseari caprini. Attraverso la modificazione del contenuto qualitativo e quantitativo degli acidi grassi del latte di capra, inoltre, potrebbero essere risolti alcuni problemi tecnologici legati al suo basso contenuto in grasso (fenomeno particolarmente evidente quando il contenuto percentuale di grasso del latte scende al di sotto di quello della proteina). Per raggiungere tale obiettivo, come verrà evidenziato nei prossimi paragrafi, è possibile sfruttare la capacità dei piccoli ruminanti di rispondere in maniera positiva all'integrazione della dieta con fonti lipidiche. Nella capra da latte, infatti, a differenza di quanto osservato per la vacca, numerose prove speri-

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 45-69

mentali hanno evidenziato che l'integrazione con lipidi della dieta induce un aumento della quantità di grasso del latte senza comportare una diminuzione della quantità di proteina e della capacità di coagulazione del latte stesso (Chilliard e Bocquier, 1993; Chilliard *et al.*, 2003).

3.2. Metabolismo lipidico nel rumine

Gli esteri della glicerina che compongono i lipidi della dieta, quando vengono a contatto con le popolazioni microbiche ruminali, sono sottoposti a lipolisi e a bioidrogenazione (Harfoot, 1978; Palmquist e Jenkins, 1980, Jenkins, 1993). La prima comporta il rilascio di acidi grassi dagli esteri consentendo così la successiva bioidrogenazione, cioè la riduzione del numero di doppi legami eventualmente presenti lungo la catena carboniosa dell'acido grasso. Durante la permanenza dell'alimento nel rumine, la quantità di acidi grassi assorbita dall'epitelio ruminale o catabolizzata ad acidi grassi volatili (VFA) ed anidride carbonica è minima, mentre i microrganismi sono in grado di sintetizzare *ex novo* quantità apprezzabili di acidi grassi dai carboidrati precursori. Pertanto, gli acidi grassi che raggiungono il duodeno sono in parte di origine alimentare e in parte derivanti dall'attività microbica.

3.2.1. La lipolisi

Poco tempo dopo essere stati ingeriti, gli esteri della glicerina contenuti nell'alimento vengono idrolizzati dalle lipasi microbiche che causano il rilascio degli acidi grassi costitutivi (Figura 1). La lipasi è un enzima extra cellulare assemblato in particelle dotate di una membrana composta da proteine, lipidi ed acidi nucleici (Jenkins, 1993). La lipasi idrolizza completamente i trigliceridi ad acidi grassi liberi (FFA) e glicerolo, con piccoli accumuli di mono e digliceridi. La glicerina, successivamente, viene fermentata rapidamente ad acido propionico. Sono stati identificati ben 74 ceppi batterici in grado di idrolizzare i legami esterei (Fay *et al.*, 1990) ed alcuni di essi, tra i quali *A. lipolytica* e *fibrisolvens*, hanno evidenziato bassa attività idrolitica, mentre altri ceppi dotati di attività esterasica, non necessariamente sono risultati in grado di idrolizzare gli esteri lipidici. Infatti, solo alcuni dei numerosi batteri ruminali con attività esterasica (inclusi 30 ceppi di *B. fibrisolvens*) possono idrolizzare gli acidi grassi a catena lunga (LCFA). Gli acidi grassi possono provenire, oltre che dall'idrolisi enzimatica dei trigliceridi, anche da quella dei galattolipidi e fosfolipidi ad opera di diverse galattosidasi e fosfolipasi (fosfolipasi A, fosfolipasi C, lisofosfolipasi e fosfodiesterasi) prodotte dai microrganismi ruminali (Jenkins, 1993).

3.2.2. La Bioidrogenazione

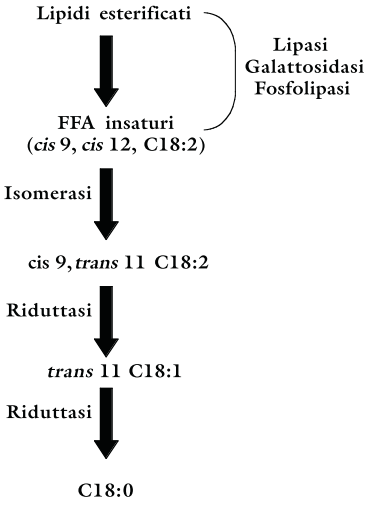


Figura 3.1 - Lipolisi e bioidrogenazione.

La durata dell'emivita degli acidi grassi insaturi (UFA) liberi nel contenuto ruminale è relativamente breve a causa della loro rapida idrogenazione alla forma satura da parte dei microrganismi. È stato stimato che la riduzione degli acidi grassi polinsaturi (PUFA) è mediamente compresa fra il 60 ed il 90%. Malgrado l'argomento sia ancora dibattuto, sembra che tale processo venga utilizzato dai microrganismi per proteggersi dagli effetti tossici degli UFA. Questo processo riduttivo contribuisce in piccola parte al riciclo dell'idrogeno metabolico poiché a tale scopo ne viene utilizzato solo l'1-2% (Czerkawski, 1984). Nel caso degli acidi grassi insaturi, che contengono uno dei doppi legami in posizione *cis* 12 (ad esempio l'acido linoleico *cis* 9, *cis* 12 C18:2 e l'acido α-linolenico *cis* 9, *cis* 12, *cis* 15 C18:3), il primo step nel processo di bioidrogenazione consiste in una reazione enzimatica di isomerizzazione che converte tale legame a *trans* 11 (Figura 3.1). L'isomerasi funzionerebbe, in generale, solo in presenza della funzione carbossilica libera e nel caso particolare degli acidi grassi polinsaturi (PUFA), del diene isolato *cis* 9, *cis* 12. La presenza del carbossile libero rende la lipolisi un pre-requisito per la successiva riduzione; infatti, la lipolisi può essere considerata il "rate determining step" dell'intero processo, cioè lo stadio della reazione che ne determina la cinetica. Il passaggio di piccole quantità di acidi grassi polinsaturi attraverso la barriera ruminale può essere dovuto, pertanto, ad una mancata lipolisi. Dopo che si è formato il legame in posizione *trans* 11, una reduttasi microbica opera l'idrogenazione del legame in posizione *cis* 9. La quantità di *trans* 11 C18:1 ridotto a C18:0 viene influenzata dalle condizioni ruminali e dalla concentrazione di acido linoleico (LA), che inibisce irreversibilmente il processo (Harfoot *et al.*, 1973). Moore *et al.* (1969), infatti, hanno suggerito che grandi quantità di LA non esterificato bloccano il secondo step della bioidrogenazione; ciò non avverrebbe, invece, nel caso in cui tale acido grasso fosse presente in forma esterificata. Quando il contenuto in fibra della razione diminuisce a favore di un più elevato tasso di concentrato, si riduce il numero dei batteri cellulosolitici i quali,

come visto, sono responsabili anche dei processi lipolitici che rappresentano il prerequisito delle bioidrogenazioni. Quindi, questo tipo di alimentazione favorirebbe la quota dei lipidi alimentari che riescono ad attraversare la barriera ruminale senza subire la riduzione; il maggior beneficio è tratto dall'acido oleico (*cis* 9 C18:1, OA) e dal LA che sono gli acidi grassi maggiormente rappresentati nella granella di cereali.
Altri fattori dietetici che diminuiscono la lipolisi e la bioidrogenazione ruminale sono rappresentati dall'inclusione di foraggi ad elevato stadio di maturazione e di alimenti troppo finemente macinati. In quest'ultimo caso, diminuisce l'aderenza dei batteri sulla superficie delle particelle stesse ed aumenta la loro velocità di transito attraverso la barriera ruminale, diminuendo il tempo di esposizione all'attività batterica.
Infine, la quantità ed il tipo di grasso aggiunto alla dieta sono altri fattori in grado di influenzare la trasformazione dei lipidi nel rumine, ma questo aspetto verrà trattato in un paragrafo a parte.

3.2.3. Sintesi degli acidi grassi microbici

I lipidi contenuti nei batteri ruminali sono circa il 10-15% della sostanza secca e provengono in parte dall'alimento degradato (LCFA) ed in parte dalle sintesi ex novo che avvengono nelle cellule microbiche. Il contributo di ciascuna di queste vie dipende dal contenuto di grasso nella dieta e dalle specie batteriche presenti nel liquido ruminale (Jenkins, 1993). Se la concentrazione dei lipidi nella dieta è elevata, viene favorito il trasporto dei lipidi all'interno delle cellule batteriche, dove formano goccioline immerse nel citoplasma. La sintesi ex novo degli acidi grassi, invece, conduce prevalentemente alla formazione dell'acido stearico (C18:0) e di quello palmitico (C16:0) in un rapporto di 2:1 (Bauchart *et al.*, 1990). È da notare, inoltre, che i microrganismi utilizzano gli acidi grassi prevalentemente per formare i fosfolipidi di membrana ed, in piccola parte, acidi grassi non esterificati (NEFA), mentre non immagazzinano trigliceridi (Viviani, 1970). Studi approfonditi su i meccanismi biosintetici hanno rivelato che l'assorbimento da parte dei batteri ruminali di acetato e glucosio marcati con ^{14}C conduce alla sintesi di acidi grassi non ramificati caratterizzati da un numero pari di atomi di carbonio mentre il propionato ed il valerato, anch'essi marcati con ^{14}C, portano alla sintesi di LCFA con la catena carboniosa lineare, ma con un numero dispari di atomi di carbonio. Se, al contrario, si utilizzano come precursori isobutirrato, isovalerato e 2-metilbutirrato si osserva la sintesi di acidi ramificati nella forma iso ed anteiso.

Nei batteri, quest'ultima classe di lipidi rappresenta circa il 20% degli acidi grassi totali ed il 30% di quelli contenuti nei fosfolipidi. Gli acidi grassi monoinsaturi (MUFA), che costituiscono circa il 15-20% degli acidi microbici, vengono sintetizzati per via anaerobia. In questa via, il β-idrossidecanoato viene deidratato in β,γ formando un doppio legame in posizione 3 e con isomeria geometrica del tipo *cis*, anziché seguire l'eliminazione in α,β che porterebbe alla formazione dell'isomero *trans* 2. Con il doppio legame in posizione *cis* 3, la riduzione successiva ad opera della C_{10} enoil reduttasi non può avvenire permettendo l'elongazione della catena fino al C16:1 e C18:1. Quest'ultimo si può anche formare per desaturazione per opera di un enzima desaturasico presente nel liquido ruminale (Figura 3.2) (Jenkins, 1993). Nel rumine solo i cianobatteri sono in grado di sintetizzare i PUFA, mentre gli altri microrganismi possono solo assorbirli dal liquido ruminale e, come nel caso dei protozoi, incorporarli sottoforma di lipidi di membrana.

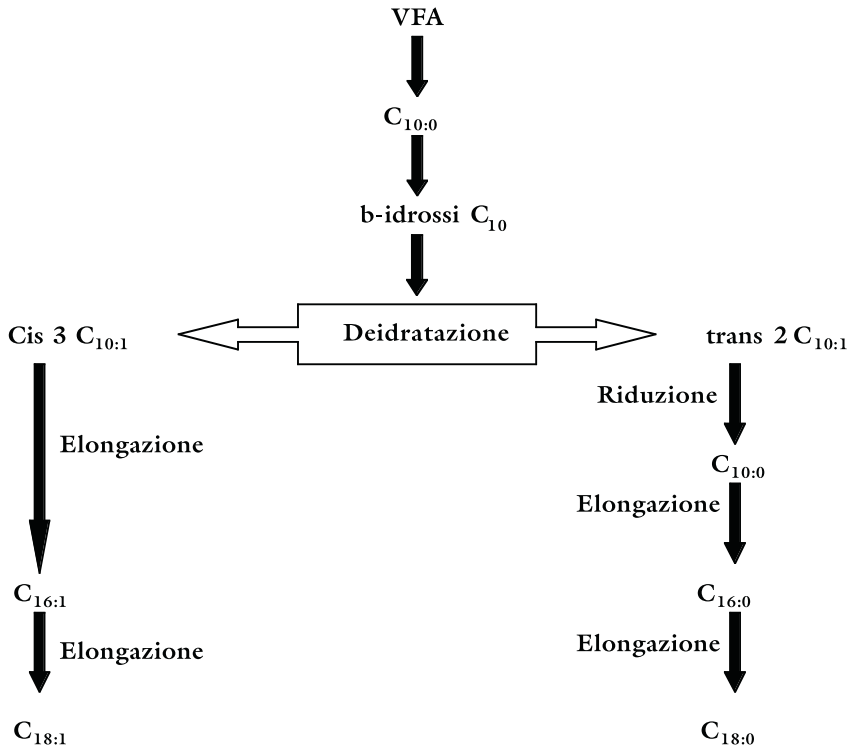


Figura 3.2 - Sintesi microbica degli acidi grassi saturi e monoinsaturi.

3.2.4. Bilancio lipidico nel rumine

Ogni chilogrammo di sostanza secca consumato da un ruminante contiene, in genere, circa il 4% di grasso grezzo. Nel caso dei foraggi solo il 40% è costituito da acidi grassi, mentre nelle granelle tale percentuale supera il 70% (Palmquist e Jenkins, 1980). Nel rumine, la perdita di acidi grassi è trascurabile, tuttavia, sono state ipotizzate alcune vie metaboliche che porterebbero alla perdita di acidi grassi dal fluido ruminale. Infatti, l'acido oleico incubato nelle cellule epiteliali del rumine viene assorbito da questo tessuto per il 31,5% e trasportato nel plasma per l'8,2% (Jenkins, 1993); Il palmitico, invece, viene metabolizzato velocemente a corpi chetonici e convertito a C15:0 mediante α-ossidazione e a C13:0, C11:0 con la β-ossidazione (Jesse *et al.*, 1992). Inoltre, più del 90% degli acidi grassi con meno di 14 atomi di carbonio verrebbero assorbiti dalle pareti ruminali. È stato osservato che, nel passaggio degli alimenti dalla bocca al duodeno, la perdita di lipidi più alta avviene più frequentemente per le diete grassate rispetto a quelle povere in grasso. La presenza dei lipidi nella dieta e la quantità di sostanza organica digerita sarebbero, infatti, gli unici fattori che influenzano le sintesi lipidiche dei microrganismi. In conclusione, mediamente lo 87% degli acidi grassi consumati arriva al duodeno e la quota mancante è spesso compensata dalle sintesi ex novo dei microrganismi ruminali, stimata in 15 g per chilo di sostanza secca digerita nel rumine. Le cause delle perdite sono ascrivibili al metabolismo lipidico delle cellule dell'epitelio ruminale ed alle degradazioni microbiche (Jenkins, 1994).

3.2.5. Effetti dei lipidi sulle fermentazioni ruminali

L'addizione di lipidi alle diete dei ruminanti può avere effetti negativi sulle fermentazioni ruminali, causando una diminuzione della digeribilità delle fonti energetiche non lipidiche. Una quantità di grasso di poco inferiore al 10% nella razione può comportare una riduzione di più del 50% della digestione ruminale dei carboidrati strutturali (Ikwuegbu e Sutton, 1982; Jenkins e Palmquist 1984). Questo fenomeno è accompagnato da una minor produzione di metano, di idrogeno, di VFA e da un abbassamento del rapporto acetato / propionato (Chalupa *et al.*, 1984; Czerkawski, 1984; Boggs *et al.*, 1987).

Di solito l'effetto esercitato dalle diverse fonti lipidiche presenti nella dieta sul metabolismo ruminale dipende da poche differenze di base nella loro struttura chimica, quali, per esempio, il grado di insaturazione, poiché i PUFA inibiscono le fermentazioni più degli SFA (Chalupa *et al.*, 1984; Palmquist e Jenkins, 1980). Anche la presenza della funzione carbossilica libera sembra rivestire una certa importanza e, per questo motivo, sono state messe a punto differenti tecniche di

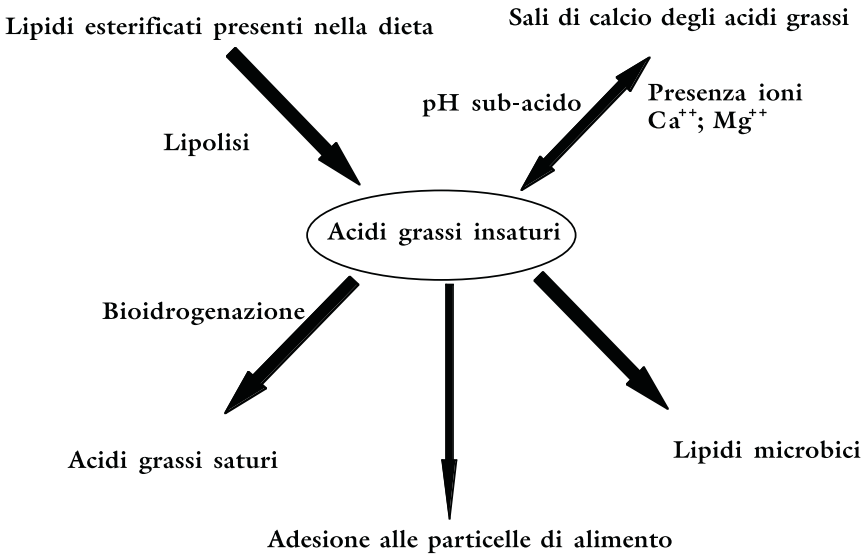


Figura 3.3 - Modificazioni ruminali degli acidi grassi insaturi.

protezione dei lipidi che servono a minimizzare le interazioni fra batteri ruminali e lipidi della dieta. I sali di calcio degli acidi grassi e i derivati degli acidi carbossilici come le ammidi, i trigliceridi e gli alcooli a catena lunga sono i composti che interferiscono meno con le fermentazioni e, allo stesso tempo, consentono di preservare gli UFA dai processi di bioidrogenazione. I PUFA non esterificati, invece, rappresentano la frazione lipidica che esercita la maggior influenza sui processi fermentativi. La concentrazione di UFA liberi nel rumine è regolata dalla quantità e dal tipo di grasso nella dieta, dal tasso della lipolisi, dalla bioidrogenazione e dalla formazione di sali carbossilati (Figura 3.3). In genere, la maggior parte dei trigliceridi viene idrolizzata in breve tempo, sebbene molto dipenda da fattori quali il grado di maturazione dei foraggi, il contenuto di azoto della razione e le dimensioni delle particelle nel rumine.

3.3. Metabolismo della ghiandola mammaria e sintesi ex novo degli acidi grassi

Circa il 50% degli acidi grassi (FA) del latte vengono sintetizzati dalla ghiandola mammaria utilizzando l'apporto ematico dell'acetato e del β-idrossibutirrato e con l'intervento degli enzimi acetil-CoA-carbossilasi e sintasi degli acidi grassi (Figura 3.4). La rimanente quota proviene sia dalla dieta (circa il 40-45%) sia

dalla mobilitazione delle riserve lipidiche dell'animale in proporzioni variabili secondo lo stadio di lattazione (Chilliard *et al.*, 2000). Ovviamente, queste percentuali di riferimento possono subire variazioni significative in funzione delle differenti manipolazioni della dieta. Poiché le cellule della ghiandola mammaria non possiedono il pool enzimatico necessario ad allungare la catena carboniosa da 16 a 18 atomi, la quota di acidi grassi neo sintetizzata comprende solo quelli a corta e media catena (dal C4 al C14). L'acido palmitico (C16:0) proviene per metà dalla sintesi endogena e per metà dalla dieta. Tutti gli acidi grassi a catena più lunga di 18 atomi di carbonio devono essere forniti all'animale con l'alimentazione che, pertanto, rappresenta il momento centrale nella definizione della frazione acidica a lunga catena del latte. Il trasferimento degli acidi grassi dal plasma al tessuto mammario può essere descritto dal modello cinetico di Michaelis-Menten, con una velocità massima (Vm) ed una costante di Michaelis (Km) rispettivamente di 22 e 32 mg/100 ml (Baldwin *et al.*, 1980).

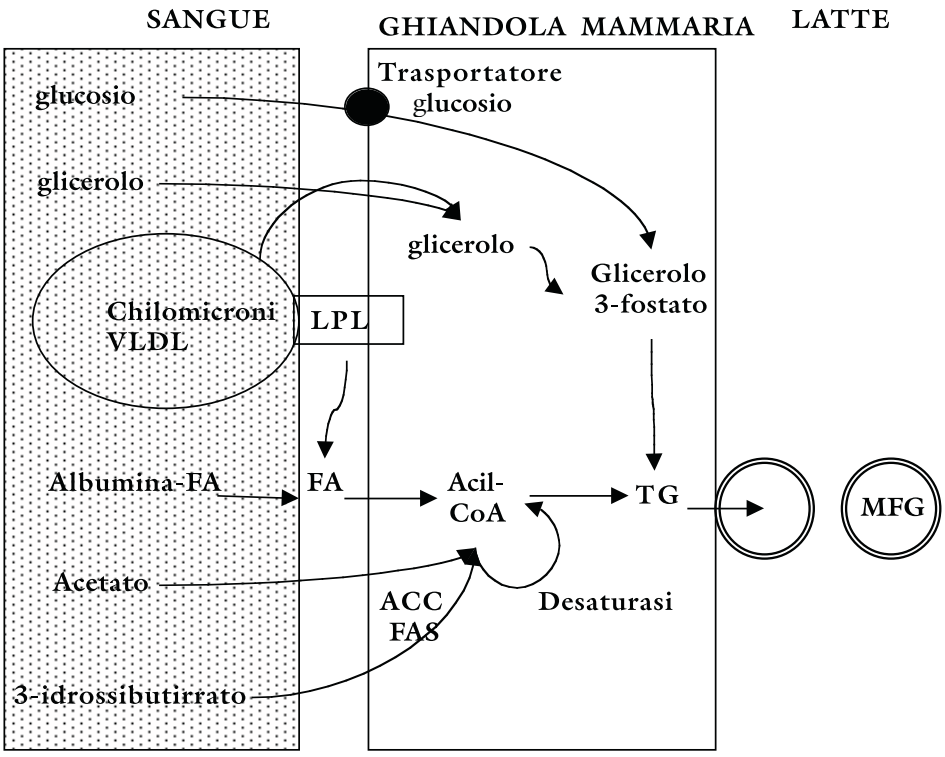


Figura 3.4 - Metabolismo cellulare degli acidi grassi nella mammella.

Questo processo, insieme a quello di bioidrogenazione nel rumine e a quello di digestione intestinale, contribuisce a definire l'efficienza del trasferimento degli acidi grassi dalla dieta al latte. Un aspetto importante che influenza la fluidità del grasso del latte è rappresentato dall'attività desaturasica della ghiandola mammaria. Infatti, attraverso l'azione dell'enzima Δ^9desaturasi (che inserisce un doppio legame in posizione 9 della catena carboniosa) una quantità elevata di acido stearico (C18:0, SA) viene convertita in OA, consentendo di avere un rapporto fra i due acidi tale da mantenere ottimali le caratteristiche chimico-fisiche del latte. L'attività desaturasica si esplica anche su altri substrati come l'acido miristico, l'acido palmitico e l'acido vaccenico; in quest'ultimo caso si forma l'isomero coniugato *cis* 9, *trans* 11 dell'acido linoleico (acido rumenico, RA).
Gli UFA a lunga catena (LCUFA) esercitano un'azione inibente sugli enzimi lipogenici della ghiandola mammaria ed in particolare interferirebbero con l'attività dell'acetilCoA carbossilasi (che è il "rate limiting enzyme" della sintesi degli acidi grassi). La somministrazione di diete contenenti un'elevata quantità di grassi ricchi in LCUFA o l'infusione di questi ultimi direttamente nel duodeno hanno dimostrato questa proprietà sia nella specie bovina sia in quella caprina (Kitessa *et al.*, 2001), che si è manifestata con forti decrementi del contenuto di grasso nel latte dovuti al blocco della sintesi endogena della frazione acidica a corta e media catena. I PUFA C20 e C22, inoltre, sono in grado di ridurre il prelievo mammario dei LCUFA dal plasma, interferendo con le lipoprotein-lipasi della ghiandola (Storry *et al.*, 1974). Recentemente, nell'ambito di studi volti a determinare le cause del fenomeno della "milk fat depression", è stato dimostrato un effetto specifico dell'isomero *trans* 10, *cis* 12 dell'acido linoleico coniugato e, presumibilmente, di tutti gli isomeri *trans* 10 della famiglia dei C18 sugli enzimi lipogenici della ghiandola mammaria (Baumgard *et al.*, 2000).

3.3.1. L'acido linoleico coniugato (CLA)

Nella capra, così come in altre specie di ruminanti, la frazione lipidica del latte contiene una quantità apprezzabile di isomeri coniugati dell'acido linoleico (CLA). L'isomero più rappresentato nei lipidi del latte dei ruminanti è il *cis* 9, *trans* 11 (Acido Rumenico, RA). Esso si forma attraverso due vie metaboliche: la prima è la bioidrogenazione ruminale del LA, la seconda, è la desaturazione del VA, di provenienza ruminale, nella ghiandola mammaria (Figura 3.5).
La prima via implica i processi, descritti in precedenza, di lipolisi e di successiva riduzione, che avvengono nel rumine a carico degli acidi grassi insaturi della dieta. Per molti anni il solo batterio ritenuto capace di effettuare la bioidrogenazione è stato il *Butyrivibrio fibrisolvens* (Kepler *et al.*, 1967). Successivamen-

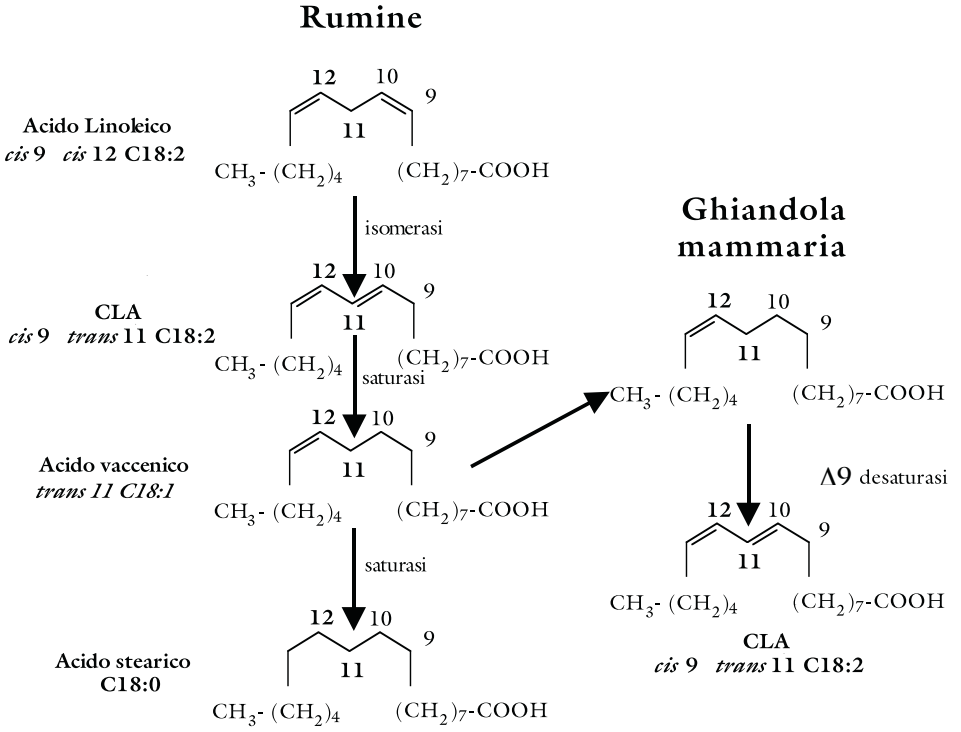


Figura 3.5 - Sintesi ruminale e mammaria del cis 9, trans 11, CLA.

te sono stati identificati altri microrganismi in grado di ridurre i doppi legami degli acidi grassi. Gli studi effettuati su colture cellulari pure hanno mostrato che l'intero processo di idrogenazione non viene effettuato da un singolo microrganismo, ma coordinato da un pool di batteri che gestiscono i vari step di reazione. In tal senso, i batteri ruminali possono essere divisi in due gruppi: il gruppo A che riduce il LA e il LNA a VA ed il gruppo B che conclude la sequenza delle idrogenazioni riducendo il VA a stearico (Harfoot e Hazlewood, 1988). La sintesi ruminale del CLA è riportata in figura 3.5. Lo step iniziale è l'isomerizzazione del *cis* 9, *cis* 12 C18:2 a *cis* 9, *trans* 11 C18:2, cioè la trasformazione del LA in RA (Kramer *et al.*, 1998). Questo passaggio viene catalizzato dall'enzima linoleico-isomerasi, che non prevede l'aiuto di cofattori e agisce su doppi legami siti a metà della catena carboniosa e lontani da gruppi funzionali attivanti. L'enzima si trova legato alla membrana batterica ed è molto selettivo perché riconosce solo dieni con una stereochimica del tipo *cis* 9, *cis* 12, presenti lungo una catena carboniosa di acidi grassi aventi la funzione carbossi-

lica libera. Il secondo passaggio è una riduzione che converte l'acido rumenico in *trans* 11 C18:1, cioè l'acido vaccenico. Gli studi in vitro effettuati incubando LA marcato con liquido ruminale hanno dimostrato che quest'ultima reazione è veloce. La successiva riduzione del VA a C18:0, invece, è molto più lenta consentendo l'accumulo del VA nel rumine ed il suo passaggio nel plasma (rate determining step). Il VA, una volta assorbito nel plasma ed arrivato alla ghiandola mammaria, può essere riconvertito in RA per azione della Δ^9 desaturasi (Figura 3.5). Questa rappresenta la seconda via di formazione del RA e anche quella che, per analogia con quanto dimostrato nella vacca da latte, fornirebbe più dello 80% del RA presente nel grasso del latte (Corl *et al.*, 1998).
In maniera molto simile alla bioidrogenazione del LA, avviene la riduzione del LNA. L'isomero C18:3 predominante negli alimenti è l'α-linolenico (α-LNA; *cis* 9, *cis* 12, *cis* 15 C18:3) che per riduzione forma il *trans* 11 C18:1, precursore del CLA nella sintesi operata dalle cellule del tessuto mammario. Per il γ-linolenico, meno comune, (γ-LNA; *cis* 6, *cis* 9, *cis* 12, C18:3), la fermentazione è del tutto analoga (Griinari e Bauman 1999). L'insieme di questi processi fa sì che nel grasso del latte dei ruminanti l'acido rumenico e l'acido vaccenico siano, normalmente, gli acidi grassi *trans* più rappresentati, salvo i casi in cui particolari condizioni di alimentazione inducano dei cambiamenti rilevanti nella composizione delle popolazioni batteriche ruminali, favorendo ceppi che svolgono processi di bioidrogenazione i cui prodotti intermedi sono isomeri differenti dal RA e dal VA. In questi casi si possono formare quei particolari acidi grassi, citati precedentemente, che sarebbero responsabili della MFD (Griinari *et al.*, 1998). Al momento, tuttavia, questi aspetti non sono ancora stati confermati nell'ambito della specie caprina.
In aggiunta alla già citata trasformazione da VA a RA, la Δ^9 desaturasi è responsabile della formazione di un altro isomero CLA quale il *trans* 7, *cis* 9 e la formazione di un C18:2 non coniugato del tipo *cis* 9, *trans* 13 (Ulberth e Henninger, 1994; Yurawecz *et al.*, 1998). La ghiandola mammaria sembra essere il sito di maggiore attività della Δ^9 desaturasi nei ruminanti in lattazione (Kinsella, 1972). Quest'enzima, denominato anche Stearoil Co-A desaturasi, è espresso dal gene omonimo (SCD), localizzato a livello del cromosoma 26 per la specie bovina e quella caprina e nel cromosoma 22 per quella ovina (Ward *et al.*, 1998; Bernard *et al.*, 2001; Taniguchi *et al.*, 2003). Nell'ambito dei ruminanti, la sequenza codificante di questo gene è interamente nota solo per la specie bovina e quella caprina. L'espressione del gene SCD e l'attività del relativo enzima sono sensibili a fattori nutrizionali come la presenza di PUFA e a fattori endogeni come lo stato fisiologico (tra cui anche lo stadio di lattazione) ed il bilancio ormonale (Ntambi, 1995).

In alcuni casi è stato anche evidenziato un effetto specie che comporterebbe un maggior contenuto di CLA nel latte di pecora rispetto a quello di vacca e di capra, quando gli animali sono alimentati al pascolo sui medesimi cotici erbosi. (Jahreis *et al.*, 1999; Nudda *et al.*, 2003). Premesso che, stando alle informazioni disponibili al momento, seppur parziali, la struttura del gene SCD appare molto ben conservata in queste specie ruminanti, le differenze riscontrate in merito al contenuto di CLA nel latte, potrebbero essere ascrivibili a differenze negli habitus alimentari e nella velocità di transito degli alimenti nel digerente.

3.4. I lipidi del latte di capra

La frazione lipidica contenuta nel latte di capra è organizzata in globuli di grasso costituiti da gliceridi (97-99%), presenti in grande maggioranza nel core del globulo e da fosfolipidi, glicolipidi e steroli (1-3%), che sono parte integrante della membrana del globulo. Tale ripartizione, che rimane pressoché inalterata anche quando varia il contenuto di grasso del latte (Cerbulis *et al.*, 1982), è del tutto simile a quella riportata per il latte di vacca. Il core del globulo di grasso è costituito da molecole apolari come i trigliceridi (96,8%), i digliceridi (2,2%) ed i monogliceridi (0,9%); mentre le membrane contengono sia lipidi polari come i glicolipidi (8,5%) e i fosfolipidi (44,7%) sia lipidi apolari come trigliceridi (26,54 %), i digliceridi, i monogliceridi (4,68%) e il colesterolo (15,58%). I lipidi polari determinano le principali frazioni fosfolipidiche contenute nel grasso del latte di capra, riportate in tabella 3.1.

Tabella 3.1 - Contenuto in fosfolipidi del grasso del latte di capra (g/100g di fosfolipidi).

	(Cerbulis *et al.*, 1982)	**(Patton *et al.*, 1977)**
Fosfatidil etanolammina	35,4	25,5
Fosfatidil colina	3,2	9,6
Fosfatidil serina	4,0	1,4
Fosfatidil inositolo	28,2	27,6
Sfingomielina	29,2	35,9

Mediante gascromatografia capillare e cromatografia liquida a ioni di Argento (Ag^+ TLC e Ag^+ HPLC) è stato possibile determinare la composizione dei trigliceridi presenti nel latte di capra, classificandoli per numero di atomi di carbonio (CN), partendo da campioni relativi a cinque differenti greggi di capre di razza Granadi-

na (Fontecha *et al.*, 2000). In particolare, è stato osservato che il 55% dei trigliceridi presenti erano costituiti da acidi grassi saturi, il 29% da monoinsaturi ed il 16% da polinsaturi. L'analisi cromatografica su strato sottile (Ag+ TLC) ha permesso di classificarli in quattro gruppi o bande di eluizione chiamate A, B, C e D (Tabella 3.2). La frazione A, che rappresenta il 38.5 % dei trigliceridi totali, è prevalentemente costituita da acidi grassi saturi (95.3%) e da tracce di monoinsaturi (0,9%); in essa è presente circa il 73% del C8:0, l'80% del C10:0 ed il 74% del C12:0 ritrovabili in tutti i trigliceridi. Bassa, invece, è la presenza del C4:0 che, al contrario, si concentra al 94 % nella frazione B. Quest'ultima rappresenta il 16,5% dei trigliceridi di cui il 94,3% del tipo saturo e l'1,5% monoinsaturo. La frazione C che contiene il 28,9% dei trigliceridi totali, riporta prevalentemente acido palmitico, acidi grassi monoinsaturi e acido linoleico nella forma a diene isolato e coniugato. Infine, la quarta ed ultima banda; D è costituita dal 16% dei trigliceridi i cui principali acidi grassi possono essere ripartiti in monoinsaturi (35%) e polinsaturi.

Tabella 3.2 - Composizione percentuale degli acidi grassi dei trigliceridi del latte di capra suddivisi in quattro gruppi di eluizione dopo cromatografia su strato sottile. (da Fontecha *et al.*, 2000).

Acido Grasso		**Ag+TLC**			
	% Totale	**A**	**B**	**C**	**D**
C4	5,09	0,56	19,26	4,43	3,01
C6	4,42	3,83	6,87	3,94	2,50
C8	4,15	6,70	5,81	4,57	3,98
C10	12,91	18,57	10,79	11,74	7,75
C10:1	0,36			0,60	1,84
C12	5,62	8,72	6,96	5,21	3,80
C12:1	0,21		0,05	0,41	0,40
C14	9,86	13,54	10,01	7,95	5,15
C14:1+*i*C15	0,39	0,85	0,73	0,69	0,86
*ai*C15+C15	0,83	2,18	1,67	1,06	1,08
C15:1	0,09			0,37	0,53
*i*C16+C16	25,38	30,54	24,26	19,64	12,30
C16:1	1,41			2,79	3,98
*i*C17+*ai*C17+C17	1,26	0,88	1,05	0,66	0,98
C17:1	0,34			0,60	0,73
C18	7,17	9,57	7,17	6,58	4,47
C18:1	15,46	0,90	1,47	24,24	27,35
C18:2	2,83			1,19	13,80
C18:3	0,35				1,44
CLA	0,57	0,06	0,12	0,76	0,76
C20	0,11	0,18	0,42	0,11	0,28
C20:1	0,05			0,03	0,18
altri	1,14	2,92	3,37	2,43	2,83

Mediante gascromatografia è stato anche possibile individuare le principali classi di trigliceridi, suddivise per numero di atomi di carbonio (CN). Nelle frazioni A e B sono maggiormente rappresentati i trigliceridi con CN_{40} e CN_{36}, nella C i CN_{38} e CN_{44} e nella D i CN_{46} e CN_{54}. Si può, pertanto, notare che al crescere delle insaturazioni aumenta il numero di atomi di carbonio che caratterizza il lipide apolare. I trigliceridi saturi più abbondanti nel latte di capra sono il (10:0, 14:0, 16:0), il (10:0, 16:0, 16:0), (10:0, 16:0, 18:1), mentre fra i polinsaturi è il (16:0, 18:1, 18:1) come nel latte di vacca ed umano.

3.4.1. Gli acidi grassi ramificati presenti nel latte di capra

Fra gli acidi grassi più caratteristici del latte di capra troviamo il Caproico (C6:0), il Caprilico (C8:0) ed il Caprico (C10:0) che devono il loro nome comune proprio a questo fatto. Essi sono caratterizzati da un odore molto pungente e persistente, che ricorda, appunto, quello tipico della capra. Un parametro molto usato, infatti, per riconoscere l'autenticità del latte di capra è quello pubblicato da Ramos e Juarez (1986) dato dalla stima del rapporto C12:0/C10:0. Molto importante, però, è la presenza degli acidi grassi ramificati (BCFA) che sono i principali responsabili dei tipici aromi presenti nel latte e nei prodotti caseari di capra. Fra quelli più frequentemente riportati, troviamo la forma iso e anteiso del C15:0, l'iso C16:0 e l'iso ed anteiso del C17:0, che sono stati anche i primi ad essere identificati (Massart-Leen *et al.*, 1981). Successivamente sono stati individuati anche acidi monometil – ramificati con un numero di atomi di carbonio inferiori a 10 presenti solo nel latte caprino (Ha e Lindsay, 1993). Infine, Alonso *et al.* (1999) hanno identificato altri 31 BCFA, presenti in bassa concentrazione, di cui 25 sono monometil ramificati, 2 dimetil e 4 dietil ramificati. Fra quelli etil sostituiti, il 4-etiloctanoato (insieme al 4-metiloctanoato) sarebbe responsabile del tipico aroma del latte di capra. Il 3 metilbutanoato, il 4 metilpentanoato ed l'8 metilnonaoato sono stati anch'essi identificati nel latte di capra, ma non sono tipici solo di questo prodotto in quanto presenti anche nel latte di vacca.

3.5. Integrazione della dieta con fonti lipidiche ed effetti sulla quantità e sulla qualità del latte

L'introduzione di supplementi lipidici nelle diete per capre da latte induce un aumento nel contenuto di grasso del latte e una modificazione del profilo degli acidi grassi che è funzione del tipo di fonte lipidica adottata. L'effetto positivo

di un'opportuna integrazione lipidica della dieta sul contenuto di grasso del latte nella capra viene sfruttato anche per porre rimedio al fenomeno della sindrome da inversione delle percentuali che si verifica nei casi in cui il tenore di grasso del latte scende al disotto di quello della proteina, con conseguente diminuzione della resa del latte alla caseificazione (Morand-Fehr *et al.*, 1984a e b). La somministrazione di fonti lipidiche con la dieta può avvenire con differenti modalità e i risultati variano in funzione della tipologia di integrazione utilizzata. Inoltre, a parità di fonte lipidica, il grado di protezione che caratterizza tale fonte, rispetto alle modificazioni che intervengono durante i processi di bioidrogenazione ruminale descritti nei paragrafi precedenti, può influire notevolmente sui risultati ottenibili sia in termini di quantità di latte e di grasso prodotti sia in relazione alla composizione di quest'ultimo.
Sulla base dei risultati riportati in letteratura relativi a prove di alimentazione di capre in lattazione basate sull'integrazione lipidica della dieta (Lu, 1993; Teh *et al.*, 1994; Hadjipanayiotou, 1999; Brown-Crowder *et al.*, 2001; Kitessa *et al.*, 2001; Chilliard *et al.*, 2002; Rapetti *et al.*, 2002; Sanz Sampelayo *et al.*, 2002) è stato possibile evidenziare una relazione quadratica tra la quantità in grammi di grasso aggiunto nella razione e l'incremento del tenore lipidico del latte, a prescindere dal tipo di grasso utilizzato e dallo stadio di lattazione dell'animale (Figura 3.6). Tale relazione diventa lineare nel caso si prendano in

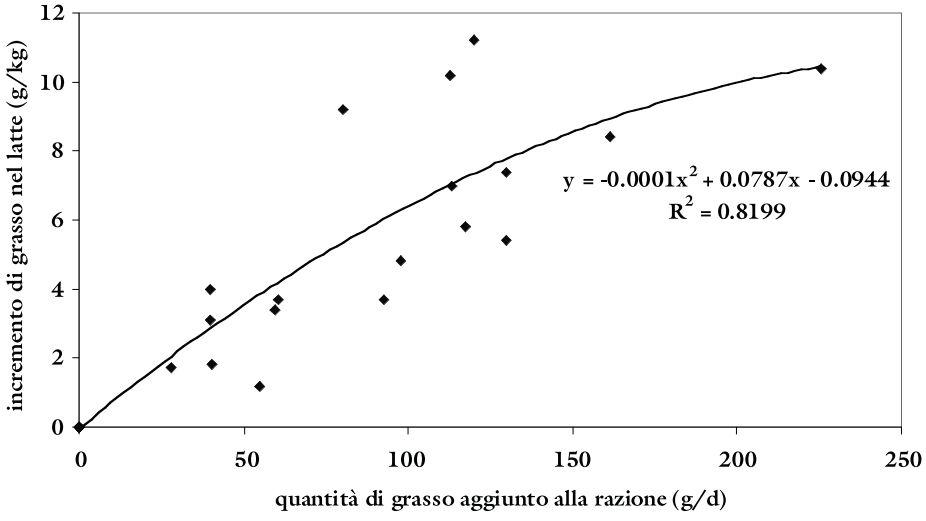


Figura 3.6 - Relazione tra quantità di grasso aggiunta nella dieta e incremento di grasso nel latte (dati riferiti all'intera lattazione).

considerazione solamente i dati relativi ad animali nello stadio iniziale della lattazione (Figura 3.7). Anche lo stadio di lattazione dell'animale, infatti, concorre a determinare la risposta produttiva rispetto alla somministrazione di fonti lipidiche con la dieta. All'inizio della lattazione, infatti, l'inclusione di lipidi nella dieta comporta un generale aumento della produzione di latte e del contenuto di grasso dello stesso, a prescindere dal tipo di fonte lipidica utilizzata, mentre a metà lattazione l'effetto positivo del grasso della dieta si esplica solamente sul tenore lipidico del latte e non sulla produzione giornaliera. A fine lattazione, invece, la risposta produttiva alla somministrazione di fonti grassate è decisamente meno evidente (Chilliard *et al.*, 2001).
Questa variabilità di risposta sarebbe legata al bilancio energetico dell'animale, che, come è noto, varia durante la lattazione e condiziona anche l'attività degli enzimi coinvolti nella lipogenesi.
L'attività di questi enzimi, infatti, aumenterebbe con il progredire della lattazione fino ad arrivare alla fase finale della stessa, quando gli acidi grassi provenienti dall'alimentazione verrebbero utilizzati in maniera preferenziale per la deposizione di grasso corporeo piuttosto che per la sintesi endomammaria del grasso del latte (Chilliard *et al.*, 1991). Se da un lato la risposta produttiva alla somministrazione di fonti grassate con la dieta è tendenzialmente uniforme a prescindere dalla tipologia di integrazione utilizzata, fatta eccezione per l'olio

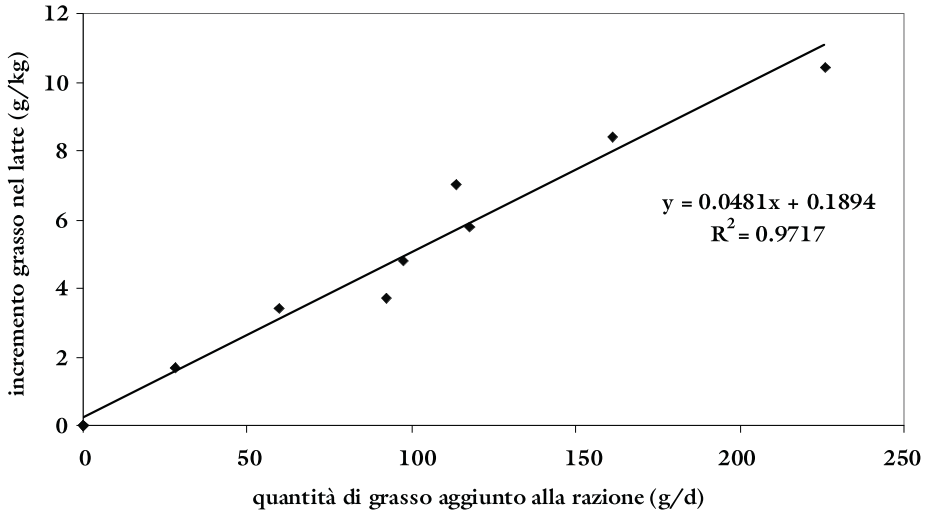


Figura 3.7 - Relazione tra quantità di grasso aggiunta nella dieta e incremento di grasso nel latte (dati riferiti al periodo iniziale della lattazione).

di pesce non protetto che, similmente a quanto avviene nella vacca, influisce negativamente sulla secrezione giornaliera di grasso nel latte (Kitessa *et al.*, 2001), dall'altro la composizione del grasso del latte varia sensibilmente in funzione della natura del grasso introdotto con l'alimentazione. È noto, infatti, che, attraverso l'introduzione di opportune fonti lipidiche nell'alimentazione dei ruminanti, è possibile variare la composizione in acidi grassi del latte il cui profilo rispecchia direttamente o indirettamente, alla luce delle bioidrogenazioni ruminali e delle sintesi microbiche, quello del grasso contenuto nella dieta ingerita. Una dieta addizionata con olio di palma, ricco di acido palmitico (C16:0), infatti, provoca un notevole aumento di tale acido grasso, del monoinsaturo corrispondente (C16:1) ed un decremento di quelli a media catena (dal C10:0 al C14:0) e dell'acido oleico (*cis* 9, C18:1). Diete ricche di acido stearico (C18:0), invece, incrementano la concentrazione di questo acido grasso e dell'acido oleico, per azione dell'enzima Δ^9 desaturasi in ghiandola mammaria, mentre il contenuto degli acidi grassi a media catena diminuisce. In generale, quando ai ruminanti vengono somministrati oli vegetali o semi di piante oleaginose, gli acidi grassi polinsaturi in essi contenuti vengono prontamente idrolizzati nel rumine (Antongiovanni *et al.*, 2002; Secchiari *et al.*, 2003), a meno che questi lipidi non siano protetti, ad esempio mediante incapsulazione (McDonald e Scott, 1977). Alcune differenze sulla composizione acidica del latte prodotto in seguito alla somministrazione delle medesime fonti lipidiche in forma protetta o non protetta sono illustrate in tabella 3.3.

Tabella 3.3 - Effetti sulla composizione acidica del grasso del latte in funzione di differenti supplementi lipidici. (da Chilliard *et al.*, 2003, Mele *et al.*, dati non pubblicati).

	Integrazione con acidi grassi saturi		**Semi di Colza**		**Olio di soia**		**Semi di cotone**	
Acidi grassi (%)	C16:0	C18:0	Protetti	Non protetti	Protetto	Non protetto	Protetti	Non protetti
$C_{4:0} - C_{8:0}$	+1,5	+0,5	nd	nd	+1,4	-4	nd	-0,1
$C_{10:0} - C_{14:0}$	-4,4	-4,2	-0,6	-2,0	+1,9	-22	-2,1	-0,6
$C_{16:0}$	+6,4	-6,2	-8,2	-4,1	-8,7	-15	-2,0	-4,3
$C_{16:1}$	+2,4	-2,0	nd	nd	nd	-16	nd	nd
$C_{18:0}$	0,0	+7,0	-3,9	+5,8	+1,1	+22	+6,8	+6,6
$C_{18:1}$	-2,0	+6,6	+7,9	+6,9	+2,5	+32[1]	-11,3	+4,0
$C_{18:2}$	-0,5	-0,6	+5,9	+1,1	+4,4	+9	+14,3	+0,2
$C_{18:3}$	+0,3	-0,6	+3,1	+0,5	nd	-14	0,0	+0,2

[1] somma degli isomeri cis e trans

La somministrazione di oli protetti provoca, nel latte, un aumento degli acidi C18:1, C18:2 e C18:3 mentre quando la protezione non è presente aumentano soprattutto il C18:0 ed il C18:1, derivanti da probabili bioidrogenazioni ruminali di sistemi polinsaturi (Gulati *et al.*, 1997, Mir *et al.*, 1999). Con l'olio di soia protetto l'innalzamento dell'acido linoleico è accompagnato anche da un aumento degli acidi grassi C18:1 e C18:0, probabilmente a causa di una incompleta protezione dell'olio stesso.
Un'efficiente protezione degli oli vegetali somministrati con la dieta comporta un aumento dell'assorbimento di PUFA dal plasma da parte della ghiandola mammaria. I PUFA, come riportato in precedenza, determinano una forte riduzione della sintesi ex novo degli acidi grassi a corta e media catena. Il profilo acidico del latte, pertanto, si modifica non solo perché aumenta la quota dei PUFA e degli acidi grassi a lunga catena, ma anche perché diminuiscono quelli saturi e a media catena. L'integrazione con semi di cotone protetti determina un aumento della concentrazione nel latte dell'acido grasso C18:2 n-6, ma anche un incremento del rapporto C18:0/C18:1, nonostante che questo supplemento sia povero di acido stearico e contenga circa il 16% di C18:1. Questo fatto sarebbe dovuto alla presenza nei semi di cotone di acidi ciclopropenoici, che sono forti inibitori dell'enzima endomammario Δ^9 desaturasi che catalizza la reazione di desaturazione dell'acido stearico ad acido oleico.
In generale la somministrazione di semi di piante oleaginose è meno efficace nell'aumentare il contenuto di PUFA, CLA e VA nel latte rispetto all'utilizzo di oli vegetali non protetti, mentre i semi sottoposti a processi di estrusione o, comunque, trattati a caldo, evidenziano un effetto intermedio (Martin *et al.*, 2004). Nel caso dei semi interi, infatti, l'olio in essi contenuto si rende disponibile a livello ruminale in maniera più graduale rispetto al caso in cui venga somministrato tal quale e in forma non protetta e questo comporta una più efficace riduzione dei PUFA. In questi casi, pertanto, si crea un maggior accumulo ruminale di acido stearico che rappresenta l'acido grasso terminale del processo di bio-idrogenazione ruminale dei PUFA. Tali risultati, precedentemente riportati solo per le vacche da latte, sono stati recentemente confermati anche per le capre in lattazione, a seguito dell'introduzione nell'alimentazione di semi di oleaginose come il lino o il girasole e, in alternativa, gli stessi oli non protetti (Chilliard *et al.*, 2003). Tutti i trattamenti hanno indotto un aumento del tenore di grasso del latte (da 3 a 6 g/kg) e gli effetti sul profilo acidico hanno confermato quanto evidenziato sopra, vale a dire che i contenuti nel latte degli acidi grassi quali l'acido linoleico, l'acido linolenico, l'acido vaccenico e l'acido rumenico aumentano in maniera molto evidente usando oli liberi nell'alimen-

tazione delle capre piuttosto che i semi, i quali rendono disponibile l'olio in essi contenuto in maniera più graduale, in seguito alla rottura del pericarpo attraverso la masticazione. Anche l'uso di semi interi di piante proteo-oleaginose come il lupino o la soia fornisce risultati analoghi ai precedenti, seppur più evidenti nel caso della soia.

Molto interessanti sono, inoltre, gli effetti associativi fra il tipo di olio vegetale addizionato alla dieta e la base foraggera della dieta stessa. Ad esempio, a seguito della somministrazione di olio di girasole ad alto acido oleico con diete a base di fieno di prato stabile, il profilo degli acidi grassi del latte risulta differente rispetto a quello che si ottiene con l'integrazione di diete a base di insilato di mais con medesime quantità dello stesso olio. Nel primo caso, infatti, risulta particolarmente evidente l'effetto positivo dell'integrazione sul contenuto di acido oleico e di acido rumenico nel grasso del latte, mentre nel secondo caso sono i contenuti di *trans*, 10 C18:1, di acido stearico e di acido butirrico ad essere incrementati maggiormente. Analogamente, l'olio di lino se associato a silomais, favorisce la sintesi di C4:0 e *trans* 10 C18:1, mentre quando è integrato al fieno di erba medica tende a far aumentare il contenuto in acido rumenico ed in vaccenico del latte. In generale, l'uso di olio di lino induce un aumento generalizzato delle forme *trans* degli acidi grassi mono e polinsaturi a 18 atomi di carbonio, ma l'interazione con la base foraggera fa sì che le proporzioni tra i diversi isomeri cambino a seconda delle vie metaboliche ruminali che vengono più o meno favorite da diete di diversa composizione.

Per incrementare il contenuto nel latte di capra di acidi grassi ω3 quali l' EPA e il DHA (C20:5 e C22:6 rispettivamente), viene solitamente utilizzato l'olio di pesce come integratore della dieta. L'introduzione di tale fonte lipidica in forma protetta nella dieta di capre in lattazione, in ragione del 3% della sostanza secca ingerita, consente, da un lato, un arricchimento del grasso del latte in acidi grassi ω3 e dall'altro di non incrementare la quota dei *trans* C18:1, né influenzare negativamente la produzione di latte o il suo contenuto proteico (Kitessa *et al.*, 2001). Di norma il DHA viene trasferito dalla dieta al latte con una maggior efficienza rispetto all'EPA (3,5 e 7,6 % rispettivamente per EPA e DHA), in quanto il primo, dopo l'assorbimento intestinale, viene veicolato prevalentemente tramite le lipoproteine plasmatiche (VLDL e LDL), mentre il secondo si ritrova esterificato in maggior misura con i fosfolipidi e il colesterolo plasmatici. Poiché il meccanismo di prelievo dei lipidi plasmatici da parte dei tessuti si basa quasi esclusivamente sul turnover delle lipoproteine e degli acidi grassi liberi, il DHA viene prelevato dal plasma con maggior efficienza dalle cellule della ghiandola mammaria e quindi trasferito nel grasso del latte.

Infine, la presenza di foraggio fresco nella razione rappresenta una fonte specifica di sostanze grasse in grado di caratterizzare in maniera molto efficace il grasso del latte. È noto, infatti, che il foraggio fresco, ad esempio, favorisce l'incremento del *cis* 9, *trans* 11 CLA del latte dei ruminanti a causa dell'elevato contenuto di acido linolenico presente nelle piante verdi rispetto al fieno, nel quale i processi ossidativi conseguenti all'azione del taglio e al processo di essiccamento e conservazione riducono in maniera significativa la quota degli acidi grassi polinsaturi. Il tasso di incremento del CLA nel latte di animali al pascolo sembra tuttavia essere variabile in funzione della specie ruminante e della qualità del pascolo stesso. Differenze, infatti, sono state riportate sia per animali di specie diverse alimentate con gli stessi cotici erbosi (Nudda *et al.*, 2003), sia per animali della stessa specie alimentati su pascoli di differente composizione botanica (Secchiari *et al.*, 2004).

Bibliografia

1. Alonso, L., Fontheca, J., Lozada, L., Fraga, M.J., Juarez, M. 1999. J Dairy Sci. 82: 878-884.
2. Antongiovanni M., Secchiari P., Mele M., Buccioni A., Serra A., Ferruzzi G., Rapaccini S., Pistoia A. 2002. Olive oil calcium soaps and rumen protected methionine in the diet of lactating ewes: milk quality. Ital. J. Anim. Sci. 1: 55-63.
3. Baldwin R.L., Smith N.E., Taylor J, and Sharp M. 1980. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. J.Anim. Sci, 51: 1416.
4. Bauchart D, Legay-Carmier F, Doreau M, Gaillard B. 1990. Lipid metabolism of liquid-associated and solid-adherent bacteria in rumen contents of dairy cows offered lipid-supplemented diets. Br. J. Nutr. 63(3): 563-78.
5. Baumgard L.H., Corl B.A., Dwyer D.A, Saebo A., Bauman D.E. 2000. Identification of the conjugated linolei acid isomer that inhibits milk fat synthesis. Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol., 278: R179-R184.
6. Bernard L., Leroux C., Hayes H., Gautier M., Chilliard Y., Martin P. 2001. Characterization of the caprine stearoyl-CoA desaturase gene and its mRNA showing an unusually long 3'-UTR sequence arising from a single exon. Gene. 281: 53-61.
7. Boggs D.L, Bergen W.G., Hawkins D.R. 1987. Effects of tallow supplementation and protein withdrawal on ruminal fermentation, microbial synthesis and site of digestion. J.Anim. Sci, 64: 970-979.
8. Brown-Crowder I.E., Hart S.P., Cameron M., Dsahlu T., Goetsch A.L. 2001. Effects of dietary tallow level on performance of Alpine does in early lactation. Small Rum. Res. 39: 233-241.
9. Cerbulis, J., Parks, O.W., Farrell, J.R. 1982. Composition and distribution of lipid of goats' milk. J. Dairy Sci. 65: 2301-2307.
10. Chalupa W., Rickabaugh B., Kronfeld D.S., Sklan D. 1984. Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. J.Dairy. Sci. 67: 1439.
11. Chilliard Y., Chabosseau J.M., Rouel J., Capitan P., Gominard C., Gaborit P., Juaneda P., Ferlay A. 2002. Interactions between forage nature and sunflower or linseed oil supplementation on goat milk fatty acids of interest for human nutrition. In: J.L. Durans, J.C. Emile, C. Huyghe, G. Lemaire (Eds.), Multifunction Grasslands: quality forages, animal products and landscapes. Proceedings of 19th General Meeting of the European Grassland Federation. La Rochelle, France. Grassland Science in Europe, 7: 548-549.
12. Chilliard Y., Gagliostro G., Flechet J., Lefaivre J., Sebastian I. 1991. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 5. Milk fatty acids and adipose tissue lipogenic activities. J. Dairy Sci. 74: 1844-1854.
13. Chilliard, Y, Bocquier, F. 1993. Effect of fat supplementation on milk yield and composition in dairy goats and ewes. Proc. 5th Int. Symp. "La qualità delle produzioni dei

piccoli ruminanti". Camera Commercio Industria Artigianato Agricoltura di Varese, Italia, 3 Dicembre 1993: 61-68.

14. Chilliard, Y., Ferlay, A., Doreau, M. 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diets on milk fat secretion and composition, expecially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. Livest. Prod. Sci. 70: 30-48.
15. Chilliard, Y., Ferlay, A., Mansbridge, R.M., Doreau, M. 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. Ann. Zoot. 49: 161-192.
16. Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci. 86: 1751-1770.
17. Corl B.A., Chouinard P.Y., Bauman D.E., Dwyer D.A., Griinari J.M., Nurmela K.V. (1998). Conjugated linoleic acid in milk fat of dairy cows originate in part by endogenous synthesis from trans-11 octadecenoic acid. J. Dairy Sci. 82: 2737-2745.
18. Czerkawski J.W. 1984. Microbial fermentation in the rumen. Proc. Nutr. Soc. 43(2): 101-18.
19. Fay J.P., Jakober K.D., Cheng K.J., Costerton J.W. 1990. Esterase activity of pure cultures of rumen bacteria as expessed by the hydrolisis of p-nitrophenylpalmitate. Can. J. Microb. 36: 585.
20. Fontecha, J.,Rios, J.J., Lozada, L., Fraga, M.J., Juarez, M. 2000. Composition of goat's milk fat triglycerides analysed by silver ion adsorption-TLC and GC-MS. Int. Dairy J. 10: 119-128.
21. Griinari J.M., Bauman, D.E. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: M.P. Yurawecz, M.M.Mossoba, J.K. G.Kramer, M.W. Pariza and G.J.Nelson (Ed.) Advances in Conjugated Linoleic Acid Research, vol 1. pp. 180-200. AOCS Press, Champaign, IL.
22. Griinari J.M., Dwyer D.A, McGuire M.A., Bauman, D.E., Palmquist D.L. Nurmela K.V.V.(1998). Trans-ottadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. J. Dairy Sci, 81: 1251-1261.
23. Gulati, S.K., Byers, E.B., Byers, Y.G., Ashes, J.R., Scott, T.W. 1997. Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. Anim. Feed Sci. Tech. 66: 159-164.
24. Ha, J.K., Lindsay, R.C. 1993. Release of volatile branched-chain and other fatty acids from ruminal milk fats by various lipases. J. Dairy Sci. 76: 677-690.
25. Hadjipanayiotou M. 1999. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friresian cows. Livest. Prod. Sci. 59: 61-66.
26. Harfoot C.G. 1978. Lipid metabolism in the rumen. Prog. Lipid Res. 17: 21-54.
27. Harfoot C.G., Hazlewood G.P. 1988 Lipid metabolism in the rumen. In: The Rumen Microbiol Ecosystem ed. P N Hobson. Elsevier, London, 285-322.
28. Harfoot C.G., Noble R.C., Moore J.H. 1973. Factors influencing the extent of biohydrogenation of linoleic acid by rumen microrganism in vitro. J.Food Agric. 24:961.

29. Ikwuegbu O.A., Sutton J.D. 1982. The effect of varing the ammount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. Brit. J. Nutr. 48: 365-375.

30. Jahreis G., Fritsche J., Kraft J. 1999. Species-dependent, seasonal, and dietary variation of conjugated linoleic acid in milk. In Advances in Conjugated Linoleic Acid Research, Vol. 1. M.P. Yurawecz, M. M. Mossoba, J. K. G. Kramer, M. W. Pariza, and G. J. Nelson (eds.). Champaign, IL, AOCS Press., 215–225.

31. Jenkins T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. 76: 3851-3863.

32. Jenkins T.C. 1994. Regulation of lipid metabolism in the rumen. J. Nutr. 124: 1372S-1376S.

33. Jenkins T.C., Palmquist D.L. 1984. Effect of fatty acids and calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. J. Dairy Sci. 67: 978-984.

34. Jesse B.W., Solomon R.K., Baldwin R.L. 1992. Palmitate metabolism by isolated sheep rumen epithelial cells. J. Anim. Sci. 70: 2235-2242.

35. Kepler C.R., Hirons K.I., McNeill P.H., Tove S.B. 1967. Intermediates and products of biohydrogenation of linoleic acid by Butyrivibrio fibrisolvens. J. Biol. Chem. 241: 1350-1354.

36. Kinsella J.E.1972. Stearoyl-CoA as a precursor of oleic acid and glycerolipids in mammary microsomes from lactating bovine: possible regulatory step in milk triglyceride synthesis. Lipids 7: 349-355.

37. Kitessa, S.M., Gulati, S.K., Ashes, J.R., Fleck, E., Scott, T.W., Nichols, P.D. 2001. Utilisation of fish oil in ruminants II. Transfer of fish oil fatty acids into goats' milk. Anim. Feed Sci. Tech. 89: 201-208.

38. Kramer J.K.G., Sehat N., Dugan M.E.R., Mossoba M.M., Yurawecz M., Roach J.A.G., Eulitz K., Aalhus J., Schaefer A., Ku Y. 1998. Distribution of conjugated linoleic acid (CLA) isomers in tissue lipid classes of pigs fed a commercial CLA mixture determinated by gas chromatography and silver ion high performance liquid chromatography. Lipids 33: 549-556.

39. Lu C.D. 1993. Implication of feeding isoenergetic diets containing aniaml fat on milk comnposition of Alpine does during early lactation. J. Dairy Sci. 76: 1137-1147.

40. Martin B., Fedele V., Ferlay A., Groleir P., Rock E., Gruffat D., Chilliard Y. 2004. Effects of grass based diets on the content of micronutrients and fatty acids in bovine and caprine dairy products. In A. Luscher, B. Jeangros, W. Kessler, O Huguenin, M. Lobsiger, N. Millar, D. Suter (Eds.), Land use systems in grassland dominated regions. Proceedings of 20th General Meeting of the European Grassland Federation. Luzerne, Switzerland. Grassland Science in Europe, 9: 876-886.

41. Massart-Leen, A.M., De Pooter, H., Decloedt, M., Schamp, N. 1981. Composition and variability of the branchedchain fatty acid fraction in the milk of goats and cows. Lipids. 16: 286-292.

42. McDonald, I.W., Scott, T.W. 1977. Food of ruminant origin with elevated content of polyunsaturated fatty acids. World Rev. Nutr. Dietetics. 26: 144-207.

43. Mir, Z., Goonewardene, L.A., Okine, E.,. Jaegar, S., Scheer, H.D. 1999. Effect of feeding canolaoil on constituens, conjugated linoleic acid and long chain fatty acids in goat milk. Small Rum. Res. 33: 137-143.

44. Moore J.H., Noble R.C., Steele W., Czerkawski. 1969. Difference in the metabolism of esterified and unesterified linoleic acid by rumen microrganism. Brit. J. Nutr. 23: 869.

45. Morand-Fehr, P. Bas, P., Sauvant, D., Hervieu, Chilliard, Y. 1984a. Utilisation des matières grasses chez le ruminants. Experiences sur le chèvres laitieres. Pages D1-D21 in CAAAA: Peut-on et comment utiliser le matières grasses dans les rations des vaches laitières. Nov 8, ADEPRINA, Paris, France.

46. Morand-Fehr, Sauvant, D., P. Bas, P. 1984b. Effet de la fraction grasse des graines de soja sur le performances des chèvres laitières. 35th Annual meeting of the EAAP. The Hague The Netherlands.

47. Ntambi J.M.1995. The regulation of stearoyl-Coa desaturase (SCD). Prog. Lipid Res. 34: 139-150.

48. Nudda A., Mele M., Battacone G., Usai M.G., Macciotta N.P.P. 2003. Comparison of conjugated linoleic acid (CLA) content in milk of ewes and goats with the same dietary regimen. Ital. J. Anim. Sci. (Suppl. 1): 515-517.

49. Palmquist D.L., Jenkins T.C. 1980 Fat in lactation rations: review. J. Dairy Sci 63: 1-14.

50. Patton, S.C, Stemberger, B.H., Knudson, C.M. 1977.The suppression of milk fat globule secretion by colchicine: an effect coupled to inhibition of exocytosis. Biochim. Bioph. Acta. 499: 404-407.

51. Ramos, M., Juarez, M. 1986.Chromatographic, electrophoretic and immunological methods for detecting mixtures of milks from different species. Pages 175-187 in IDF Doc. 202. Int. Dairy Fed, Bruxelles, Belgium.

52. Rapetti L., Crovetto G.M., Galassi G., Sandrucci A., Succi G., Tamburini A., Battelli G. 2002. Effect of maize, rumen-protected fat and whey permeateon energy utilization and milk fat composition in lactating goats. Ial. J. Anim. Sci. 1: 43-53.

53. Sanz-Sampelayo M.R., Perez L., Martin Alonso J.J., Amigo L., Boza J. 2002. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina goats. Part II. Milk production and composition. Small Rum. Res. 43: 141-148.

54. Secchiari P., Antongiovanni M., Mele M., Serra A., Buccioni A., Ferruzzi G., Paoletti F., Petacchi F. 2003. Effect of kind of dietary fat on quality of milk fat from italian friesian cows. Liv. Prod. Sci. 83: 43-52.

55. Secchiari P., Mele M., Serra A., Casarosa L., Andreotti L. 2004.Effetti del pascolo sul contenuto di CLA e di acido vaccenico nel latte, nel formaggio e nella ricotta di pecore di razza Sarda. Atti 16° Congresso Nazionale SIPAOC, Siena, Italia.324.

56. Storry J.E., Brumby P.E., Hall A.J., Johnson V.W. 1974. Responses in rumen fermentation and milk fat secretion in cows reciving low-rougage diets supplemented protected tallow. J. Dairy Res, 41:165.

57. Taniguchi, M., Utsugi, T., Oyama, K., Mannen, H., Kobayashi, M., Tanabe, Y., Ogino, A., Tsuji, S. 2003. Genotype of Stearoyl-Coa Desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese black cattle. Mamm. Gen. Gen. Phen. 14: 142-148.

58. Teh T.H., Trung L.T., Jia Z.H., Gipson T.A. 1994. Varying amounts of rumen inert fat for high producing goats in early lactation. J. Dairy Sci. 77: 253-258.

59. Ulberth F., Henninger M. 1994. Quantification of trans fatty acids in milk fat using spettroscopic and chromatographic methods. J. Dairy Res. 61: 517-527.

60. Viviani R. 1970. Metabolism of long chain fatty acids in the rumen. Adv. Lipid Res. 8:267.

61. Ward R..J., Travers M.T., Richards S.E., Vernon R.G., Salter A.M., Buttery P.J., Barber M.C. 1998. Stearoyl-CoA desaturase mRNA is described from a single gene in the ovine genome. Biochim. Biophys. Acta 1391: 145-156.

62. Yurawecz M.P., Roach J.A.G., Sehat N., Mossoba M.M., Kramer G., Fritsche J., Steinhart H., Ku Y. 1998. A new conjugated linoleic acid isomers, 7 trans, 9 cis-octadecadienoic acid, in cow milk, cheese, beef and human milk and adipose tissue. Lipids 33: 803-809.

Capitolo 4

LA COMPONENTE PROTEICA DEL LATTE CAPRINO

Gian Franco Greppi[1-2-3] e **Paola Roncada**[2-3]
[1]*Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie, Facoltà di Medicina Veterinaria – Università di Milano*
[2]*Istituto Sperimentale Italiano "Lazzaro Spallanzani"- Milano*
[3]*Lea BioTech S.r.l.-Milano*

4.1. Introduzione

Il latte è un fluido biologico complesso prodotto dalla ghiandola mammaria che assolve tre principali funzioni: nutrizionale, immunitaria e fisiologica. Negli ultimi 2-3 anni la ricerca si è orientatata alla valorizzazione degli aspetti fisiologici del latte; conseguentemente l'industria di trasformazione, anche sulla spinta delle richieste dei consumatori ha iniziato a commercializzare dei latti definiti di alta qualità e con particolari caratteristiche nutrizionali-dietetiche. Nei paesi industrializzati le proteine del latte rappresentano il 30% degli apporti proteici della dieta ed il 75% del calcio (Chiba e Yoshikawa 1986, Freier *et al.,* 1969, Meisel 1993a, Morand-Fehr 1996, Reinert e Fabre 1996, Restani *et al.,* 1999, Spuergin *et al.,* 1997, Taiz e Armitage 1984).
Un numero considerevole di ricerche di tipo epidemiologico sono state condotte per verificare l'influenza del consumo del latte vaccino sulla salute ed in particolare sullo sviluppo del cancro; i dati disponibili sono equivoci e questo è dovuto alla complessa interazione delle componenti presenti nel latte: sembra comunque esistere una relazione lineare tra apporti calorici e cancro e consumo di latte ricco in grassi (Attaie e Richter 2000). Peraltro nel latte sono contenute componenti lipidiche conosciute come agenti anticarcinogenetici (Parodi 1997). Il Word Cancer Research Fund conclude che le componenti lipidiche presenti nel latte e prodotti derivati aumentano il rischio solo per il cancro a livello renale e prostatico (WCRF 1997). Il latte di capra da questo punto di vista è stato oggetto di diverse indagini e ricerche di tipo epidemiologico che hanno reso questo alimento decisamente interessante non solo dal punto di vista nutrizionale ma anche per la presenza di componenti minori di interesse

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media® , Bologna, 2005: 71-99

farmacologico. Il latte caprino ha dovuto far dimenticare la prima esperienza negativa del 1910 (Michel 1910) dove venivano impiegati latti di capra e latti di asina per l'alimentazione infantile; le non buone caratteristiche microbiologiche dei latti caprini impiegati nella sperimentazione portarono alla morte una percentuale elevata di soggetti; da quel momento e per mezzo secolo l'impiego di latte caprino alimentare è sempre stato sconsigliato per uso alimentare; dagli anni '80 si inverte la tendenza e si susseguono le segnalazioni sull'impiego del latte di capra nell'alimentazione umana (Albertini *et al.*, 1999, Awiatlo *et al.*, 1990, Birkbeck 1984, Darnthon *et al.*, 1985, Domeniconi e Blazola 1980, Houdebine 1995, Mac Donald 1995, Parry 1984, Park 1991).

4.2. Caratteristiche biochimiche

Per parlare del latte dobbiamo sempre considerare la specificità del prodotto in relazione all'ambiente e alla specie che lo ha prodotto. Esiste infatti una relazione lineare tra quantità di proteine prodotte nel latte e il logaritmo del peso corporeo della madre che indica come in alcuni mammiferi la madre ha una "produzione" forse insufficiente per il nuovo nato (Figura 4.1).
Si deve considerare che attualmente sono classificate 4027 specie di mammiferi e la composizione del latte è stata studiata in solo 200 Specie e in 60 specie il numero di campioni analizzati risulta inferiore a 10 (Jenness 1974, 1980). Si

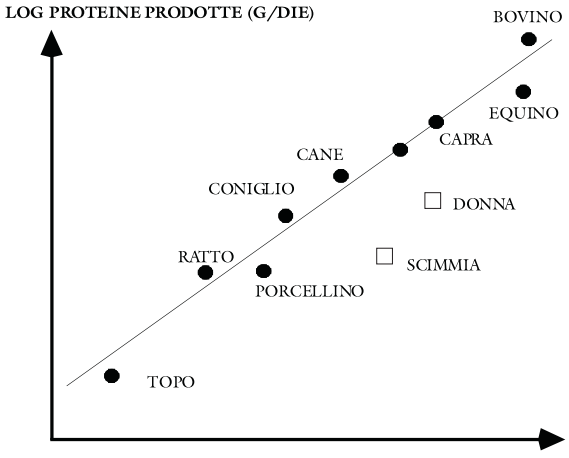


Figura 4.1 - Relazione tra il peso corporeo e proteine prodotte nei mammiferi (scala logaritmica).

osservano all'interno della specie notevoli diversità nella % di proteine, differenze che possono essere prodotte da un differente corredo genetico e da una risposta ambientale differente del genotipo. Un elevato numero di ricerche scientifiche sugli aspetti qualitativi delle proteine del latte ha dimostrato come il contenuto proteico del latte in oltre 200 specie di mammiferi vari dall'1% al 20%. Nel suo insieme il latte è un sistema colloidale eterogeneo dove nell'acqua sono disciolti i sali minerali, il lattosio ed alcune proteine del siero, che rappresentano la fase continua, mentre le micelle caseiniche costituiscono la fase dispersa. Il grasso è presente come piccoli globuli in emulsione le cui membrane sono formate prevalentemente da un complesso di fosfolipidi e proteine.
La composizione e le caratteristiche biochimiche del latte variano da Specie a Specie, riflettendo i fabbisogni alimentari del neonato (Davis e Collier 1983, Jennes 1979, Jennes *et* Sloan 1970, Targowski 1983).

Per molto tempo il latte è stato studiato come alimento per gli adulti e in particolare per i neonati, in questa rassegna riportiamo la descrizione classica del latte caprino come fornitore di proteine ed aminoacidi (Tabelle 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Tabella 4.1 - Composizione del latte delle differenti specie (g/L).

	Proteine	**Lipidi**	**Lattosio**
Primati			
- Uomo	9-15	38-41	70-72
- Scimmia	16	40	70
Roditori			
- Ratto	81	88	38
Ruminati			
- Capra	29-31	35-45	41-44
- Bovino	32-34	37-39	48
Cetacei			
- Delfino	68	330	11
- Balena	109	423	13

Nell'ultimo decennio il latte è stato considerato come un trasportatore di messaggi o più semplicemente come "carrier of message to nursing infant" (Teschemacher *et al.,* 1995), validi anche per gli adulti. Nel passato rare e sporadiche erano le segnalazioni sulla presenza di neurotrasmettitori o sostanze ormonali nel latte (Blanc 1982); negli ultimi anni al contrario centinaia sono i lavori che segnalano la

presenza di prolattina, melatonina, ossitocina, ormone della crescita, LHRH, TSH e VIP, calcitonina, neurotensina, colecistochinina tanto da indicare il latte come sistema endocrino esogeno per il neonato (Mackle e Barman 1998). Dobbiamo considerare queste sostanze ormonali come dei semplici "passeggeri" che utilizzano il latte per raggiungere l'organo target (Choick 1998).

Tabella 4.2 - Composizione del latte umano, vaccino e caprino.

Contenuto in g/L	Latte umano	Latte vaccino	Latte caprino
Acqua %	87,6	87,3	87,5
Residuo secco	11,7	12,5	13,6
Ceneri	2,0	8,0	8,9
Proteine Totali	10	34	33
Glucidi	70	48	51
Lipidi Totali	38	37	29
Azoto non proteico	3,2	2,5	3,2
Ca (mg)	33	125	124
P (mg)	15	96	105

Tabella 4.3 - Composizione delle frazioni proteiche del latte umano, del latte vaccino e del latte caprino.

Contenuto in g/L	Latte umano	Latte vaccino	Latte caprino
Proteine Totali	9-15	32-34	28-32
Caseine	2,0-2,5	26-37	22-28
αs_1-caseina	-	11-15	10
αs_2-caseina	-	3-4	3
β-caseina	1,5	9-11	11
κ-caseina	0,5	2-4	4
Siero proteine	6,3	5,8-6,5	5,5-6,5
α-lattoalbumina	1,9-2,6	0,6-1,5	1,2
β-lattoglobulina	-	3-4	3,1
Albumina serica	0,4	0,4	0,5
Immunoglobuline	1,1	1,0	1,0
Lattoferrina	1,7-2	0,1	0,02-0,2
Lisozima	0,04-0,2		

In parallelo le conoscenze sulle proteine nel latte sono enormemente aumentate come è stato individuato il significato funzionale di alcune caseine e proteine seriche; di particolare interesse si sono dimostrati i biopetidi presenti come sequenza nelle proteine alimentari. Questi peptidi sono inattivi quando sono

presenti nella proteina nativa, vengono rilasciati da una proteolisi enzimatica, ad esempio durante la digestione gastrica o anche semplicemente durante il trattamento tecnologico. Sin dagli anni '80 diversi Autori hanno descritto biopeptidi attivi derivati dalle proteine del latte, e in contrasto con i biopeptidi endogeni hanno da subito manifestato molteplici funzioni biologiche (Yoshikawa *et al.,* 1988). Il latte ha acquisito una nuova valenza anche in termini nutrizionali e le esigenze degli atleti hanno riconfermato la necessità di un consumo elevato di proteine ad alto valore biologico per mantenere un bilancio azotato positivo nelle fasi di allenamento accompagnate da un aumento della massa muscolare (Figura 4.2). In questi casi i fabbisogni proteici aumentano da due a tre volte rispetto al normale fabbisogno, e in questi casi il rischio di un affaticamento renale per gli elevati livelli proteici è frequente; le proteine sono per questi soggetti necessarie anche per riparare le lesioni muscolari dopo l'esercizio. Le conseguenze della intensa attività fisica sono da ricercarsi oltre al rischio di carenze, nella formazione di radicali liberi che possono portare anche a deficienze di tipo immunologico, negli sforzi di tipo aerobico si può avere una carenza di ferro che limita le performances; supplementazioni di ferro possono produrre effetti indesiderabili. In queste situazioni il latte di capra può rappresentare un valido sussidio (Domeniconi e Blazola 1980, Swatlo *et al.,* 1990).
Nel latte sono presenti due principali frazioni proteiche, quella caseinica che risulta preponderante e quella sierica (Law e Brown 1994). Il contenuto quali-quantitativo delle diverse frazioni può dipendere da molteplici fattori: fisiologici (alimentazione, stadio della lattazione, ordine di lattazione), ambientali (clima, igiene) e genetici come la razza, la genealogia e nutrizionali (Polidori *et al.,* 1991). Più precisamente, sono presenti sei principali proteine, quattro caseine (αs_1, αs_2, β e κ) e

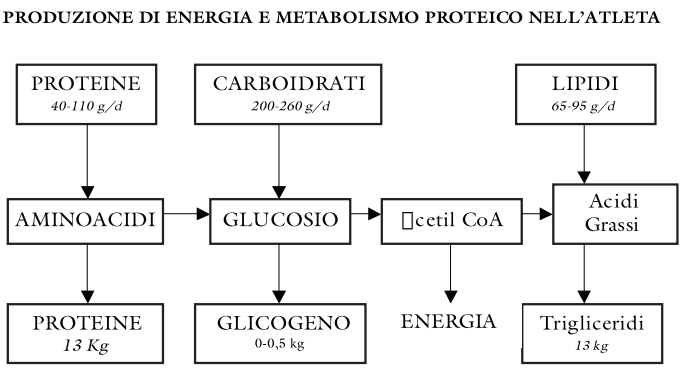


Figura 4.2 - Schema di metabolismo negli atleti.

due sieroproteine la β-Lattoglobulina e l'α-Lattoalbumina (Perez e Calvo 1995). La frazione proteica del latte caprino, analogamente a quella di altri ruminanti di interesse zootecnico, è costituita prevalentemente dalle caseine che rappresentano circa l'80% delle proteine totali (Ambrosoli *et al.,* 1988).
Analizziamo in dettaglio le caratteristiche delle principali proteine del latte considerando alcuni aspetti: le proteine contenute in maggior quantità nel latte dei ruminanti sono le tre caseine (αs_1, αs_2, β) sensibili al calcio. La caseina è una proteina globulare presente nel latte in dispersione colloidale, sotto forma di micelle. È caratterizzata dall'avere una parte idrofobica e una parte idrofilica polare carica; le regioni anioniche della zona polare sono responsabili della sensibilità al Ca^{++} e di alcune proprietà fisico-chimiche di questa proteina (Jaubert *et al.,* 1999). Le micelle sono costituite da una frazione proteica e da una componente minerale (calcio, fosfato). Le caseine sono essenzialmente un gruppo di fosfoproteine specifiche del latte, che precipitano quando il latte viene acidificato a pH a 4,6-4,7 a 20 °C, o per trattamento enzimatico (chimosina) o per centrifugazione ad alta velocità. Sotto il profilo chimico, le caseine risultano ricche in prolina, acido glutammico e glutammina, mentre sono povere in glicina e acido aspartico.

Tabella 4.4 - Composizione aminoacidica delle proteine del latte umano, del latte vaccino e del latte caprino.

Contenuto in mg/g Proteina	**Latte umano**	**Latte vaccino**	**Latte caprino**
Proteine Totali	9-15	32-34	28-32
Aminoacidi Indispensabili			
Cisteina	20	9	9
Fenilalanina	37	52	47
Isoleucina	53	64	48
Istidina	23	28	26
Leucina	104	100	96
Lisina	71	83	80
Metionina	16	27	25
Tirosina	46	53	38
Treonina	44	51	49
Triptofano	17	14	
Valina	51	68	61
Aminoacidi non Indispensabili			
Ac. Aspartico	86	79	75
Ac. Glutammico	190	208	209
Alanina	40	35	34
Arginina	36	37	29
Glicina	22	21	18
Prolina	95	101	106
Serina	61	56	49

Le caseine sono inoltre relativamente idrofobiche e, sotto le condizioni ioniche esistenti nel latte, si associano fortemente in modo da presentarsi in forma colloidale (micelle). Perché le caseine diventino una fonte nutrizionale amminoacidica occorre che un notevole quantitativo di calcio e fosforo le renda trasportabili nel latte in forma stabile. La biosintesi della caseina avviene a livello cellulare sotto l'influsso di agenti esterni come ad esempio gli ormoni (Figura 3 e Figura 4.3 e 4.4).

4.3. Polimorfismi

Gli studi sul polimorfismo delle proteine sono iniziati nel 1955 grazie ai lavori di Aschaffebburg e Drewry che per primi misero in rilievo la presenza di due varianti di β lattoglobulina nel latte bovino. Da quel momento sono stati individuati molti altri polimorfismi sia nelle caseine che nelle proteine della frazione serica. Nell'ultimo decennio una caratterizzazione molecolare e biochimica è stata fatta per orientare sia il miglioramento genetico degli animali che per migliorare le caratteristiche del latte; per maggiori approfondimenti si rimanda alle rassegne di Moioli *et al.* (1998) e di Ng Kwai-Hang (1998). Diverse varianti delle proteine sono state segnalate essere associate con differenze di tipo qualitativo nel contenuto di caseina o di siero proteine nonché in quelle proprietà fisico chimiche del latte che lo rendono più o meno adatto alla caseificazione.

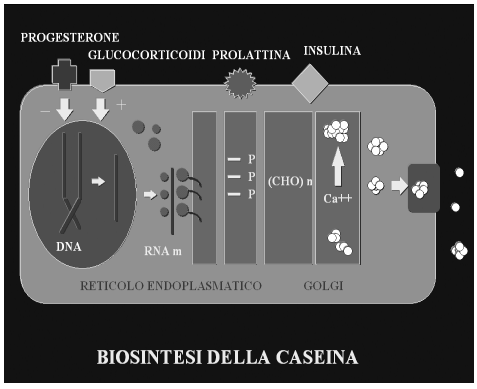


Figura 4.3 - Biosintesi della caseina.

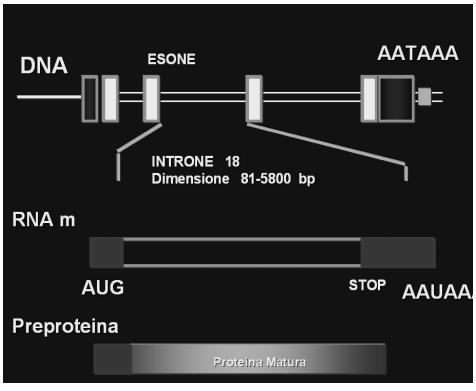


Figura 4.4 - Aspetti molecolari della biosintesi.

Negli ultimi 20 anni i metodi elettroforetici (Figura 4.5) sono stati ampiamente adottati al fine di individuare le varianti genetiche delle proteine. La

base molecolare dei polimorfismi per le proteine del latte è la sostituzione o l'eliminazione di aminoacidi nella catena proteica (Tabella 4.5.) (Martin, 1993; Martin *et al.,* 1998, Russo *et al.,* 1981, Russo *et al.,* 1986). Alleli associati con ridotta sintesi di proteine sono stati riportati da molti Autori (si rimanda alla rassegna di Valentine, 1998, per approfondimenti sugli aspetti strettamente molecolari). Tali modificazioni portano a cambiamenti nelle proprietà fisico chimiche come le cariche, l'idrofobicità di superficie, le dimensioni e la forma della molecola (Addeo *et al.,* 1987, 1989, Brignon *et al.,* 1989, Dall'Olio 1988, 1989, Di Gregorio *et al.,* 1989, Grosclaude *et al.,* 1987, Russo *et al.,* 1981,1986). Tali modificazioni sono state individuate con l'impiego delle tecniche elettroforetiche e cromatografiche (Addeo *et al.,* 1988). Ciascuna frazione proteica presenta varianti genetiche diverse (Mercier e Villote 1993). Queste differenze, che possono modificare profondamente le caratteristiche della molecola, interessano la struttura primaria della proteina. I rapporti fra le varie frazioni proteiche possono variare e questi cambiamenti sono regolati dai geni strutturali (Parma *et al.,* 1999, Rando *et al.,* 2000). Ciascuno dei 4 diversi tipi di caseina è caratterizzato dall'essere polimorfico e pertanto sono individuabili varianti genetiche diverse. Il polimorfismo può essere attribuibile a due ordini di fattori: variazioni genetiche oppure modificazioni post-traslazionali, dovute a una diversa localizzazione nella sequenza amminoacidica della struttura primaria dei siti di fosforilazione e di glicosilazione (Bouniol *et al.,* 1993, 1994, Ramunno *et al.,* 1994, Klose 1999). In elettroforesi l'eterogeneità intrinseca delle frazioni caseiniche è il risultato della presenza, nelle proteine, di siti incompletamente fosforilati e glicosilati (Bevilaqua *et al.*, 2002, Martin 1993, Ramunno *et al.,* 2004).

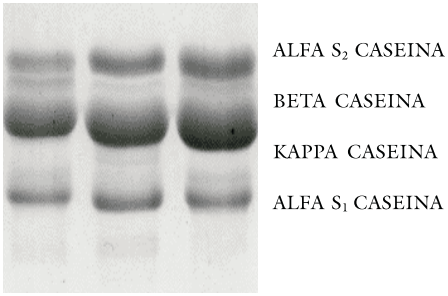


Figura 4.5 - SDS Page.

Le caseine αs_1 e le αs_2 differiscono per il loro contenuto in gruppi fosforici mentre la k caseina per il suo contenuto in gruppi glucidici e fosforici (Boulanger *et al.*, 1984, Iametti *et al.,* 1996, Leuroux *et al.,* 1992). L'eterogeneità della β-caseina deriva dalla saturazione incompleta di siti di fosforilazione (Chianese *et al.,* 1993).

Le analisi più approfondite sul polimorfismo delle caseine di capra hanno interessato l'αs_1-caseina (Bouniol *et al.,* 1993, Chianese *et al.,* 1996, Feligini *et al.,* 1995, 1996, Jansa Perez *et al.,* 1994, Iametti *et al.*, 2000, Martin *et al.,* 1999, Pena *et al.,* 1998, Remeuf *et al.*, 1993, 1995). Il gene che codifica per questa frazione è un esempio di gene a "effetto maggiore" a causa della presenza di alleli che determinano notevoli differenze quantitative nel contenuto di tale proteina nel latte (Parson *et* Heflick 1997). A livello cromosomiale è stata scoperta l'esistenza di sette alleli associati alla codificazione di diverse quantità di αs_1 caseina nel latte: αs_1-Cn A, αs_1-Cn B e αs_1-Cn C, chiamati "alleli forti" perché associati ad una produzione di 3,6 g/l per allele, αs_1-Cn E chiamato "allele medio" perché associato ad una produzione di1,6 g/l per allele, αs_1-Cn D ed αs_1-Cn F chiamati "alleli deboli" perché associati ad una produzione di 0,6 g/l per allele, αs_1-Cn 0 sembra essere un "allele nullo", cioè che in forma omozigotica non sintetizza alcun tipo di caseina (Brignon *et al.,* 1990, Pierre *et al.,* 1998). Pertanto, considerando gli individui omozigoti AA, EE, FF e OO, questi produrranno un latte contenente rispettivamente 7,2g/l, 3,2g/l, 1,2g/l e 0 g/l di caseina αs_1 (Tabelle 4.6 e 4.7). Nelle figure 4.6, 4.7, 4.8, e 4.9 sono riportate immagini delle principali tecniche elettroforetiche impiegate nell'analisi del profilo proteico caprino (Cattaneo *et al.,* 1996, Bini e Roncada 1999, Jaubert e Martin 1992, Murakai *et al.,* 1998, Recio *et al.,* 1997, Roncada e Greppi 1999).

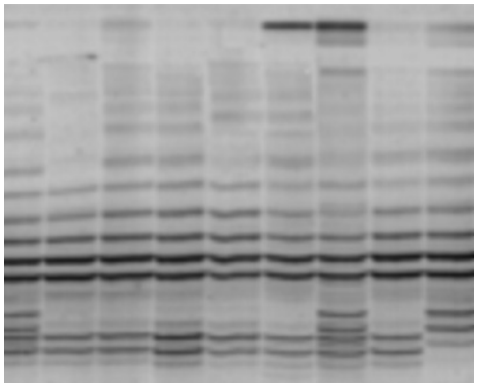


Figura 4.6 - Analisi IEF di caseine di latte caprini (in basso varianti di αs_1).

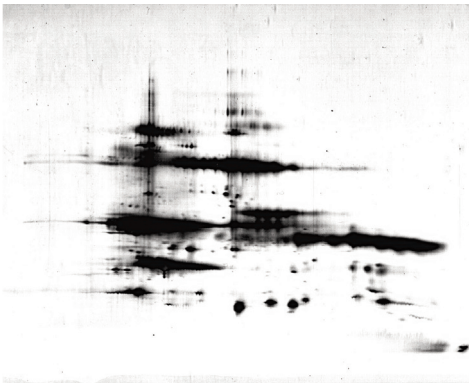


Figura 4.7 - Elettroforetogramma di colostro caprino in Elettroforesi bidimensionale.

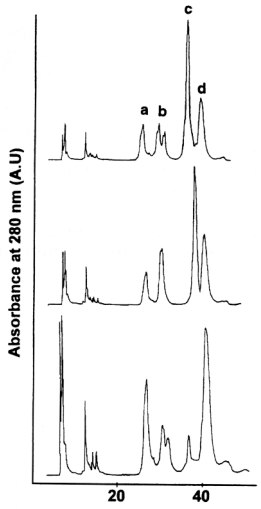


Figura 4.8 - RP-HPLC Cromatogrammi di caseine con differente varianti αs_1 caseine Varianti B A ed F a = k caseina, b =αs_2 caseina e c=β-caseina.

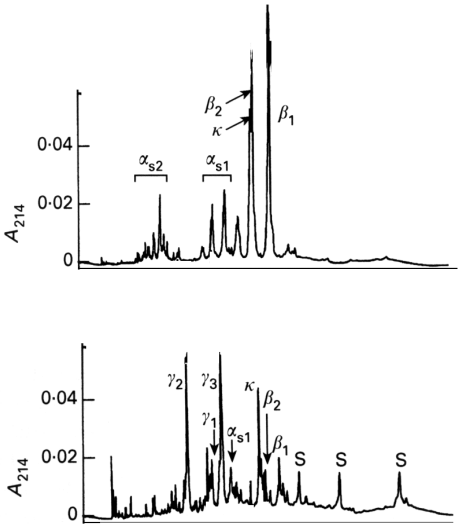


Figura 4.9 - Elettroforesi capillare di latte di capra a, nel tracciato b latte di capra trattato con plasmina, con la lettera s sono indicati i peptidi della caseina.

I latti con genotipo forte al locus αs_1-caseina si caratterizzano per specifiche proprietà di trasformazione casearia.

a. Il contenuto di Ca totale più elevato, si ha quindi una maggiore attitudine alla coagulazione enzimatica·

b. Il diametro delle micelle caseiniche è inferiore, quindi la consistenza del coagulo è più elevata.

c. Il periodo di attivazione del processo di coagulazione, cioè il tempo che intercorre fra l'aggiunta del caglio e l'indurimento del coagulo, è più basso rispetto a quello di latti di tipo nullo.

d. La velocità di formazione del coagulo è più alta ed il coagulo ottenuto risulta più consistente rispetto a quello che si forma con latti di tipo nullo.

Tabella 4.5 - Varianti genetiche delle proteine del latte.

Proteina	Variante	Posizione dell'aminoacido			
αs_1-caseina		14-26	53	59	192
	A	Mancano			
	B		Ala	Gln	Glu
	C			Gly	
	D		Thr		
	E		Lys	Gly	
αs_2-caseina		33-47	50-58	130	
	A	Glu	Ala	Thr	
	B				
	C	Gly	Thr	Ile	
	D	Mancano			

Tabella 4.6 - Contenuto di caseine individuali (%) per tipo genetico.

Caseine	αs_1	αs_2	β	κ	Altro
Medio	28,35 a	0,62 a	53,74 b	15,76	1,62 a
Debole	5,20 b	23,16 b	49,01 a	19,15	3,92 b
Nullo	1,61 c	23,98 b	52,87 b	17,07	4,46 b

Tabella 4.7 - Contenuto delle maggiori frazioni sieriche (%) per tipo genetico.

Sieroproteine	β-Lg	α-La	SA	Lf	Altro
Medio	43,8	21,8	9,0	2,6	22,8
Debole	45,8	23,3	7,7	1,5	21,7
Nullo	50,0	23,1	7,0	1,5	18,4

Le differenze quantitative tra le varianti genetiche delle singole proteine (Bramanti *et al.*, 2003, Di Luccia *et al.,* 1990, Enne *et al.,* 1997, Grousclaude e Martin 1997, Noè 1995, Lambert *et al.,* 1996), pur essendo quasi sempre molto piccole, possono influire in maniera diretta o indiretta sulle proprietà tecnologiche e nutritive del latte, come evidenziato da alcuni studi sulla caseificazione (Addeo *et al.,* 1989, Ambrosoli *et al.,* 1988, Buchin *et al.,* 1998, Clark e Sherbon 2000, Delacroix *et al.,* 1996, Dumond 1993, Heil *et al.,* 1993, Pirisi *et al.,* 1994, Remeuf 1993, Trujillo *et al.,* 1998, Vassal 1994). Nella tabella 8 sono riportate le principali ricerche sui polimorfismi delle caseine caprine.

Tabella 4.8 - Frequenze alleliche al locus as1 Cn nelle diverse razze caprine.

Razza	Paese	Oss.	Anno	Autore	A	B	C	D	E	F	0
Alpina	F	213	1991	1	14	5	1		34	41	5
Alpina	IT	38	1994	6	3	26	1	5	42	10	8
Alpina	IT	40	1994	4							23
Alpina	IT	80	1991	2	-	-	-	-	35	59	6
Alpina	IT	26	1995	3	13	15	-	-	9	40	21
Alpina	IT	113	1995	7	11	29	-	-	16	14	30
Bionda A.	IT	85	1996	3	1	3	-	-	5	33	58
Canaria	E	74	1991	9	28	32	-	-	20	-	20
Corsa	F	106	1989	8	6	13	-	-	14	59	8
Frisa	IT	36	1995	3	-	3	-	-	5	37	55
Garganica	IT	48	1994	6	39	41	5	4	-	-	-
Garganica	IT	54	1991	2	61	----	37	----	-	2	-
Granadina	E	77	1991	9	8	25	-	-	62	5	-
Malaguena	E	56	1991	9	-	25	-	-	70	5	-
Inc. Maltese	IT	177	1995	3	21	38	-	-	4	11	27
Maltese	IT	81	1991	2	33	---	28	----	-	11	27
Maltese	IT	372	1994	6	46	16	1	-	5	14	3
Inc. Sarda	IT	181	1995	3	20	53	-	-	5	14	8
Ionica	IT	77	1994	6	39	27	8	-	5	1	4
Marocch	M	82	1995	3	21	52	4	-	9	7	6
Orobica	IT	70	1995	7	4	-	-	-	2	47	45
Payoya	E	39	1991	9	4	14	-	-	82	-	-
Poitevine	F	209	1989	8	5	35	-	-	45	14	-
Rove	F	147	1989	8	12	5	-	-	62	10	11
Saanen	F	159	1991	1	7	6	-----0,3	-	49	46	-
Saanen	IT	70	1991	2	5	35	--	-	45	14	-
Saanen	IT	50	1995	3	10	8		-	18	10	54
Potevine	F	302	1995	5	4	36		-	-	43	9
Sarda	IT	115	1995	3	11	59		-	-	7	14
Siriana	IT	241	1994	6	50	17		-	-	6	16
Tunisine	T	86	1995	3	31	41	1	-	5	5	17
Verzaschesi	IT	57	1995	3	4	34	-	-	-	7	48
Verzaschesi	IT	54	1999	3	3	30	-	2	5	49	11

[1] Grosclaude *et al.*; [2] Ramunno *et al.*; [3] Feligini *et al.*; [4] Caroli *et al.*; [5] Ricordeau *et al.*; [6] Chianese *et al.*; [7] Meggiolaro *et al.*; [8] Mahé *et al.*; [9] Giordana *et al.*

Fra le diverse caseine, su tracciato elettroforetico in gel di poliacrilamide, la β-caseina risulta essere quella quantitativamente predominante, dando origine a due bande, b_1 e b_2. Le due molecole proteiche differiscono tra loro perché presentano rispettivamente 6 e 5 gruppi fosforilati (Galliano *et al.,* 2004).
Alcuni studi recenti hanno confermato che, per quanto riguarda le razze italiane, esiste un allele β–nullo associato all'allele αs_1-Cn A (Cosenza *et al.,* 2003, Ramunno *et al.,* 1995). Questo allele β-nullo diminuisce il contenuto di β-caseina, ma è associato con un aumento di caseina αs_1 e caseina totale. Inoltre, da analisi condotte sulle proprietà di coagulazione, si è visto che il latte prodotto da individui omozigoti β-Cn 0/0 ha tempi di coagulazione tre volte superiori il valore normale, la consistenza del coagulo è ridotta, la resa in formaggio (Caciotta) è inferiore (Chianese *et al.,* 1993, Pena *et al.*, 1998). Ad oggi, gli studi svolti sull'αs_2-caseina non sono numerosi come quelli riguardanti l'αs_1-caseina. Le varianti genetiche attualmente conosciute sono tre; A, B, C (Bouniol *et al.*, 1994), e solo recentemente sono state identificate mediante tecniche elettroforetiche quali IEF e SDS-PAGE. Gli alleli differiscono fra loro per la sostituzione di un solo aminoacido legato ad un sito di fosforilazione. Il legame con l'αs_1- κ Cn non sembra essere della stessa intensità di quello esistente fra l'αs_1-Cn e la β-Cn (Cheng *et al.,* 1993) Anche per quanto riguarda la k-caseina è stata rilevata la presenza di un polimorfismo genetico al locus k-Cn (Angiolillo *et al.,* 2002, Di Luccia *et al.,* 1990,Yahyauoui *et al.*, 2003, Prinzenberg *et al.,* 2005). Sono state messe in evidenza due varianti, A e B, che differiscono probabilmente per la sostituzione di un residuo aminoacidico. Le proprietà fisico-chimiche di questa frazione caseinica sono state identificate nella solubilità in presenza di ioni calcio e nella sensibilità alla chimosina. Il suo contenuto nel latte influenza l'inizio della coagulazione: infatti questa fase inizia solo quando tutta la k-caseina è stata idrolizzata. Nonostante fino ad ora sia stata riscontrata una forte associazione fra il locus della αs_1 e quello della β-caseina, si suppone che, come per i bovini, anche per i caprini esistano delle correlazioni fra tutti i loci caseifici (Parma *et al.,* 1999, Parma *et al.*, 2003).

4.4. Reazione allergica e intolleranza al latte

L'intolleranza alimentare è una reazione anormale da parte dell'organismo che si verifica dopo l'assunzione di un alimento indipendentemente dal meccanismo patogenetico. Si definisce come allergia l'insieme delle manifestazioni cliniche (rinite, asma, eczema,...) che appaiono secondariamente dopo il contatto di un

"antigene" (acaro, polline, latte di vacca, maiale, orzo...) con un anticorpo specifico di una classe di immunoglobuline dette epsilon: IgE che si fissano su un certo numero di cellule (mastociti e basofili polinucleati). Il contatto di un antigene e la sua IgE specifica ha come effetto la produzione di alcuni mediatori come l'istamina che causa una risposta immunitaria eccessiva, da cui deriva il termine ipersensibilità. L'istamina in forma libera è contenuta in quantità apprezzabili nel tonno, nello sgombro, in altri pesci a carne scura e nei formaggi stagionati; altri alimenti quali le fragole, i pomodori, l'albume, etc. hanno invece la capacità di indurre la liberazione di istamina; ciò avviene, con meccanismi particolari, anche con le lecitine che sono presenti nella frutta, nei cereali ed in molte verdure (Belloni-Businico *et al.,* 1999, Carbonaro *et al.,* 1966, Cartoni *et al.,* 1999).

Questi agenti biologicamente attivi (ma anche altri: antiossidanti, antimicrobici, tossine, micro organismi, etc.) se presenti in grande quantità, possono provocare una grande varietà di sintomi potenzialmente in tutti gli individui, in ragione però di ogni singolo limite di sensibilità. I soggetti con mucose gastro-intestinali e respiratorie iper reattive e quelli con cute irritabile hanno un limite basso e reagiscono pertanto anche in presenza di modeste quantità di antigene (agente biologicamente attivo) presente nel cibo causando sintomatologie tipiche dell'allergia alimentare. Nel latte vaccino vi sono almeno 20 proteine diverse, ma solo 5 sarebbero interessanti dal punto di vista allergenico: la sieroalbumina, la gammoglobulina e l'alfalattoglobulina (termolabili e quindi facilmente desensibilizzabili) e la betalattoglobulina e la caseina (termostabili e resistenti all'azione degli enzimi proteolitici del digerente). La proteina del latte che risultasse indigerita nel neonato manterrebbe sostanzialmente inalterata la sua struttura (la catena peptidica di cui è formata non si fraziona nelle sue componenti costitutive (aminoacidi) per l'insufficiente attacco enzimatico delle proteasi o per la mancanza nell'intestino dell'enzima specifico) e verrebbe riconosciuta come se fosse un corpo estraneo (antigene). La quantità di materiale antigenico assorbita viene limitata da barriere anatomiche (muco, epitelio) e/o eliminata da barriere immunologiche per combinazione sulla superficie epiteliale degli antigeni con le immuno globuline secretorie (IgA). In tal modo si produce un importante ruolo protettivo riducendo la penetrazione allergenica poiché gli antigeni (proteine del latte) non hanno accesso ai sistemi immuni IgG e IgE. Se le barriere vengono indebolite da processi infiammatori o da deficit di IgA la penetrazione di grandi quantità di antigeni può generare sensibilizzazione ed allergia nei soggetti atopici. In generale nel neonato non esistono intolleranze vere al latte materno, se si escludono malattie metaboliche gravi (fenil-

cheturia, galactosemia) o manifestazioni che giustificano l'interruzione dell'allattamento (ittero, diarrea, costipazione). Il latte vaccino, tuttavia, a volte non è tollerato dai bambini in allattamento poiché alcune sue componenti proteiche termostabili (beta-lattoglobulina e caseina) vengono assorbite pressoché intatte e riconosciute come proteine "estranee" da un organismo ipersensibile. L'intolleranza al latte di vaccino viene convenzionalmente definita come APLV (allergia alle proteine del latte vaccino) o anche come intolleranza alle proteine del latte vaccino (IPLV) e può interessare una percentuale variabile tra il 2 e il 4% della popolazione. In ambito pediatrico, si calcola comunque che la frequenza tra l'1% e l'8%, con una predisposizione atopica della popolazione generale variabile tra il 15% e il 20%. L'allergia al latte vaccino rappresenta comunque la prima causa delle allergie digestive nei Paesi industrializzati. L'esistenza delle intolleranza al latte vaccino deve essere destinata in due tipi intolleranza: di origine immunologica e di tipo non immunologico. Fra queste ultime intolleranze la più nota è quella al lattosio dovuta ad una carenza di lattasi intestinale. In verità non tutti i disturbi e le sintomatologie riscontrabili nell'individuo sensibile a seguito della ingestione di alcuni cibi sono riconducibili ad una allergia alimentare (eziologia immunologica provata o probabile) poiché sovente l'eziologia immunologica è decisamente improbabile ed in questi casi è più opportuno parlare di intolleranza alimentare o pseudoallergia o idiosincrasia.
Nelle APLV possiamo distinguere diverse tipi di allergia: di tipo I con una ipersensibilità immediata che comporta (schok anafilattico, orticaria, crisi asmatiche, disturbi digestivi gravi), nelle APLV di tipo III che comportano reazioni di tipo immunologico complesse sono caratterizzate da enteropatie ed emoraggie interne. Mentre nelle APLV di tipo IV si osserva una ipersensibilità ritardata che causa una diarrea cronica. Le manifestazioni cliniche delle APLV sono molto diverse e possono essere acute o ritardate digestive o estradigestive. Il rischio di schok anafilattico è solitamente raro, ma può interessare circa il 10% dei soggetti APLV; i disturbi digestivi possono essere sia acuti che cronici; mentre le sintomatologie extradigestive descritte sono essenzialmente di tipo cutaneo (dermatiti, orticaria), respiratorie (asma), si possono verificare però, anche se con minore frequenza, disturbi renali, alterazioni ematiche e manifestazioni a carico del sistema nervoso centrale ma anche di tipo neurologico.
Il carattere proteiforme della sintomatologia clinica e la scarsità di criteri diagnostici specifici (IgE totali e specifiche sono un criterio diagnostico solo nel caso di APLV di tipo I, la biopsia intestinale ed i test di permeabilità intestinale sono difficili ed interessano solo le forme enteroepatiche). Vi sono ovviamente dei fattori predisponenti che possono favorire la comparsa delle sinto-

matologie da IPLV e che sono correlati sia ad una certa ereditabilità quando in famiglia sono già stati registrati fenomeni allergici, sia all'assunzione precoce di latte vaccino (fresco od in polvere) nei primissimi giorni, sia infine all'insorgenza di gastroenteriti entro i primi tre mesi di vita: come già accennato, infatti, una malattia infiammatoria intestinale aumenta la permeabilità epiteliale e di conseguenza il rischio di reazione da intolleranza o da vera e propria allergia. Se i primi tre mesi sono certamente ad alto rischio, poiché oltre un quarto dei lattanti che hanno sofferto di gastroenterite manifesta anche il sopraggiungere di sintomatologie tipiche della IPLV, è peraltro vero che la percentuale di IPLV che si manifesta a seguito di gastroenteriti, patite entro l'anno e fino ai 3 anni d'età, mantiene una importante significatività; vi è da dire, tuttavia, che con l'avanzare dell'età del bambino aumentano le possibilità di alimentazione differenziata ed alternativa al latte che risulta invece indispensabile nei primi mesi di vita. Le poche esperienze realizzate sono particolarmente incoraggianti per l'impiego del latte caprino nell'alimentazione umana (Dore *et al.*, 1993).

Bibliografia

1. Addeo F., Masi P., Perna A.M., Ciafarone N., Moio L., Tripaldi C. (1987). Proprietà funzionale dei latti caprini selezionati in base al tipo di variante genetica di caseina αs1. Il Vergaro, 7: 36-40.
2. Addeo F., Masi P., Rubino R. (1989). The aptitude of caprine milk to cheese-making. Relationship between αs_1 casein content and rheological properties of curd and cheese. Agriculture. Programme de recherche Agrimed. L'évaluation des ovins et des caprins. Méditerranéens. Récueils des communications. Commission des Communautés Européennes. Luxembourg, 291-311.
3. Addeo F., Mauriello L., Di Luccia A. (1988). A gel electrophoretic study of caprine casein. J. Dairy Res., 55: 413-421.
4. Ahrne L., Bjorck L. (1985). Effect of the lactoperoxidase system on lipoprotein lipase milk and receptor oligosaccharides. J. Infect. Dis. 1986; 153: 232-237.
5. Albertini A., Mentasti T., Moretti V.M., Bellagamba F., Luzzana U., Valfre F. (1999). Occurrence of free D-amino acids in milk from food-producing animals. Milchwissenschaft. 51(3). 1996. 127-129.
6. Ambrosoli R., Di Stasio L., Mazzocco P. (1988). Content of αs_1-casein and coagulation properties in goat milk. J. Dairy Sci.. 71(1): 24-28.
7. Angiolillo A., Yahyaoui M.H., Sanchez A., Pilla F., Folch J.M. (2002). Short communication: characterization of a new genetic variant in the caprine kappa-casein gene. J Dairy Sci. Oct; 85(10): 2679-80.
8. Aschaffenburg R., Drewrey J. (1955). Occurence of different β-lactoglobulins in cow's milk. Nature 176: 218-219.
9. Attaie R., Richter R.L.(2000). Size distribution of fat globules in goat milk. J Dairy Sci. May; 83(5): 940-4.
10. Awiatlo N., O'Connors D.L., Andrews J., Picciano M.F. (1990). Relative folate bioavaibility from diets containing human, bovine and goat milk. J.Nutr. 120, 172-177.
11. Bellioni-Businco B., Paganelli R., Lucenti P., Giampietro P.G., Perborn H., Businco L. (1999). Allergenicity of goat's milk in children with cow's milk allerg. J Allergy Clin Immunol. Jun; 103(6): 1191-4.
12. Bevilacqua C., Ferranti P., Garro G., Veltri C., Lagonigro R., Leroux C., Pietrola E., Addeo F., Pilla F., Chianese L., Martin P. (2002). Interallelic recombination is probably responsible for the occurrence of a new alpha(s1)-casein variant found in the goat species. Eur J Biochem. 2002 Feb; 269(4): 1293-303.
13. Bini L., Roncada P. (1999).Il progetto Proteoma. Atti de 34° Simp. Int. di zootecnia, Milano, Cnr.

14. Birkbeck J.A. (1984). Goat's milk in infant nutrition. NZ. Med.J. 97: 413-414.

15. Bjorck L. (1976). An immobilized two-enzyme system for the activation of the lactoperoxidase antibacterial system in milk. Biotechnology & Bioengineering. 18(10): 1463-1472.

16. Bjorck L. (1978). Antibacterial effect of the lactoperoxidase system onpsychotrophic bacteria in milk. Journal Dairy Research. 45(1): 109-118.

17. Blanc D. (1982). Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Le lait 62: 350-395.

18. Boulanger A., Grosclaude F., Mahé M.F. (1984). Polymorphisme des caséines α_{s1} et αs_2 de la chèvre, capra hircus. Génét. Sél. Évol., 16: 157-176.

19. Bouniol C., Brignon G., Mahé M.F., Printz C. (1993). Characterisation of goat αs_2-casein A and B; further evidence of the phosphorylation code of caseins. Prot. Seq. Data Anal., 5: 213-218.

20. Bouniol C., Brignon G., Mahé, M.F., Printz C. (1994). Biochemical and genetic analysis of variant C of caprine αs_2-casein (Capra hircus). Anim. Genet., 25: 173-177.

21. Boutinaud M., Jammes H.(2004) Growth hormone increases Stat5 and Stat1 expression in lactating goat mammary gland: a specific effect compared to milking frequency. Domest Anim Endocrinol Nov; 27(4): 363-78.

22. Boyazoglu J., Morand-Fehr P. (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. Small Rumin. Res. Apr; 40(1): 1-11.

23. Bramanti E., Sortino C., Onor M., Beni F., Raspi G. (2003). Separation and determination of denatured alpha(s1)-, alpha(s2)-, beta- and kappa-caseins by hydrophobic interaction chromatography in cows', ewes' and goats' milk, milk mixtures and cheeses. J Chromatogr A. Apr 25; 994(1-2): 59-74.

24. Brantl V., Teschemacher H., Henschen A., Lottspeich F. (1979). Novel opioid peptides derived from casein (beta-casomorphins). Isolation from bovine casein peptone. Hoppe Seylers Z Physiol Chem. Sep;360(9): 1211-6.

25. Brignon G., Mahé M.F., Grosclaude F., Ribadeau Dumas B. (1989). Sequence of caprine αs_1-casein and characterization of those of its genetic variants which are synthesized at a high level, αs_1-Cn A, B and C. Protein Seq. Data Anal., 2: 181-188.

26. Brignon G., Mahé M.F., Ribadeau Dumas B., Mercier J.C., Grosclaude F. (1990). Two of the three genetic variants of goat αs_1-casein which are synthesized at a reduced level have an internal deletion possibly due to altered RNA splicing. Eur. J. Biochem., 193: 237-241.

27. Brown R.W., Mickelson M.N. (1979). Lactoperoxidase, thiocyanate, and free cystine in bovine mammary secretions in early dry period and at the start of lactation and their effect on Streptococcus agalactiae growth. American J. Veterinary Research. 40(2): 250-25.

28. Buchin S., Duboz G., Le Quéré J.L., Grappin R. (1998). Développement des caractéristiques biochimiques et sensorielles des fromages de chèvre. Etude interspèce par échange de la matière grasse et du lait écrémé de laits de vache et de chèvre. Lait 78: 673-687.

29. Bulletin FIL-IDF (1986). n. 202. Production and utilization of ewe's and goat's milk.

30. Carbonaro M., Bonomi F., Iametti S., Cappelloni M., Carnovale E. (1996). Aggregation of whey proteins in raw and heat-treated milks: possible nutritional consequences. Ital. Biochem. Soc. Trans. 7, 266.

31. Cartoni G., Coccioli F., Jasionowska R., Masci M. (1999). Determination of cows' milk in goats' milk and cheese by capillary electrophoresis of the whey protein fractions. Journal of Chromatography. 846(1-2). June 18. 135-141.

32. Casper J.L., Wendorff W.L., Thomas D.L. (1998). Seasonal changes in protein composition of whey from commercial manufacture of caprine and ovine specialty cheeses. J. Dairy Sci., 81: 3117-3122.

33. Castillo M.Z., Payne F.A., Hicks L., Laencina J.S., Lopez M.B. (2003). Modelling casein aggregation and curd firming in goats' milk from backscatter of infrared light. J Dairy Res. Aug; 70(3): 335-48.

34. Cattaneo T.M.P., Nigro F., Greppi G.F. (1996). Analysis of cow, goat and ewe milk mixtures by Capillary Zone Electrophoresis (CZE): Preliminary approach. Milchwissenschaft. 51(11): 616-619.

35. Chandan R.C., Perry R.M., Shahani K.M. (1968). Lyzozyme, lipase and ribonuclease in milk of various species. J. Dairy Sci. 51: 606-607.

36. Chang C.S. Sinclair R., Khalid S., Yamazaki I., Nakamura S., Powers L. (1993). An extended X-ray absorption fine structure investigation of the structure of the active site of lactoperoxidase. Biochemistry. 32(11): 2780-2786.

37. Chianese L., Garro G., Ferranti P., Malorni A., Laezza P., Ferranti P., Addeo F. (1996). Occurence of five αs_1-casein variant. J. Dairy Res., 63: 49-59.

38. Chianese L., Garro G., Nicolai M.A., Mauriello R., Ferranti P., Rizzano R., Cappuccio U., Laezza P., Addeo F. (1993). De nature of β casein heterogeneity in caprine milk. Lait, 73: 533-547.

39. Chiba H., Yoshikawa M. (1986). Protein Tailoring for Food and Medical Uses. Eds., M. Dekker N.Y.

40. Choick W.S. (1998). Role of the Insulin-like growth factors and their binding proteins in lactation. J. Dairy Sci., 81: 1769-1777.

41. Clark S., Sherbon J.W. (2000). Genetic variants of alphas1-CN in goat milk: Breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. Small Ruminant Research. 38(2). October, 135-143.

42. Cosenza G., Illario R., Rando A., di Gregorio P., Masina P., Ramunno L. (2003). Molecular characterization of the goat CSN1S1(01) allele. J Dairy Res. May; 70(2): 237-40.

43. Dall'Olio S, Davoli R., Russo V. (1989). Una nuova variante di caseina caprina. Sci. Tecn. Latt.-cas. 40: 24-28.

44. Dall'Olio S., Davoli R., Tedeschi M. (1988). Contributo allo studio della caseina caprina mediante cromatografia. Sci. Tec. Latt.-cas., 39: 167-178.

45. Darnthon Hill I., Coveney J., Davery G.R. (1987). Goat milk-nutritional and public health aspects: a review. Food Technol Aust. 39: 568-572.

46. Davis S.R., Collier R.J. (1983). Mammary blood flow and regulation of substrate supply for milk synthesis. J. Dairy Sci., 68: 1041-1058.

47. Delacroix-Buchet A., Degas C., Lamberet G., Vassal L. (1996). Influence des variants AA e FF de la caséine α_{s1} caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages. Lait 76: 217-241.

48. Di Gregorio P., Rando A., Ramunno L., Masina P., Pieragostini E. (1989). Polimorfismi nelle regioni del DNA che contengono i geni delle caseine di pecora e capra. Atti XXIV Simp. Int. di Zootecnia, 275-282.

49. Di Luccia A., Mauriello R., Chianese L., Moio L., Addeo F. (1990). k-casein polimorphism in caprine milk. Tecn. Latt.-cas., 41(4): 305-314.

50. Domeniconi D., Blazola F. (1980). Considerazioni sull'impiego del latte di capra nell'alimentazione umana. Riv. Sc. Ital. Sci. Alim: 1: 33-36.

51. Dore A., Enne G., Oggiano R. (1993). Il latte di capra nella dietoterapia dei lattanti affetti da IPLV (Intolleranza alle proteine del latte vaccino). Atti V Simp. Int. "La qualità nelle produzioni dei piccoli ruminanti", Varese, 79-82.

52. Dumontet C., Rousset B. (1983). Identification, purification, and characterization of a non-heme lactoperoxidase in bovine milk. J. Biological Chemistry. 258(23): 14166-14172.

53. Ekstrand B., Bjorck L. (1986). Fast protein liquid chromatography of antibacterial components in milk. Lactoperoxidase, lactoferrin and lysozyme. J. Chromatography. 358(2): 429-433.

54. Enne G., Feligini M., Greppi G.F., Iametti S., Pagani S. (1997). Gene frequencies of caprine αs_1-casein polymorphism in dairy goat. Proc. of IDF Seminar "Milk Protein Polymorphism", Palmerston North, New Zealand. Pub. International Dairy Federation, Brussels (Belgium), 275-279.

55. Feligini M., Parma P., Aleandri R., Greppi G.F., Enne G. (1998). PCR-RFLP test for direct determination of β-lactoglobulin genotype in Sarda sheep. Animal Genetics, 29: 473-474.

56. Feligini M., Civardi G., Pasquini M., Greppi G.F., Enne G. (1995). Caratterizzazione della popolazione caprina verzaschese al locus αs_1-caseina. Atti Conv. Naz. "Parliamo di ....produzione e trasformazione del latte". Fossano (Cuneo), 19-20 Ottobre 1995: 211-214.

57. Feligini M., Pasquini M., Greppi G.F., Enne G. (1996). Polymorphism at the locus $alfas_1$ casein in some autochthonous goats. Food and health. Role of animal products. 125-128. Ed. Elsevier.

58. Ferrari R.P., Laurenti E., Cecchini P.I., Gambino O., Sondergaard I. (1995). Spectroscopic investigations on the highly purified lactoperoxidase Fe(III)-heme catalytic site. J. Inorganic Biochemistry. 58(2): 109-127.

59. Fox P.F. (1992). Advanced Dairy Chemestry. Proteins. ed Elsevier London.

60. Freier S., Kletter B., Gerv I. (1969). Intolerance to milk protein. J. of Pediatry, 75: 623-631.

61. Galliano F., Saletti R., Cunsolo V., Foti S., Marletta D., Bordonaro S., D'Urso G. (2004). Identification and characterization of a new beta-casein variant in goat milk by high-performance liquid chromatography with electrospray ionization mass spectrometry and matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry. Rapid Commun Mass Spectrom.; 18(17): 1972-82.

62. Gaya P., Medina M., Nunez M. (1991). Effect of the lactoperoxidase system on Listeria monocytogenes behavior in raw milk at refrigeration temperatures. Applied & Environmental Microbiology. 57(11): 3355-3360.

63. Gerstberger R., Schuetz H., Olsson K. (1997). The goat mammary gland as a target organ for atrial natriuretic peptide. Acta Physiologica Scandinavica. 160(1): 9-14.

64. Gomes A.M.P., Malcata F.X. (1998). Development of probiotic cheese manufactured fromgoat milk: Response surface analysis via technological manipulation. Journal of Dairy Science. 81(6). June, 1492-1507.

65. Gothefors L., Marklund S. (1975). Lactoperoxidase activity in human milk and in saliva of newborn infants. Infection & Immunity. 11(6): 1210-1215.

66. Greppi G.F., Roncada P., Feligini M., Bossi A., Enne G. (1997). Caratterizzazione della Lattoferrina in differenti specie animali. XII Cong. Naz. ASPA, PISA, Giugno 1997.

67. Grosclaude F., Mahé M.F., Brignon G., Di Stasio L., Jeunet R. (1987). A Mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat α_{s1}-casein. Génét. Sél. Évol., 19: 399-412.

68. Grosclaude F., Martin P. (1997). Casein polymorphisms in the goat. Milk protein polymorphism FIL-IDF Palmerston North, New Zealand 241-253.

69. Grosclaude F., Ricordeau G., Martin P., Remeuf F., Vassal L., Bouillon J. (1994). Du gène au fromage: le polymorphisme de la caséine α_{s1} caprine, ses effets, son évolution. INRA Prod. Anim., 7: 3-19.

70. Hadjipanayiotou M. (1995). Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. Small Ruminant Research. 18(3): 255-262.

71. Heil F., Dumond J.P. (1993). Carastéristiques organoleptiques du fromage de chévre fabriqué à partir de laits contenant des variants génétiques différents de la caseine α_{s1}. Le Lait 73: 559-556.

72. Herrero-Martinez J.M., Simo-Alfonso E.F., Ramis-Ramos G., Gelfi C., Righetti P.G. (2000). Determination of cow's milk and ripening time in nonbovine cheese by capillary electrophoresis of the ethanol-water protein fraction. Electrophoresis. 21(3): 633-640.

73. Heukeshoven J., Dernick R. (1988). Improved silver staining procedure for fast staining in PhastSystem Development Unit. I. Staining of sodium dodecyl sulfate gels. Electrophoresis. 1988. 9: 28-32.

74. Hossaini H.J., Olsson K. (1996). Responses to systemic angiotensin II in lactating and non-lactating goats. Regulatory Peptides. 66(1-2): 123-126.

75. Houdebine L. M. (1995). The production of pharmaceutical proteins from the milk of transgenic animals. Reproduction, Nutrition, Development. 35(6): 609-617.

76. Hulea S.A., Mogos S., Matei L (1989). Interaction of lactoperoxidase with enzymes and immunoglobulins in bovine milk. Biochemistry International. 19(6): 1173-81, 1989.

77. Iametti S., Feligini M., Dimartino S., Sessa F., Enne G. (2000). Frequency of αs_2-casein variants in the italian goat breed Verzaschese. XXXV Simp. Int. Zootecnia "Produzioni animali di qualità ed impatto ambientale nel sistema mediterraneo", Ragusa, 25 maggio 2000.

78. Iametti S., Sessa F., Feligini M., Greppi G.F., Enne G., Pagani S. (1999). Frequency αs_1-casein variants in Italian goat breed Sarda and Verzaschese. Ital. J. Food Sci., 3: 249-255.

79. Iametti S., Testa D., Pagani S., Greppi G.F., Feligini M., Enne G. (1996). IEF e RP-HPLC per la caratterizzazione del latte caprino. Atti XIII Congr. Naz, SIPAOC, Varese, 249-252.

80. Jann O.C, Prinzenberg E.M, Luikart G., Caroli A., Erhardt G. (2004). High polymorphism in the kappa-casein (CSN3) gene from wild and domestic caprine species revealed by DNA sequencing. J Dairy Res. May; 71(2): 188-95.

81. Jansa-Pérez M., Leroux C., Sanchez Bonastre A., Martin P. (1994). Occurence of a line sequence in the 3' UTR of the goat αs_1-casein E allele associated with a reduced protein synthesis. Gene 147: 179-187.

82. Jaubert A., Durier C., Kobilinsky A., Martin P. (1999). Structural organization of the goat casein micelle: Effect of the physico-chemical environment (pH, temperature, ionic strength) on its mineral and protein composition. International Dairy Journal. 9(3-6). March-June, 369-370.

83. Jaubert A., Martin P. (1992). Reverse-phase HPLC analysis of goat caseins. Identification of αs_1 and αs_2 genetic variants. Lait, 72: 235-247.

84. Jenness R. (1974). The composition of milk. In: Larson B.L. and Smith V.R. (Eds) Lactation. Vol. 3. Academic Press, New York, pp. 3-107.

85. Jenness R. (1979). Comparative aspects of milk proteins. J. Dairy Res. 46: 197-210.

86. Jenness R. (1980). Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. J. Dairy Sci. 63: 1605-1630.

87. Jenness R., Sloan R.E. (1970). The composition of milk of various species: a review. Dairy Sci. Abstr. 32: 599-612.

88. Johnsen L.B., Rasmussen L.K. Petersen Torben E., Berglund L. (1995). Characterization of three types of human alpha-s1-casein mRNA transcripts. Biochemical Journal. 1995. 309(1).

89. Josephy P.D. (1996). The role of peroxidase-catalyzed activation of aromatic amines in breast cancer. Mutagenesis. 11(1): 3-7.

90. Klose J. (1999). Genotype e phenotypes: Electrophoresis, 20: 643-652.

91. Lagonigro R., Pietrola E., D'Andrea M., Veltri C., Pilla F. (2001) Molecular genetic characterization of the goat s2-casein E allele. Anim Genet. Dec; 32(6): 391-3.

92. Lamberet G., Degas C., Delacroix-Buchet A., Vassal L. (1996). Effect of characters linked to A and F caprine α_{s1}-casein alleles on goat flavours: cheesemaking with protein-fat exchange. Lait, 76: 349-361.

93. Law A.J.R., Brown J.R. (1994). Compositional changes in caprine whey proteins. Milchwissenschaft. 49(12): 674-677.

94. Leroux C., Le Provost F., Petit E., Bernard L., Chilliard Y., Martin P. (2003) Real-time RT-PCR and cDNA macroarray to study the impact of the genetic polymorphism at the alphas1-casein locus on the expression of genes in the goat mammary gland during lactation. Reprod Nutr Dev. Sep-Oct; 43(5): 459-69.

95. Leroux C., Mazure N., Martin P. (1992). Mutations away from splice site recognition sequences might cis-modulate alternative splicing of goat αs_1-casein transcripts. Structural organization of the relevant gene. J. Biol. Chem., 267: 6147-6157.

96. Lukat G.S., Doran M.B., Utschig L.M., Goff H.M. (1993). Magnetic resonance spectroscopy, calcium content, and anion coordination studies of bovine and goat lactoperoxidase. J.of Inorganic Biochemistry. 50(3): 157-171.

97. Mac Donald A. (1995). Wich formula in cow's milk protein intollerance? The dietitian's dilemma. Eur. J.Clin. Nutr. 49: 556-563.

98. Mackle T.R., Bauman D.E. (1998). Recent developments in the regulation of milk protein production. Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., 104-112.

99. Mahé M.F., Grosclaude F. (1993). Polymorphism of β-casein in the Creole goat of Guadalupe, evidence for a null allele. Genet. Sel. Evol., 25: 403-408.

100. Manso M.A., Lopez-Fandino R. (2003). Angiotensin I converting enzyme-inhibitory activity of bovine, ovine, and caprine kappa-casein macropeptides and their tryptic hydrolysates. J Food Prot. 2003 Sep; 66(9): 1686-92.

101. Martin P. (1993). Polymorphisme génétique des lactoprotéines caprines. Lait, 73: 511-532.

102. Martin P., Ollivier-Bousquet M., Grosclaude F. (1999). Genetic polymorphism of caseins: a tool to investigate casein micelle organization. Int. Dairy J., 9: 163-171.

103. Meisel H. (1993a). Food proteins-Structure Functionally. Ed. VCH Weinheim, New York.

104. Meisel H. (1993b). New Perspective in Infant Nutrition. Eds. Thiemme Stuggart, N.Y.

105. Meisel H. (1997). Biochemical proprieties of regulatory Peptides Derived from Milk Proteins. Biopoly 43: 119-128.

106. Mercier J.C., Villotte J.L. (1993). Structure and function of milk protein genes. J. Dairy Scince. 76: 3079-3098.

107. Michel C. (1910) Lait de chèvre et lait d'ânesse. Rev. Gen Lait 8(3): 68-69.

108. Mikkelsen J., Højrup P., Knudsen J. (1987). Purification of goats' milk casein by reversed-phase HPLC and identification of αs_1-casein. J. Dairy Res., 54: 361-367.

109. Minervini F., Algaron F., Rizzello C.G., Fox P.F., Monnet V., Gobbetti M. (2003) Angiotensin I-converting-enzyme-inhibitory and antibacterial peptides from Lactobacillus helveticus PR4 proteinase-hydrolyzed caseins of milk from six species. Appl Environ Microbiol. 2003 Sep; 69(9): 5297-305.

110. Moili B., Pilla F., Tripaldi C. (1998). Detection of milk protein genetic polymorphism in order to improbe dairy traits in sheep and goats. A review. Small Ruminant Research 27: 185-195.

111. Morand-Fehr P. (1996). Il latte di capra per l'alimentazione umana, le ultime novità. Caseus 4: 53-56.

112. Moreno F.J, Recio I., Olano A., Lopez-Fandino R. (2001). Heterogeneity of caprine kappa-casein macropeptide. J Dairy Res. 2001 May; 68(2): 197-208.

113. Munoz Martin T., de la Hoz Caballer B., Maranon Lizana F., Gonzalez Mendiola R., Prieto Montano P., Sanchez Cano M. (2004). Selective allergy to sheep's and goat's milk proteins. Allergol Immunopathol (Madr) Jan-Feb; 32(1): 39-42.

114. Murakami K., Lagarde L., Yuki Y. (1998). Identification of human colostrum and mature milk by two-dimensional electrophoresis. Electrophoresis, 19: 2521-2527.

115. Muruyama S., Nio K., Kubo K., Minoshima E., Munekata T., Suzuky H. (1987). Studies on the active site and antihypertensive activity of angiotensin I-converting enzyme inhibitors derived from casein. Agr. Biol.Chem. 51: 1581-1593.

116. Neveu C., Molle D., Moreno J., Martin P., Leonil J. (2002). Heterogeneity of caprine beta-casein elucidated by RP-HPLC/MS: genetic variants and phosphorylations. J Protein Chem. Nov; 21(8): 557-67.

117. Neveu C., Riaublanc A., Miranda G., Chich J.F., Martin P. (2002). Is the apocrine milk secretion process observed in the goat species rooted in the perturbation of the intracellular transport mechanism induced by defective alleles at the alpha(s1)-Cn locus? Reprod Nutr Dev. Mar-Apr; 42(2): 163-72.

118. Ng-Kwai-Hang (1997). A review of the relationship between milk protein polymorphism and milk composition/milk production. Proc. of IDF Seminar "Milk Protein Polymorphism", Palmerston North, New Zealand. Pub. International Dairy Federation, Brussels (Belgium), 22-37.

119. Ng-Kwai-Hang H.F. (1998). Genetic polymorphism of milk proteins: relationships with production traits, milk composition and tecnological proprietis. Canadian Journal of Animal Science 78: 131-147.

120. Noè L. Caratteristiche fenotipiche della razza Nera di Verzasca. (1995). Rosato's Advertising-Printed Memigraph. Casargo (Lecco).

121. Noè L., Greppi G.F. (2003) Estensivo o intensivo, ma sempre di qualità. Informatore Zootecnico n° 14: 60- 64, Edagricole, Bologna 16 luglio 2003.

122. Park Y.W. (1991). Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. Small Rumin Res. 14: 151-159.

123. Parma P., Feligini M., Greppi G.F., Enne G. (2003). The complete nucleotide sequence of goat (Capra hircus) mitochondrial genome. DNA Seq. 2003, 14(3): 199-203.

124. Parma P., Feligini M., Noè L., Aleandri R., Greppi G.F., Enne G. (1999). IEF characterization and mRNA sequence of a rare a_{s1}-casein variant in Nera Verzasca goat breed. Anim. Gen. 29, 54.

125. Parma P., Feligini M., Noé L., Iametti S., Greppi G.F., Enne G. (1999). Detection of the goat αs_2-casein variants by ASA-PCR. Animal Genetics, 30, 231.

126. Parma P., Pirri G., Damin F., Chiari M., Greppi G.F. (2003). Application of DNA microarray technology in Bos taurus genomic analysis: preliminary results. Italian Journal of Animal Science. 2: Suppl. 1: 61-63.

127. Parodi P.W. (1997). Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. J. Nutr. 127: 1055-1060.

128. Parry T.E. (1984). Goat's milk in infant and children. Br. Med. J. 288, 863-864.

129. Parson B.L., Heflick R.H. (1997). Genotypic selection methods for the direct analysis of point mutations. Mutation Res., 387: 97-121.

130. Patton S., Carson G.S., Hiraiwa M., O'Brien J., Sano A. (1997). Prosaposins, a neurotrophic factor, presence and proprieties in milk. J. Dairy Sci., 80: 264-272.

131. Pena R.N., Folch J.M., Sanchez A., Whitelaw C.B. (1998). Chromatin structures of goat and sheep beta-lactoglobulin gene differ. Biochem. Biophys. Res. Commun., 252: 649-653.

132. Perez M.D., Calvo M. (1995). Interaction of β-lactoglobulin with retinol and fatty acids and its role as a possible biological function for this protein, a review. J. Dairy Sci., 78: 978-988.

133. Perez M.D., Puyol P., Ena J.M., Calvo M. (1993). Comparison of the ability to bind lipids of β-lactoglobulin and serum albumin of milk from ruminant and non-ruminant species. J. Dairy Res., 60: 55-63.

134. Pierre A., Le Quéré J.L., Famelart M.H., Riaublanc A., Rousseau F. (1998a). Composition, yield, texture and aroma compounds of goat cheeses as related to the A and O variants of α_{s1}-casein in milk. Lait 78: 291-301.

135. Pierre A., Le Quéré J.L., Riaublanc A., Le Graët Y., Demaizières D., Michel F. (1998b). Composition and physico-chemical characteristics of goat milks containing the A or O α_{s1}-casein variants. Lait 78: 191-202.

136. Pirisi A., Colin P., Laurent F., Scher J., Parmentier M. (1994). Comparison of milk composition, cheesemaking properties and textural characteristics of the cheese from two groups of goats with a high or low rate of α_{s1}-casein synthesis. Int. Dairy J., 4: 329-345.

137. Plath A., Krause I., Einspanier R. (1997). Species identification in dairy products by three different DNA-based techniques. Z Lebensm Unters Forsch A, 205: 437-441.

138. Polidori F., Baldi A., Cheli F., Pulina G. (1991). Alimentazione e qualità del latte caprino. III Simposio Internazionale Zootecnia, 105-134.

139. Popik P., Bobula B., Janusz M., Lisowski J., Vetulani J. (1999). Colostrinin, a polypeptide isolated from early milks, facilitates learning and memory in rats. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 199(64): 183-189.

140. Prinzenberg E.M., Gutscher K., Chessa S., Caroli A., Erhardt G. Caprine kappa-casein (CSN3) polymorphism: new developments in molecular knowledge. J Dairy Sci. 2005.

141. Rabilloud T., Smith-Humprey I. (2000). Proteome research: two-dimensional gel electrophoresis and identification methods., Cap I, 2000, Ed Springer.

142. Ramunno L., Cosenza G., Rando A., Illario R., Gallo D., Di Berardino D., Masina P. (2004) The goat alphas1-casein gene: gene structure and promoter analysis. Gene. 2004 Jun 9; 334: 105-11.

143. Ramunno L., Cosenza G., Rando L., Pappalardo E., Mariani P., Masina P. (1996). Alcune capre producono latte apparentemente privo di caseina αs_2. Atti XII Congr. Naz. SIPAOC, Varese, 439-442.

144. Ramunno L., Rando A., Pappalardo M., Fiorella A., Di Gregorio P., Capuano M., Masina P. (1994). Molecular analyses on quantitative alleles at goat β-Cn and cow

αs_1-Cn loci. XXIX Simp. Int. Zoot., Milano, 233-240.

145. Rando A., Ramunno L., Masina P. (2000). Mutations in casein genes. Zoot. Nutr. Anim., 26: 105-114.

146. Rapetti L., Falaschi U., Lodi R., Vezzoli F., Tamburini A., Greppi G.F., Enne G. (1995). The effect of liquid whey fed to dairy goats on milk yield and quality. Small Ruminant Research. 1995. 16(3).

147. Recio I., Perez-Rodriguez M.L., Ramos M., Amigo L. (1997). Capillary electrophoretic analysis of genetic variants of milk proteins from different species. Journal of Chromatography. 768(1): 47-56.

148. Reinert P., Fabre A. (1996). Utilisation du lait de chèvre chez l'enfant. Expériences de Créteil. "Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre". G. Freund Editeur, INRA Editions, 119-121.

149. Remeuf F. (1993). Influence du polymorphisme génétique de la caséine as1 caprine sur les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du lait. Lait, 73: 549-557.

150. Remeuf F.,Verdalet-Guzman I., Lenoir J. (1995). Technological adjustment of goat milk containing low synthesis-rate alpha-s_1-casein variants. International Dairy Journal. 5(4): 381-392.

151. Restani P., Gaiaschi A., Plebani A., Beretta B., Cavagni G., Fiocchi A., Poiesi C., Velona T., Ugazio A.G., Galli C.L. Cross-reactivity between milk proteins from different animal species. Clinical & Experimental Allergy. 29(7). July, 1999. 997-1004.

152. Roncada P, Carta F, Greppi G.F. (2003) Goat milk: building a proteomic map. Atti de 38° Simposio internazionale di zootecnia. Maggio 2003 Milk & Research 285-292.

153. Roncada P., Carta F., Greppi G.F (2003). Identification of minor proteins of goat colostrum and milk by two dimensional electrophoresis. 54th Annual Meeting of the European Association for Animal Production.

154. Roncada P., Carta F., Greppi G.F. (2003) Identification of proteins in goat milk. International Meeting of Proteome analysis. Proteomic Forum 2003, Monaco di Baviera, settembre 2003.

155. Roncada P., Cuccuru M.A., Malagutti L., Zannotti M., Lauzi S., Greppi G.F. (2004) Proteomic analysis of goats milk experimental feeded with aflatoxin B1. Atti del 58° Convegno Nazionale SisVET. Grado, settembre 2004.

156. Roncada P., Gaviraghi A., Greppi G.F. (2002) Identification of Lactoferrin in serum goat milk with proteomics technique. In 26th IDF World Dairy Congress. Parigi settembre 2002.

157. Roncada P., Gaviraghi A., Greppi G.F. Analisi proteomica nello studio di caseificazione del latte caprino. In 37° Simposio Internazionale di Zootecnia di Montagna valorizzazione della Agricoltura.

158. Roncada P., Gaviraghi A., Liberatori S., Canas B., Bini L., Greppi G.F. (2002) Iden-

tification of casein in Goat Milk. Proteomics 2002. 2(6): 723-726.

159. Roncada P., Greppi G.F. (1999). Comparison of different milks using two-dimensional electrophoresis. Atti di Proteine '99, Roma, 3-5 giugno 1999.

160. Roncada P., Parma P., Greppi G.F. (1997). Lactoferrin in mare and donkey milk: glycosylation forms detected by immunoblotting techniques. Third International Conference on Lactoferrin, Le Touquet, France, Maggio 1997.

161. Russo V., Davoli R., Dall'Olio S., Tedeschi M. (1986). Ricerche sul polimorfismo del latte caprino. Zoot. Nutr. Anim. 12: 55-62.

162. Russo V., Davoli R., Migliori L. (1981). Polimorfismo genetico delle proteine del latte nelle pecore di razza Sarda e Massese. Zoot. Nutr. Anim. 7: 421-428.

163. Sandrucci M., Crusato M., Zannino L. (1990). Il latte di capra nell'alimentazione infantile. Prospettive. Riv. Soc. It. Scienza Alim. 9: 27-32.

164. Scherrer K. (1974). Control of gene expression in animal cells: the cascade regulation hypotesis revisited. Ad. Exp. Med. Biol. 44: 169-219.

165. Schuepbach P., Neeser J.R., Golliard M., Rouvet M., Guggenheim B. (1996). Incorporation of caseinoglycomacropeptide and caseinophosphopeptide into the salivary pellicle inhibits adherence of mutans streptococci. Journal of Dental Research. 75(10): 1779-1788.

166. Shamay A., Shapiro F., Mabjeesh S.J, Silanikove N. (2002) Casein-derived phosphopeptides disrupt tight junction integrity, and precipitously dry up milk secretion in goats. Life Sci. Apr 26; 70(23): 2707-19.

167. Silva-Hernandez E.R, Nakano T., Ozimek L. (2002). Isolation and analysis of kappa-casein glycomacropeptide from goat sweet whey. J Agric Food Chem. 2002 Mar 27; 50(7): 2034-8.

168. Solymossy M., Nagay Z., Toth G., Antonini F. (1986). Biochem. Med. Metabo. Biol. 35: 293-301.

169. Spuergin P., Walter M., Schiltz E., Deichmann R., Forster J., Mueller H. (1997). Allergenicity of α-casein from cow, sheep and goat. Allergy 52: 293-298.

170. Taitz L.S., Armitage B.L. (1984). Goats' milk for infants and children. British Medical J. 288, 6425, 428-429.

171. Targowski S.P. (1983). Role of immune factors in protection of mammary gland. J. Dairy Sci., 66: 1781-1789.

172. Teschemacher H. (1995). Handbook of experimental Pharmacology. Eds. Springer Berlin.

173. Teschemacher H., Brantl V. (1994). β-casomorphin and related peptides: recent developments. Eds VCH, Weinheim.

174. Teschemacher H., Koch G., Brantl V. (1977). Milk protein-derived Opioid Receptor

Ligands. Biopoly 43: 99-117.

175. Trujillo A.J., Jordana J., Guamis B., Serradilla J.M., Amills M. (1998). Polymorphism of the caprine alphas$_1$-casein gene and its effect on the production, composition and technological properties of milk and on cheese making and ripening. Food Science & Technology International. 4(4). Aug., 217-235.

176. Valentine C.R. (1998). The association of non sense codons with exons skipping. Mutation research. 411: 87-117.

177. Van Dael P, Kastenmayer P., Clough J., Jarret A.R., Barclay D.V., Maire J.C. (2005). Substitution of Casein by {beta}-Casein or of Whey Protein Isolate by {alpha}-Lactalbumin Does Not Affect Mineral Balance in Growing Rats. J Nutr. Jun; 135(6): 1438-1443.

178. Vassal L., Delacroix-Buchet A., Bouillon J. (1994). Influence des génotypes AA, EE et FF de la caséine αs_1 sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages traditionnels, Premières observations. Le Lait, 74: 89-103.

179. World Cancer Research American Institute for Cancer Research, Food Nutrition, and the Prevention of Cancer (1997).

180. Yahyaoui M.H, Angiolillo A., Pilla F., Sanchez A., Folch J.M. (2003). Characterization and genotyping of the caprine kappa-casein variants. J Dairy Sci. 2003 Aug; 86(8): 2715-20.

181. Yoshikawa M., Tani F., Chiba H. (1988). Peptide Chemestry. Protein Research Foundation Osaka.

Capitolo 5

QUALITÀ AROMATICA E NUTRIZIONALE-SALUTISTICA DEL LATTE CAPRINO

Vincenzo Fedele

C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Zootecnia - Bella (Potenza)

Il latte ha ricevuto sempre un'ampia considerazione in nutrizione umana per il suo apporto equilibrato di proteine, grassi, minerali e vitamine. Questo prodotto, una volta trasformato in formaggio, è apprezzato per ben altri attributi e tra questi il sapore e il profumo.

In questi ultimi anni i numerosi studi condotti un po' ovunque, ma particolarmente in Europa e in Nuova Zelanda, hanno dimostrato sempre più che alla base di ciò che i nostri sensi percepiscono vi è una miriade di molecole, ciascuna delle quali è in grado di caratterizzare un prodotto. Fino a ieri ben poco si sapeva su questo interessante aspetto della qualità, oggi si scopre che sostanze come alcoli, esteri, chetoni e terpeni (e tanti altri ancora) sono responsabili dell'espressione olfattiva di un prodotto. Anche per quel che riguarda la qualità nutrizionale l'ottica di valutazione ha subìto una profonda virata ad opera delle nuove conoscenze. Non sono più il grasso o la proteina gli unici parametri considerati, ma molecole quasi sconosciute quali gli acidi linoleici coniugati (CLA) e particolarmente gli omega-tre, i betacaroteni, i tocoferoli e i fenoli - giusto per menzionarne alcuni - composti in grado di svolgere importanti funzioni di difesa dell'organismo umano. Si tratta di sostanze presenti in natura nei vegetali, nelle erbe brucate dagli animali e che si ritrovano poi nei prodotti lattiero-caseari. Grazie a queste nuove conoscenze oggi si è più consapevoli che la qualità organolettica e nutrizionale (espressione di molteplici fattori) può, in misura più o meno elevata, essere condizionata da quello che mangia l'animale.

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 101-126

5.1. Dalle convinzioni popolari alle prime verità

Nel passato era comune che gli uomini di cultura dell'epoca si esprimessero così per decantare la qualità di un formaggio o di un latte: "*Portano il grido di essere nell'esquisito, di essere immediatamente dopo quei del Pollino. Sono di buona qualità per le erbe aromatiche, che formano la pastura degli animali... il latte della provincia... senza difficoltà veruna è di ottima qualità. Pascoli pingui, ed ubertosi, e di piante aromatiche fanno che il latte sia odoroso, e saporoso*" (DeMarco, 1988). Che il sapore e il profumo di un latte o di un formaggio siano diretta conseguenza di quel che mangia l'animale è stato, forse, da sempre radicato nella mente dell'uomo. Egli, da attento osservatore quale era, annotava il ripetersi dei fenomeni e le cause che li determinavano. Grazie a questo suo spirito di osservazione ha potuto notare che i sapori e i profumi di un formaggio cambiavano al cambiare delle stagioni e per questo sceglieva quando produrre e quando no i suoi formaggi: "*il formaggio non si fa in tutte le stagioni, ma in marzo ad aprile, agosto e settembre. Il più cattivo è quello di maggio, e perciò il buon cacio vien detto formaggio, cioè fatto fuori di maggio* (DeMarco, 1988).
...Nel maggio le erbe sono immature, pravi i succhi, e non ancora elaborati e insaliti". Il tipo di pascolo e la stagione rappresentavano, quindi, gli elementi differenziali della qualità. Col diffondersi dei sistemi di allevamento al chiuso, intensivi e non, tramonta la civiltà pastorale e con essa si perde la memoria storica della "qualità" di un tempo. Le alte produzioni, l'igiene, la resa casearia, la tecnologia e il grasso sostituiscono man mano i vecchi parametri di valutazione, ignorando così tutto quello che uno scrittore attento e sensibile come Italo Calvino aveva capito: "*Dietro ogni formaggio c'è un diverso pascolo di un diverso verde sotto un diverso cielo*" (Italo Calvino-Palomar).
Solo in quest'ultimo decennio vi è stato un ritorno al passato giacché si è iniziato a constatare, con dati scientifici sempre più certi, che ogni tipo di pascolo, o raggruppamento di piante, può rappresentare un fattore di differenziazione qualitativa di un prodotto.
Con l'avvento della gas-cromatografia si scopre che responsabili di quanto si percepisce, a livello di olfatto e di gusto, sono particolari molecole, o raggruppamenti di esse, da molti definiti *metaboliti secondari*. Quale sia la loro origine o come si formino è rimasto ignorato per lungo tempo e per molti lo è ancora oggi. Le ipotesi avanzate sono state tante. Per anni si è pensato che gli odori e i sapori fossero espressione principale, se non unica, dell'attività microbiologica, poi si è radicata la convinzione che vi fosse, in una certa misura, l'intervento dell'attività enzimatica e di alcuni processi d'ossidazione delle sostanze. Solo

di recente è subentrata la consapevolezza che, pur non disconoscendo ai fenomeni sopra menzionati una loro influenza, quanto percepito dai nostri sensi, odorando o assaggiando un prodotto, sia dovuto a molecole trasferite dall'alimento di cui si è nutrito l'animale.

5.2. I problemi

Quando si parla di qualità aromatica di un prodotto il confine tra certo ed incerto è estremamente sottile poiché non esiste una discriminante netta tra causa ed effetto, o per meglio dire, tra ciò che si percepisce e la causa che ne ha determinato quella percezione.
La gran parte delle valutazioni si effettua, per svariate ragioni, o solo a livello sensoriale o solo a livello strumentale.
La valutazione sensoriale è di tipo puramente soggettivo e fornisce informazioni circa la percezione di differenze tra due o più prodotti (ISO 5495-6658-4120 ecc.), la classificazione e l'ordinamento dei prodotti sulla base di un attributo qualitativo (ISO 6658) e la valutazione delle differenze tra due o più prodotti in termini di parametri sensoriali ben definiti. Si tratta, quindi, di un tipo di valutazione che non poggia su misure obiettive e trascura lo studio delle cause e dei meccanismi che intervengono nel determinismo delle differenze.
La valutazione strumentale si basa su misure certe fornite da una macchina - quindi obiettive- la cui attendibilità molto dipende dalla validità del metodo utilizzato. Si tratta in questo caso di dati "freddi" che non sempre corrispondono a reali differenze percepite da chi assaggia un prodotto. Accertare che in un prodotto sono contenute molte più molecole, o è presente una concentrazione superiore rispetto ad un altro, non significa che esso presenti una soglia di percezione sensoriale più elevata. Ogni molecola ha una propria soglia di percezione: alcune trasmettono la propria caratteristica anche a concentrazioni infinitesimali, altre, invece, trasmettono poco o nulla, anche a concentrazioni elevatissime. Se a questo si aggiunge che ogni "nota aromatica" è la risultante di una combinazione di più aromi si spiega perché anche la valutazione strumentale non rappresenti un mezzo esaustivo di valutazione qualitativa di un prodotto.
La valutazione combinata tra i due mezzi, strumentale e sensoriale, è indubbiamente la migliore: essa consente di verificare eventuali corrispondenze fra differenze strumentali e sensoriali, risalire alle cause, misurare gli effetti e trovare una spiegazione al fenomeno.
Nonostante al momento di informazioni di questo tipo non ne esistano tante,

esse sono tuttavia sufficienti a trarre le prime indicazioni sul complesso mondo della qualità aromatica dei prodotti.

5.3. Qualità aromatica

Ad iniziare dalla metà degli anni '70 c'è stato un fiorire di ricerche intorno al mondo degli aromi. Gli studi di Keen e Wilson (1993), Urbach *et al.* (1972), Bosset *et al.* (1997), Coulon *et al.* (2000) e tanti altri, dimostravano in un crescendo progressivo che ciò che si percepiva a livello dei sensi, odorando e/o assaggiando un latte o un formaggio, non era altro che conseguenza diretta o indiretta di quello che mangiava l'animale. Con il progredire degli studi si constatava sempre più che almeno una parte dei metaboliti secondari contenuti negli alimenti non soggiace ad alcun tipo di trasformazione. Ciò fa presupporre che quando l'alimento arriva alla bocca dell'animale, i metaboliti più volatili (molti terpeni, alcoli e chetoni) volatilizzano e attraverso l'aria inspirata arrivano ai polmoni e da qui assorbiti dal sangue si trasferiscono al latte. La parte meno volatile di questi metaboliti (terpeni a corta catena) si liberano solo dopo una parziale digestione dell'alimento e attraverso i gas di eruttazione arrivano ai polmoni seguendo lo stesso percorso visto in precedenza. Sembra, quindi, che queste ipotesi avanzate da O'Sullivan nel 1967 abbiano un fondamento di verità.
Numerosi sono i risultati scientifici su questo aspetto della qualità dei prodotti; qui si riportano solo quelli più strettamente inerenti il sistema alimentare e non tanto l'alimento considerato a se stante.

5.3.1. Pascolo e aromi

Quando si parla di aromi ci si riferisce ad un complesso di sostanze presenti in un alimento di origine vegetale (erbe, foraggi conservati, granaglie) o animale (latte, formaggi, carne) capaci di produrre percezioni sensoriali, a livello del gusto e dell'olfatto, gradite o sgradite al consumatore. I composti chimici naturali presenti negli alimenti in grado di dare questo tipo di percezioni sono tanti e tra essi quelli più indagati a livello di latte e di formaggio sono i terpeni, gli alcoli e i chetoni. È convinzione abbastanza diffusa che per pianta aromatica si intenda solo quella usata in cucina o per aromatizzare alcolici e bevande (timo, menta, maggiorana, origano, rabarbaro, ecc.); in realtà ogni pianta contiene sostanze aromatiche, solo che alcune forniscono aromi facilmente percepibili dai nostri sensi e altre no. Nella flora spontanea di un pascolo, in rapporto all'ambiente e alla stagione, le une possono predominare sulle altre.

Iterpeni

Si tratta di una classe di idrocarburi insaturi presente, sotto forma di liquidi odorosi e volatili, in foglie, fiori e frutti. I terpeni più conosciuti appartengono a due gruppi: i monoterpeni ($C_{10}H_{16}$), costituiti da due unità strutturali di isoprene e i sesquiterpeni ($C_{15}H_{24}$), costituiti da tre unità di isoprene.

Gran parte degli studi è stata condotta proprio su questa classe di composti, forse perché ritenuta capace di caratterizzare, più delle altre, l'aroma dei prodotti lattiero-caseari.

Nell'allevamento caprino la base foraggera è costituita, per lo più, dall'erba dei pascoli naturali utilizzata direttamente con il pascolamento, per un tempo variabile in rapporto all'ambiente e alla stagione. In estate ed inverno il fieno, di erbaio o di pascolo naturale, sostituisce totalmente o parzialmente il pascolo. A dire di molti allevatori-trasformatori, l'aroma del formaggio risente del cambio della base foraggera. La verifica condotta ponendo a confronto 3 gruppi di capre alimentate con: 1) fieno di trifoglio-loietto, 2) fieno di pascolo naturale e 3) erbe di pascolo naturale, quando la vegetazione si trovava nello stadio fenologico di fienagione, dimostra che il latte dei tre gruppi (Figura 5.1) non presenta differenze sostanziali nel contenuto in monoterpeni, mentre sono ampie quelle a carico dei sesquiterpeni. Il cambio della base foraggera da fieno di erbaio a fieno di pascolo naturale e all'erba pascolata, induce un aumento dei sesquiterpeni di circa 3 e 4 volte rispettivamente, infatti passano da 2.200 ng/l a oltre 16.000 ng/l.

Da questo primo risultato scaturisce che l'erba del pascolo naturale può rappresenta un utile fattore di diversificazione aromatica delle produzioni. Questa sua caratteristica sembra conservarla anche quando agli animali viene distribui-

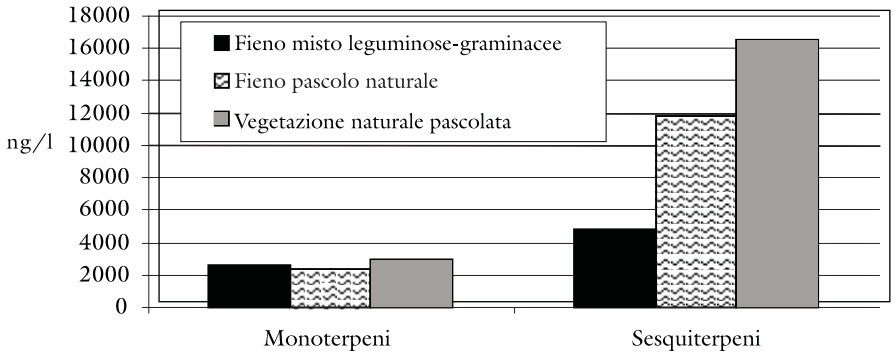


Figura 5.1 - Contenuto di terpeni nel latte in rapporto alla differente base Foraggera (Fedele, 2001a).

ta un'integrazione alimentare a base di concentrati. I dati della figura 5.2 dimostrano che la concentrazione di sesquiterpeni nel latte delle capre che hanno ricevuto un'integrazione raggiunge, addirittura, una concentrazione maggiore rispetto a quelle che si sono alimentate di sola erba (12.000 contro 8.000 ng). Detta concentrazione, nel latte degli animali allevati alla stalla rimane lontana da questi valori (solo 1.000 ng/l). Poiché i concentrati del gruppo pascolo e stalla erano uguali, l'effetto concentrato può essere tranquillamente escluso. Quale allora la causa? La spiegazione al fenomeno la si ricava dalla disaggregazione dei dati per stagione.

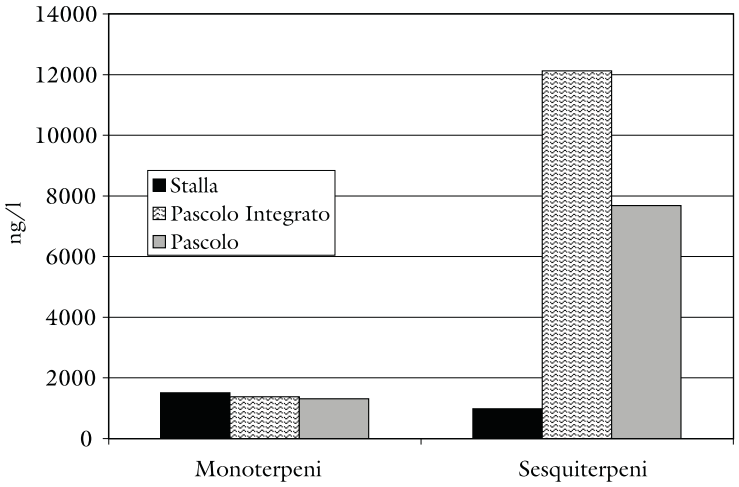


Figura5.2 - Contenuto medio annuo del latte in terpeni in rapporto al sistema alimentare (Claps *et al.*, 2003).

Terpeni e stagione

Dai dati della figura 5.3 si rileva che all'innalzamento della media annua del gruppo al pascolo con integrazione contribuisce l'elevato contenuto in sesquiterpeni del latte prodotto in estate (circa 32.000 ng/l), quasi doppio rispetto a quello delle capre alimentate al pascolo con sola erba (16.500 ng/l). È in questa stagione che nei pascoli mediterranei si raggiunge la massima diffusione delle cosiddette "erbacce", piante appartenenti a varie famiglie botaniche, per lo più ai generi *geranium, cichoriun, rumex, menta, galium, asperula,* ecc. Alcune di queste piante, come vedremo in seguito, sono particolarmente ricche in terpeni e maggiormente brucate quando le capre ricevono l'integrazione alimentare. Le osservazioni condotte sull'ingestione hanno evidenziato che nella

dieta di queste capre le categorie di piante su menzionate raggiungono valori superiori del 7-11% rispetto a quelle senza integrazione. Nelle altre due stagioni il latte risulta molto meno ricco di terpeni, ma è comunque in primavera che si raggiunge la più bassa concentrazione. Ogni stagione, quindi, tende ad esprimere una propria qualità aromatica, molto più apprezzabile in estate e meno in primavera. Forse quanto osservato nel passato e riportato da Domenico DeMarco può avere una sua base di verità.

L'utilizzazione di diete arricchite con piante scelte tra quelle maggiormente brucate dalle capre durante le differenti stagioni di pascolamento conferma i risultati emersi. In inverno, la dieta arricchita di *Lolium perenne* ha provocato, rispetto alla dieta al pascolo non arricchita (pascolo I) un decremento dei sesquiterpeni del latte più contenuto di quello della *Dactylis glomerata*. In primavera, al contrario, la dieta arricchita di *Asperula odorosa* ha indotto un incremento ben superiore a quello del *Geranium molle*, ma non a un livello così elevato come verificatosi in estate, quando la dieta era arricchita di *Galium verum* e *Cichorium intybus*.

Da quanto emerso da queste prove si possono trarre alcune conclusioni: a) il latte prodotto in primavera (pascolo P) si presenta il più povero in sesquiterpeni, e rimane tale anche quando la dieta degli animali è arricchita con piante potenzialmente aromatiche come il geranio e l'asperula; b) il latte prodotto in

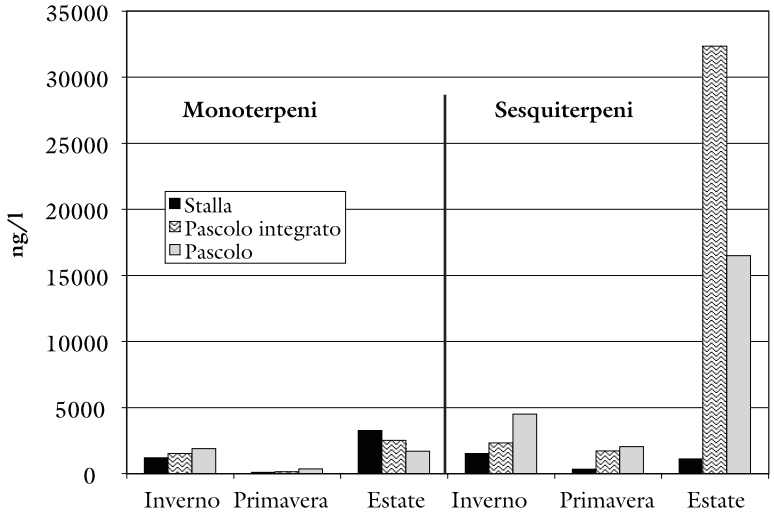


Figura 5.3 - Variazione dei terpeni del latte per effetto della stagione di pascolamento (Fedele, 2001b).

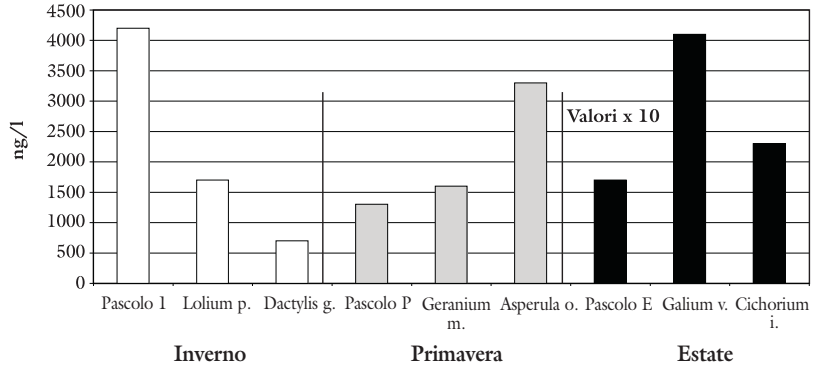


Figura 5.4 - Variazione del contenuto del latte in terpeni per effetto di alcune piante brucate dagli animali (Fedele *et al.*, 2004a).

estate presenta concentrazioni in sesquiterpeni molto elevate, ben 8 volte superiori al latte di primavera (16.500 contro 2.020 ng/l) e 4 volte a quello d'inverno (16.500 contro 5.500 ng/l); c) alcune piante (*Galium verum* e *Cichorium intybus*), più di altre (*Lolium perenne* e *Dactylis glomerata*), sono in grado di arricchire il latte di componenti aromatici confermando, altresì, i risultati di altri studi in materia (Bosset *et al.*, 1997; Mariaca *et al.*, 1997).
A livello globale emerge, quindi, un'influenza diretta dell'alimento utilizzato dall'animale su quanto ritrovato nel latte. I risultati ottenuti sul latte di vacca forniscono una conferma a quanto affermato. Bugaud *et al.* (2001) hanno trovato che la quantità di monoterpeni e di alcuni sesquiterpeni identificati nell'erba e nel latte era significativamente correlata con quella dell'erba del pascolo.
Da questi risultati non sembra esistere un'influenza apprezzabile del processo digestivo dell'alimento sulle componenti terpeniche presenti nell'erba. Con un approccio alquanto semplicistico, di confronto tra profili, si è cercato di capire se tale effetto potesse manifestarsi a carico delle singole componenti terpeniche.

Profilo aromatico

Dal confronto tra i profili riportati nella figura 5.5 emerge una buona corrispondenza tra quelli dell'erba e quelli del formaggio; le concentrazioni, al contrario, presentano una variabilità irregolare. Probabilmente l'effetto diluizione, la differente volatilità delle molecole e la caseificazione esercitano un loro effetto sulla concentrazione dei singoli componenti. A differenza dell'inverno, in cui emerge una migliore corrispondenza tra i profili, in primavera il formaggio presenta un profilo più povero di quello dell'erba. In questa stagione, come abbiamo visto in precedenza, la concentrazione dei terpeni è sensibilmente più bassa per cui l'ef-

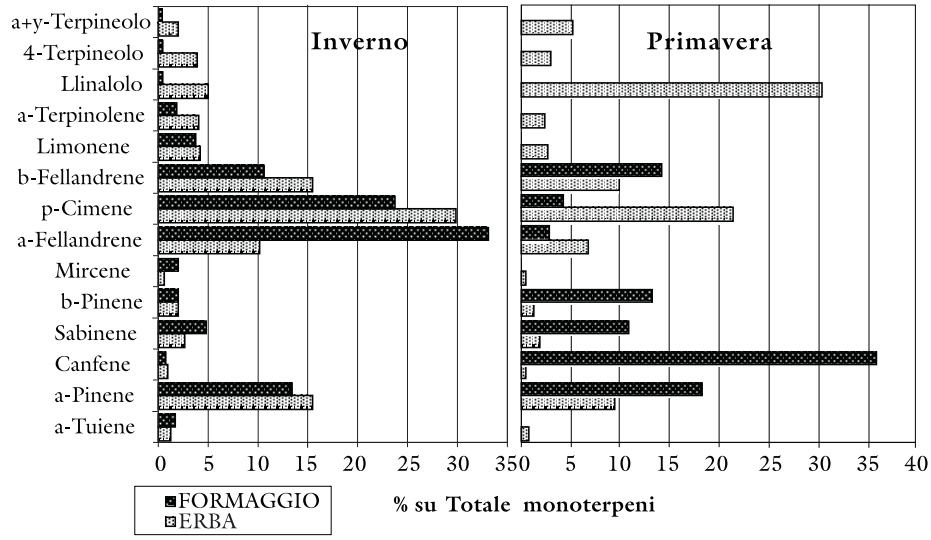


Figura 5.5 - Confronto tra il profilo dell'erba brucata e quello del formaggio corrispondente (Fedele *et al.*, 2004a).

fetto termico della caseificazione può aver impoverito il latte di quei componenti più volatili o presenti in minore concentrazione. Per alcune molecole presenti nel formaggio si conosce bene quali note aromatiche siano in grado di trasmettere ai prodotti: l'α e il β-fellandrene, il canfene e l'α-pinene, per esempio, conferiscono note caratteristiche di erbaceo, menta, canfora e resina rispettivamente.

Quanto emerso per i monoterpeni trova maggiore conferma con i chetoni. Si tratta di composti organici il cui nome deriva da quello dell'acetone, che è il più semplice composto della serie. Essi sono caratterizzati da un gruppo funzionale carbonile C=O, legato direttamente a due radicali alchilici. I chetoni sono presenti negli oli essenziali di molte piante e alcuni di essi trasmettono odori particolari (carvone, menta, lavanda, noce, ecc.). Questa classe di composti può raggiunge nell'erba pascolata dalle capre concentrazioni ben superiori a quelle dei terpeni. Nell'erba invernale si raggiungono concentrazioni anche tre volte superiori ai terpeni, mentre in quella primaverile di 1-2 volte. Come si può osservare nella figura 5.6 il formaggio presenta un profilo pressoché identico a quello dell'erba, probabilmente dovuto proprio alla più alta concentrazione rinvenuta in quest'ultima. Nel formaggio si ritrovano chetoni quali il 2-propanone, il 2-butanone e il 2-nonanone, in grado di conferirgli note caratteristiche di fieno, di burro e di latte rispettivamente. Questi risultati, e quelli emersi a carico dei terpeni, indicano che anche sul profilo aromatico non si manifesta un'evidente influenza del processo digestivo.

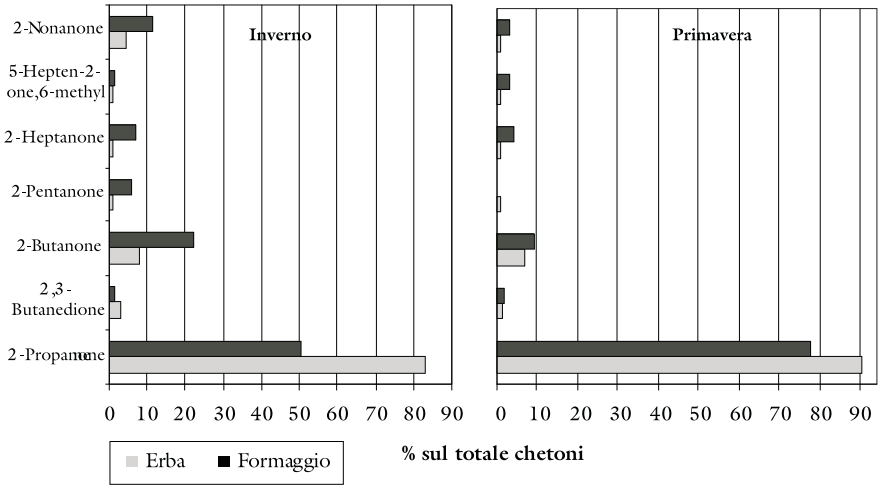


Figura 5.6 - Confronto tra il profilo chetonico dell'erba pascolata e quello del formaggio (Fedele *et al.*, 2003).

5.3.2. Valutazione sensoriale

Per verificare se le differenze analitiche potessero avere un riscontro a livello sensoriale, alcuni latti e caciotte di capra a 1 e 20 giorni di stagionatura sono stati sottoposti a valutazione sensoriale tramite un panel di assaggiatori addestrati. I prodotti, espressione di un sistema alimentare a base di fieno e concentrato e di due al pascolo, uno integrato e l'altro no, sono stati valutati con un test triangolare: ad ogni assaggiatore venivano presentati tre formaggi di cui due uguali. Gli assaggiatori sono stati in grado per il 72% di distinguere per l'odore e per il 40% per il sapore (Figura 5.7) il latte prodotto dalle capre con solo pascolo (P) da quello delle capre alimentate con fieno e concentrato (S). Pas-

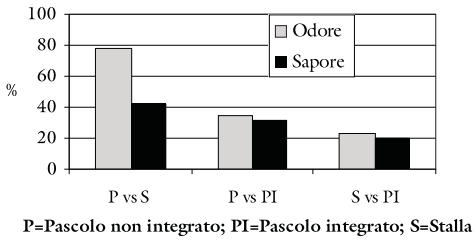


Figura 5.7 - Valutazione sensoriale del latte (Claps *et al.*, 2001).

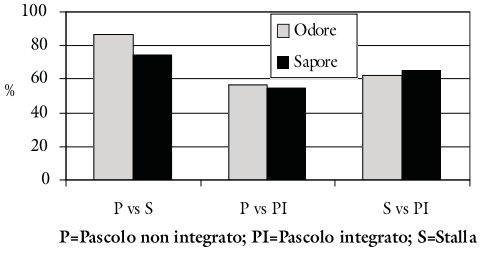


Figura 5.8 - Valutazione sensoriale del formaggio a 1 giorno di stagionatura (Claps *et al.*, 2001).

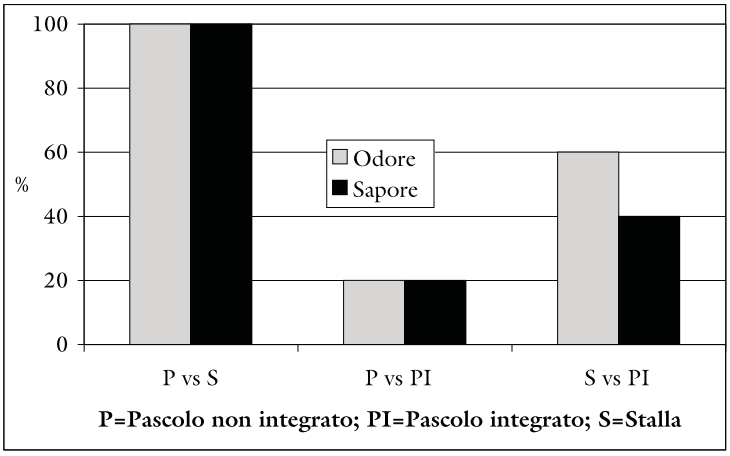


Figura 5.9 - Valutazione sensoriale del formaggio a 20 giorni di stagionatura (Claps et al., 2001).

sando al formaggio a 1 e 20 giorni di stagionatura, queste percentuali aumentano rispettivamente a 82 e 68% per il formaggio a 1 giorno (Figura 5.8) e al 100% per entrambi i parametri per il formaggio a 20 giorni di stagionatura (Figura 5.9). Quando le razioni hanno un fattore alimentare in comune, l'erba nel caso dei due gruppi al pascolo (P e PI) e il concentrato nel caso del pascolo integrato (PI) e della stalla (S), la capacità degli assaggiatori in grado di distinguere i prodotti si abbassa di molto. Il fatto che un solo alimento in comune crei difficoltà nel discriminare i prodotti è un'ulteriore conferma che l'alimentazione in qualche misura, e con meccanismi e incidenza non noti, concorre alla caratterizzazione chimico-aromatica e sensoriale dei prodotti.

5.4. Qualità nutrizionale

Per lungo tempo la gran parte delle ricerche è stata finalizzata allo studio dell'alimentazione animale quale fattore condizionante il contenuto in macrocostituenti del latte (grasso, proteine). Negli anni più recenti, dietro stimoli di varia natura, la qualità nutrizionale quale elemento di salvaguardia della salute umana ha assunto un'importanza sempre crescente e, con essa, si sono sviluppati nuovi settori di ricerca finalizzati ad una più profonda conoscenza dei nutrienti in grado svolgere un ruolo funzionale di nutrizione e protezione a livello dell'organismo umano. Grazie ai nuovi studi, oggi siamo più consapevo-

li circa l'importanza di alcuni costituenti organici degli alimenti: vitamine, minerali, acidi grassi, colesterolo e acidi linoleici coniugati (CLA).

5.4.1. Le vitamine

Questi nutrienti sono presenti in misura maggiore nei tessuti verdi delle piante. Le foglie ne sono particolarmente ricche e quelle giovani molto più rispetto alle senescenti. Poiché i ruminanti, e particolarmente le capre, brucano preferibilmente le foglie e i giovani germogli (Fedele *et al.*, 1993), la loro dieta ne risulta particolarmente ricca. Gli studi in materia hanno evidenziato che le capre alimentate con fieno e alte quantità di concentrato (Fedele *et al.*, 1994) vanno facilmente incontro a carenza minerale e vitaminica (Vit.E in particolare), mentre quelle alimentate al pascolo non manifestano alcuna carenza (Claps *et al.*, 1994). Molte delle vitamine contenute nei tessuti verdi delle piante sono distrutte dal calore e dalla luce, ecco perché i fieni e l'erba senescente dei pascoli ne possono contenere anche il 90% in meno (McDonald *et al.*, 1992).

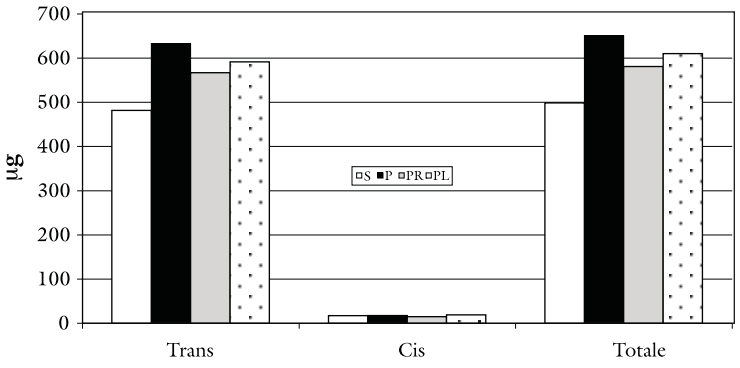
Retinolo (vitamina A)

Origine nel latte

La vitamina A è nota chimicamente come retinolo. Essa può essere fornita come tale con i prodotti animali quali l'olio di fegato di merluzzo e il fegato o indirettamente con i prodotti vegetali quali carote e spinaci in particolare. Questi ultimi non contengono la vitamina A, ma provitamine quali l'alfa e il beta carotene che, a livello dell'intestino e del fegato, vengono trasformate in retinolo. Per i consumatori, il latte e suoi derivati rappresentano una risorsa interessante di vitamina A, per i neonati la principale (Debry, 2001). Nei ruminanti, la vitamina A deriva principalmente dalla conversione dei carotenoidi contenuti nei foraggi. Queste sostanze sono dei pigmenti la cui primaria funzione è di proteggere la pianta dalla foto-ossidazione e di contribuire, insieme alla clorofilla, alla conversione della luce solare in energia. La vitamina A ha evidenziato un'attività antiossidante, neutralizzando l'attività ossidativa dell'ossigeno ed eliminando i radicali liberi. La vitamina A del latte deriva dal sangue previa filtrazione a livello della ghiandola mammaria. La colorazione gialla del grasso e del latte dei bovini è correlata soprattutto al contenuto di β-carotene (Prache *et al.*, 2002). Nel latte di capra è presente la vitamina A come tale e non come β-carotene, ecco il motivo per cui il latte di questa specie si presenta di colore bianco.

Effetto dell'alimentazione

I vegetali verdi contengono buone quantità di retinolo, ma quando esposti alla luce e al calore ne perdono una parte in proporzione al tempo e alla temperatura di esposizione (Park *et al.*, 1983). Nel latte sono presenti gli isomeri trans e cis del retinolo, i quali manifestano una differente attività vitaminica A. Al cis-retinolo è imputata una più bassa attività vitaminica (Scott *et al.*, 2000). Le indagini condotte sul latte di vacca hanno messo in luce che la base foraggera rappresenta un elemento di diversificazione nutrizionale della produzione. Le più alte concentrazioni sono rinvenute nel latte prodotto da vacche alimentate al pascolo quando l'erba è giovane o con insilato di loiessa, le più basse nel latte delle vacche alimentate con fieno o con razioni ricche di concentrati (Martin *et al.*, 2002). Anche il latte di capra presenta sensibili variazioni per effetto della base foraggera. La presenza nella razione di erba di pascolo naturale comporta un maggiore arricchimento del latte in vitamina A rispetto al fieno. Quanto riportato nella figura 5.10 dimostra, infatti che, a parità di concentrato nella razione, il latte prodotto dalle capre al pascolo (PL e PR) contiene il 20% circa in più di trans-retinolo rispetto a quello prodotto dalle capre alimentate alla stalla (S), differenza questa che aumenta al 31% nel confronto col latte delle capre al pascolo senza integrazione (P). Il contenuto in trans-retinolo nel latte delle capre al pascolo appare direttamente correlato all'ingestione di erba: passando dal gruppo a zero erba (S) ai gruppi PR e PL l'erba nella dieta cresce di 381,7 ± 96,5 g/capo/giorno e raggiunge 568,7 ± 69,4 g nel gruppo P.

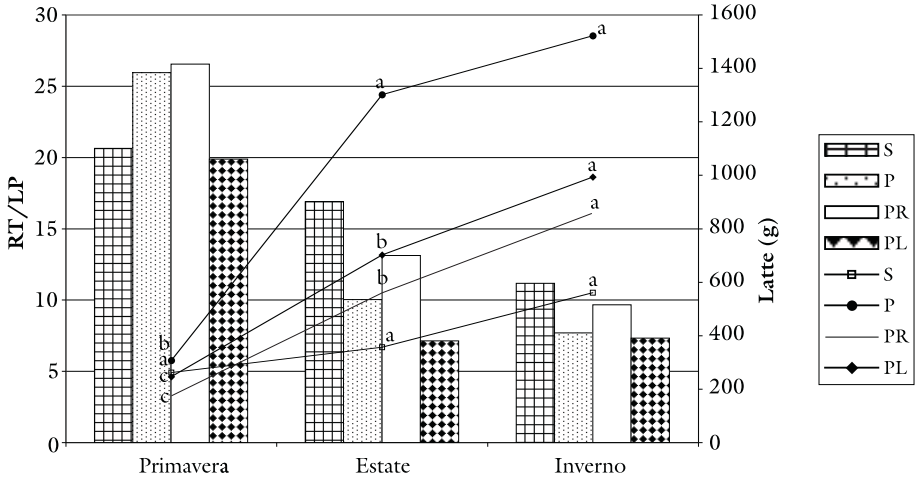


S=Fieno + 600 grammi di mangime commerciale
P= Solo pascolo
PR=Pascolo+ 600 g/capo/giorno di concentrato di rapida degradavilità
PL= Pascolo+600 g/capo/giorno di concentrato di lenta degradabilità

Figura 5.10 - Effetto del trattamento alimentare sul contenuto del latte in retinoli (Fedele *et al.*, 2004b).

Non sempre e in tutte le condizioni l'erba esercita lo stesso effetto. La stagione di pascolamento, intesa soprattutto come stadio di sviluppo della vegetazione, sembra influenzare non poco il livello di retinolo del latte. Se si prende in considerazione non il contenuto in retinolo totale, ma il rapporto retinolo totale/quantità di latte prodotto (RT/QLT), utile a standardizzare il confronto, emerge che tale rapporto aumenta in misura diversa nei differenti trattamenti man mano che la produzione di latte decresce (Figura 5.11). Il trattamento con fieno e concentrati (S) è il meno efficace in assoluto e il meno variabile nel corso delle stagioni, quello con erba del pascolo (P, PR, PL) esercita un'efficacia diversa in rapporto alla quantità di erba ingerita dalle capre e alla stagione di pascolamento. La distribuzione di concentrato provoca una minore ingestione di erba (-28% nel trattamento PL e –32% nel PR) e di conseguenza un decremento del rapporto RT/QLT. La quantità di erba ingerita non sempre spiega ogni tipo di variazione: infatti, in estate ed inverno il rapporto RT/QLT è più alto nonostante la più bassa ingestione rispetto alla primavera (mediamente del 29%); stessa cosa in inverno rispetto all'estate e nonostante un'ingestione alquanto simile. Le ipotesi più verosimili per spiegare il fenomeno potrebbero essere due:

1) in primavera le piante sono per la gran parte in fioritura e le capre brucano in via preferenziale bottoni fiorali e fiori; in questo stadio vegetativo sembra che le piante sintetizzino soprattutto metaboliti secondari di dife-



a,b,c Valori sulla linea con la stessa lettera non sono statisticamente differenti (P>0.05)

Figura 5.11 - Variazione stagionale del rapporto RT/QLT (-) in relazione alla produzione di latte (□) (Fedele *et al.*, 2004b).

sa (Strauss *et al.*, 2004), per cui è probabile che il contenuto in retinolo nell'erba brucata sia più basso che nelle altre stagioni;

2) in estate l'erba è in gran parte secca o semisecca e di conseguenza nella dieta delle capre è presente una discreta percentuale di questo tipo di vegetazione (Fedele *et al.* 1993) che, per i motivi precedentemente spiegati, può contenere anche il 90% in meno di vitamine.

L'alfa tocoferolo (Vitamina E)

Origine nel latte e suoi derivati

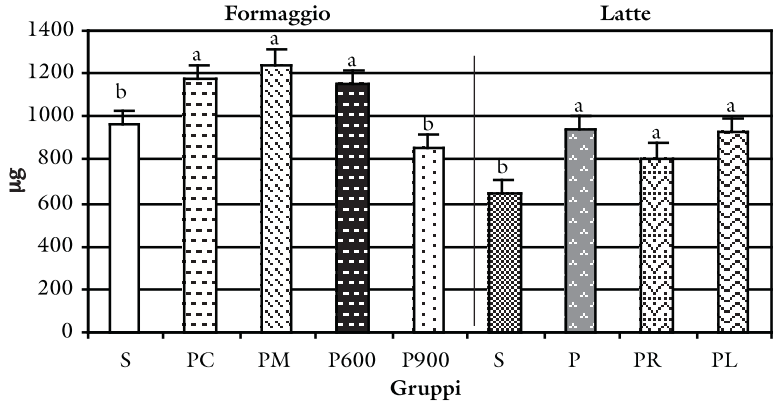
E' una delle vitamine più diffuse nei foraggi verdi e in particolare nelle foglie dove raggiunge il 20% in più rispetto agli steli (McDonald *et al.*, 1992). In natura la vitamina E trae origine dai tocoferoli α, β, γ e δ, di questi la forma alfa è quella biologicamente più attiva e più dotata di potere antiossidante.

Effetto dell'alimentazione

L'alimento distribuito all'animale, se verde o conservato, se foraggio o concentrato, rappresenta la principale causa di variazione del contenuto di vitamina E del latte. Le ricerche condotte sulle vacche hanno dimostrato che l'erba consumata direttamente da questi animali arricchisce di più il latte rispetto ai foraggi secchi distribuiti alla stalla (Thompson *et al.*, 1964; Kanno *et al.*, 1968), così come l'insilato di loiessa rispetto al fieno o alle razioni ricche in concentrati (Martin *et al.*, 2002). Anche le prove condotte sulle capre hanno fornito risultati simili (Pizzoferrato *et al.*, 2001). Quanto riportato nella figura 5.12 dimostra, infatti, che l'erba del pascolo arricchisce di più il latte e il formaggio di alfa tocoferolo che non il fieno e il concentrato. Eccezion fatta per il formaggio ottenuto dal latte prodotto dalle capre al pascolo che ricevevano 900 g/capo/giorno di concentrato (P900), tutti gli altri campioni di latte e formaggio presentano contenuti in questa vitamina ben superiori agli analoghi campioni delle capre alla stalla (S) alimentate con fieno e concentrato. L'integrazione delle capre al pascolo con 600 g/capo/giorno di concentrato abbassa il contenuto di alfa tocoferolo, ma mai ai livelli del latte e dei formaggi degli animali alla stalla.

Con una distribuzione di 600 g di concentrato il decremento medio, rispetto al gruppo PC, raggiunge 25 mg; aumentando l'integrazione a 900 μg, tale decremento raggiunge ben 323 μg.

L'ambiente di pascolamento, se collina (PC) o montagna (PM), non sembra influire più di tanto sul contenuto di questa vitamina.



a, b -valori con stessa lettera non sono statisticamente differenti (P>0.05)

S=stalla; PC=Pascolo collina;PM=Pscolo montagna; P600= PC+600 g concentrato; P900=PC+900 g conc.; P=Pascolo di valle; PR=P+conc. degradabilità rapida; PL=P+conc. a degradabilitàmeno rapida

Figura 5.12 - Effetto del trattamento alimentare sul contenuto del latte e del formaggio in α-tocoferolo (Fedele *et al.*, 2002).

Che i sistemi a base di erba garantiscono produzioni di latte più ricche in tocoferolo è confermato dalla retta di regressione della figura 5.13. L'incremento di erba nella razione da zero a 1150 g/capo/giorno consente di triplicare, o quasi, il contenuto di tocoferolo nel latte.

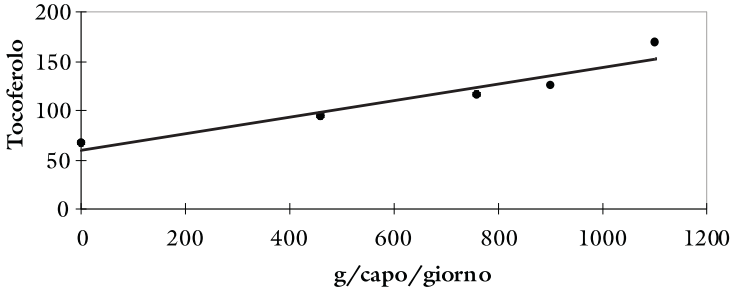


Figura 5.13 - Variazione del contenuto del latte in alfa tocoferolo per effetto della quantità di erba ingerita (Pizzoferrato *et al.*, 2000).

5.4.2. Il colesterolo

Questo nutriente del latte e dei suoi derivati è influenzato da molteplici fattori quali la specie animale (Popjipac, 1951; Cowie *et al.*, 1971; Mill *et al.*, 1974), la razza (Di Trana *et al.*, 2001), la distanza dal parto (Di Trana *et al.*, 2001) e

il sistema alimentare (Storry, 1988; Marsico *et al.*, 1993; De Jong *et al.*, 2003; Di Trana *et al.*, 2001). Nei ruminanti, il colesterolo si origina attraverso due vie principali (Long, 1979):

1) assorbimento per mezzo della ghiandola mammaria dalle lipoproteine del plasma che contengono colesterolo esogeno (alimentare) o sintetizzato per via endogena a livello del fegato e del piccolo intestino;
2) neo-sintesi nella ghiandola mammaria.

Nelle capre è stato calcolato che il 50-60% del colesterolo del latte proviene dal plasma sanguigno (Mills *et al.*, 1974).

L'alimentazione non sembra esercitare su questo componente organico del latte un effetto apprezzabile, probabilmente perché l'interazione con altri fattori assume maggiore peso.

Le ricerche in materia forniscono di frequente risultati contrastanti. Capre alimentate su prati di *Festuca arundinacea* (Figura 5.14) hanno prodotto un latte con circa il 20% in meno di colesterolo (sistema PFC) rispetto ad altre alimentate alla stalla (sistema S) con fieno e concentrato (Di Trana *et al.*, 2001). Le capre del sistema pascolo ricevevano un'integrazione di fieno e concentrato modulata in rapporto ai loro fabbisogni energetici, proprio per limitare l'influenza della lipomobilizzazione del grasso corporeo sui livelli di colesterolo del latte (Fedele *et al.*, 1997). Il trattamento alimentare sortisce risultati diversi in relazione alla razza utilizzata. La Maltese (M) evidenzia la tendenza a sintetizzare meno colesterolo della razza Derivata di Siria (S), come osservato nelle razze Alpine, Beetal e Alpina x Beetal da Arora *et al.*, (1976).

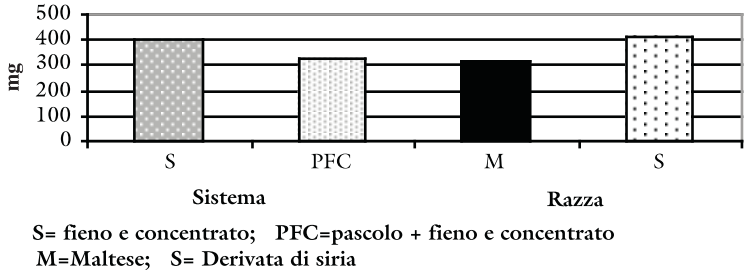
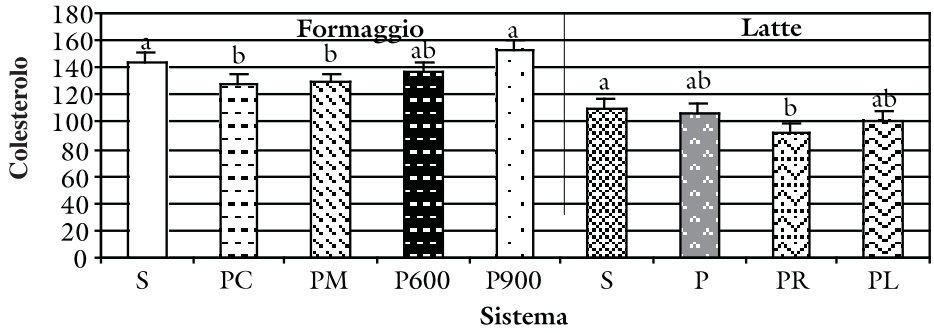


Figura 5.14 - Variazione del contenuto di colesterolo nel latte (mg/100 g di grasso) per effetto del sistema alimentare e della razza (Di Trana *et al.*, 2001).

L'analisi dei risultati relativi al contenuto di colesterolo degli stessi campioni sottoposti alla determinazione del tocoferolo fornisce indicazioni in parte differenti (Figura 5.15). A livello di formaggio, il colesterolo risulta più basso



a,b -valori con stessa lettera non sono statisticamente differenti (P>0.05)

S=stalla; PC=Pascolo collina; PM=Pscolo montagna; P600=PC+600 g concentrato; P900=PC+900 g conc.; P=Pascolo di valle; PR=P+conc. degradabilità rapida; PL=P+conc. a degradabilitàmeno rapida

Figura 5.15 - Effetto del trattamento alimentare sul contenuto(mg/100 g SS) del latte e del formaggio in colesterolo (Fedele *et al.*, 2002)

quando gli animali vengono alimentati con sola erba di pascolo (PC e PM) o con erba di pascolo più integrazione di 600 g/capo/giorno di concentrato; a livello di latte, l'alimentazione con sola erba di pascolo (P) non sortisce lo stesso effetto: infatti il contenuto in colesterolo del latte di questi animali è pressoché simile a quello degli animali alla stalla alimentati con fieno e 600 g/capo/giorno di concentrato (S). In questo secondo caso l'integrazione dell'alimentazione al pascolo con concentrati rapidamente (PR) o lentamente (PL) degradabili induce un decremento dei livelli di colesterolo nel latte. Questi risultati sembrano indicare che non esiste un effetto erba evidente, o che comunque lo può divenire solo se l'erba è sufficiente a soddisfare i fabbisogni degli animali. I dati della figura 5.15 forniscono indicazioni in tal senso; la somministrazione agli animali al pascolo di una quantità di concentrato pari a quelli alla stalla (600 g) riduce il colesterolo del latte.

5.4.3. Protezione antiossidante

A una molecola è riconosciuta una capacità antiossidante se è in grado di neutralizzare, o rallentare, i processi ossidativi a carico di una sostanza. Tra i nutrienti presi in considerazione in questa trattazione abbiamo l'alfa tocoferolo (antiossidante) e il colesterolo (sostanza da proteggere). Il primo è in grado di rallentare le reazioni di ossidazione a carico del secondo, o anche degli acidi grassi, di quelli insaturi più in particolare. É stato dimostrato che i prodotti dell'ossidazione del colesterolo ingeriti con la dieta sono quelli maggiormente

implicati nell'eziologia delle malattie coronarie e dell'aterosclerosi (Kumar e Singhall, 1991), per questo non assume particolare importanza il colesterolo totale contenuto in un alimento, ma il grado di protezione dai processi ossidativi di cui esso gode.
Per migliorare le caratteristiche nutrizionali e salutistiche delle produzioni lattiero-casearie, l'ottimale sarebbe poter abbassare il contenuto di colesterolo e innalzare la soglia della sua protezione antiossidante, ma già il raggiungimento di questo secondo traguardo sarebbe cosa più che positiva. Nei prodotti lattiero-caseari, questo parametro può essere calcolato secondo il metodo proposto da Pizzoferrato e Manzi (1999). Secondo questo metodo, si definisce grado di protezione antiossidante (GPA) il rapporto molare tra il composto antiossidante e quello da proteggere, nel nostro caso il rapporto molare tra l'alfa tocoferolo e il colesterolo.
La valutazione del GPA sul latte e i formaggi analizzati per contenuto in alfa tocoferolo e colesterolo evidenzia che tutti i prodotti provenienti dai trattamenti alimentari a base di fieno, o di pascolo dove il concentrato è dominante sull'erba (P900), presentano un colesterolo molto meno protetto rispetto ai trattamenti a base di erba (Figura 5.16). Che sia quest'ultima a garantire l'innalzamento della soglia di protezione antiossidante è dimostrato anche dal confronto fra i formaggi P900F e S900F. A parità di concentrato, il cambio di base foraggera da erba a fieno abbassa di non poco il GPA del colesterolo.

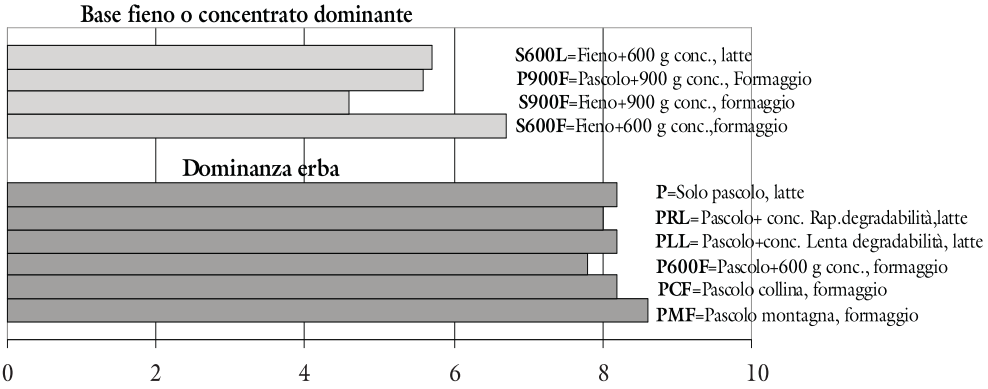


Figura 5.16 - Effetto del trattamento alimentare sul grado di protezione antiossidante (GPA) del colesterolo contenuto nel latte e nel formaggio (Pizzoferrato *et al.*, 2000).

5.4.4. Acidi linoleici coniugati (CLA)

Anche se questo aspetto della qualità del latte è trattato in un apposito capitolo, qui si vuole porre in rilievo come il pascolo naturale nel suo complesso, e la stagione di pascolamento nel particolare, sono in grado di modificare questi importanti nutrienti. Le capre alimentate al pascolo con sola erba (Figura 5.17) producono latte con un contenuto in CLA pressoché doppio rispetto a quelle alimentate alla stalla con fieno e 600 g/capo/giorno di concentrato. La stagione di pascolamento, con la sua differente composizione botanica e il diverso stadio fenologico delle piante, modifica il contenuto di CLA del latte. In inverno, quando le piante sono giovani e in piena stasi vegetativa e il pascolo è dominato dalle graminacee (*Lolium perenne, Dactylis glomerata, Bromus ordeaceus,* ecc.), il latte presenta un più alto contenuto di CLA. Queste variazioni si presentano correlate al contenuto di acido linolenico degli alimenti, che da una media del 50% circa dell'erba, passa a una di circa 6% del totale esteri metilici degli acidi grassi (FAME) della razione delle capre alimentate alla stalla, e da un valore medio del 40% su totale FAME dell'erba pascolata in primavera ed estate ad uno del 68% circa dell'erba pascolata in inverno (Di Trana *et al.*, 2004). L'erba, man mano che avanza nel suo sviluppo vegetativo, perde il suo effetto di arricchimento del latte in CLA proprio perché si impoverisce di acido linolenico.

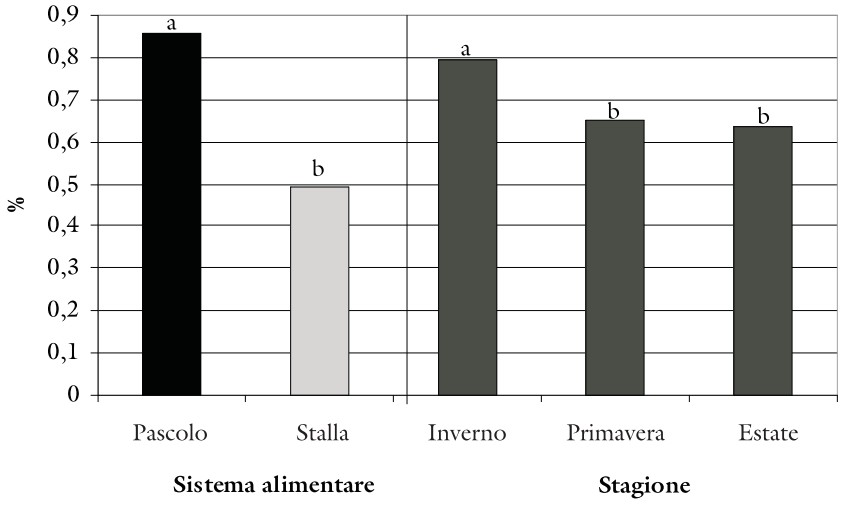


Figura 5.17 - Variazione del contenuto del latte in C:18:2 c9t11CLA (% su totale FAME) per effetto del sistema alimentare (Di Trana *et al.*, 2004).

5.5. Molecole di interesse farmacologico

Fra le numerose piante che crescono in un pascolo naturale molte sono usate dall'uomo a scopo medicinale per la cura delle più svariate malattie. La capra al pascolo bruca un numero elevato di piante e fra queste ve ne sono non poche classificate come medicinali (borragine, biancospino, malva, cicoria, finocchio, sonco, ecc.). L'animale, attraverso questa sua azione selettiva, può rappresentare un veicolo di trasmissione di molecole di interesse farmacologico dall'erba al latte e di conseguenza all'uomo. Lo studio qui presentato (Fedele *et al.*, 2002) dimostra che alcune molecole di interesse farmacologico presenti nelle piante brucate dagli animali si ritrovano tal quale nel latte (Figura 5.18). Capre alimentate con borragine (*Borago officinalis*) e biancospino (*Crataegus oxyacantha*) hanno prodotto latte dal profilo alquanto differente. Quello proveniente dalla dieta a base borragine (Bo) è il solo a contenere β-sitosterolo e 5,7,4-tri-flavonolo e manca della rutina, rinvenuta, invece, nel latte degli animali alimentati con biancospino (Co). Molto più interessante è la differenza tra questi due latti e quello del gruppo testimone (T). Nel latte di quest'ultimo, la cui alimentazione era a base di erba di pascolo naturale priva delle due piante studiate, è stata rinvenuta solo una leggera traccia di flavone e non le altre molecole. Ai flavoni, categoria a cui appartengono queste molecole, è riconosciuta un'attività antiossidante e, ad alcuni di essi, sono attribuite anche altre attività di particolare interesse: alla rutina è riconosciuto un ruolo nella prevenzione dei tumori e un'attività antiossidante (Aliaga *et al.*, 2004), al beta-sitosterolo si riconosce la capacità di ini-

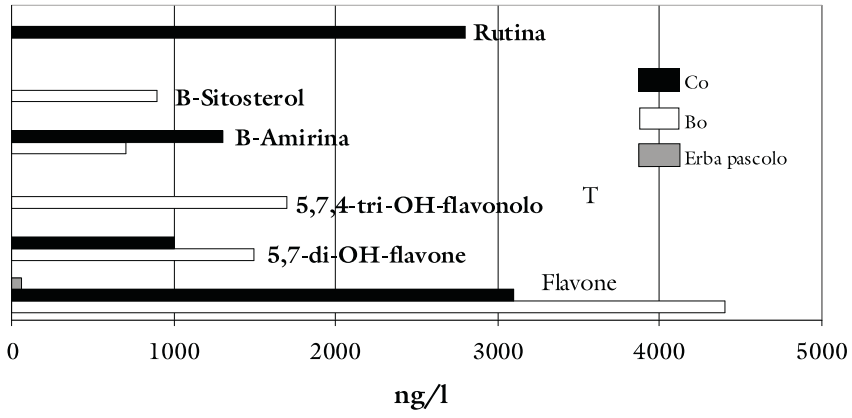


Figura 5.18 - Contenuto del latte in molecole di interesse farmacologico per effetto della pianta distribuita alle capre (Fedele *et al.*, 2002)

bire la crescita delle cellule tumorali (Awad *et al.*, 2005) e di elevare la soglia del dolore, alla β-amirina un'azione antinfiammatoria (Otuki *et al.*, 2005).

5.6. Considerazioni conclusive e prospettive future

Nonostante in questa trattazione siano stati esaminati solo alcuni aspetti della qualità aromatica e nutrizionale del latte e dei formaggi, le risposte ottenute sembrano indicare che l'alimentazione a base di erba di pascolo naturale rappresenti un fattore di diversificazione qualitativa del latte e suoi derivati. Rimangono comunque molti interrogativi ai quali, per carenza di informazioni specifiche in generale e sulla capra particolare, non è ancora possibile dare delle risposte. Non sappiamo ad esempio se sistemi al pascolo su risorse foraggere coltivate (erbai e prati) potrebbero garantire produzioni di latte e formaggi dalle caratteristiche qualitative sovrapponibili a quelli espresse dal pascolo naturale. Dalle limitate informazioni in materia sembrerebbe che la specie vegetale rivesta in questo campo un'importanza non trascurabile. Le conoscenze acquisite dicono che le graminacee sono le più povere in terpeni (Mariaca *et al.*, 1997; Viallon *et al.*, 1999; Bugaud *et al.*, 2001), dal che si desume che se si vuole produrre latte e formaggi ricchi di questi componenti volatili, erbai e prati coltivati con queste specie dovrebbero essere esclusi. Purtroppo, è impensabile o non proponibile coltivare specie delle famiglie botaniche più ricche di componenti aromatici quali le *apiacee*, *asteracee*, *plantaginacee*, ecc., (Mariaca *et al.*, 1977; Bugaud *et al.*, 2001). In questo campo, molto rimane ancora da chiarire. I chetoni, gli alcoli, gli esteri, abbondantemente presenti nella vegetazione e nel latte, si conoscono meno dei terpeni e ancora poco o nulla si sa circa il loro ruolo nella caratterizzazione aromatica del latte e dei formaggi. Il quadro si presenta più delineato per la qualità nutrizionale. I trattamenti di conservazione, qualunque essi siano, impoveriscono l'alimento soprattutto di vitamine. Anche se le future ricerche confermeranno, o rafforzeranno, il valore del pascolo naturale quale elemento di arricchimento del latte in componenti aromatiche gradite ai consumatori e in principi nutritivi utili all'uomo, in una società industrializzata come la nostra i sistemi al pascolo potranno sopravvivere? Di risposte se ne potrebbero dare tante, ma a parere di chi scrive sarà il consumatore del domani a dare la sentenza. Sulla base dei dati attuali sui consumi, riportati da molti mezzi di comunicazione (quotidiani, riviste, televisione), si può ben sperare nel futuro: sembrerebbe che i consumi di alimenti con marchio "biologico" o con immagine di "naturale" siano aumentati nell'ultimo anno di oltre il 300% e nonostante la tendenza dei prezzi a un progressivo rialzo.

Bibliografia

1. Aliaga C., Lissi E.A. 2004. Comparison of free radical scavenger activities of quercetin and rutin-An experimental and theoretical studi. Can. J. Chem. 82: 1558-1673.
2. Arore R.L., Bindal, M.L., Jain, M.K., 1976. Variation in fat unsaponifiable matter and cholesterol contents of goat's milk. Indian J. Dairy Sci., 29, 3: 191-196.
3. Awad A.B., Burr A.T., Fink C.S. 2005. Effect of resveratrol and b-sitosterol in combination of reactive oxygen species and prostaglandin release by PC-3 cells. Prostaglandin, Leucotrienes and essential Fatty Acids 72: 219-226.
4. Bosset O.J., Berger T., Bühler-Moor U., Bütikofer U., Collomb M., Gauch R., Lavanchy P., Mariaca R., Sieber R., Jeangros B., Scecovic J., Troxeler J., Dafflon O. 1997. Comparison of some highland and lowland Gruyere-type cheese of Switzerland: a study of their potential PDO/AOC/AOP characteristics. Proceeding of Euro Food chem. IX (2): 395-400.
5. Bugaud C., Buchin S., Coulon J.B., Hauwuy A., Dupo D. 2001. Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk. Lait 81: 401-414.
6. Claps S., Rubino R., Cogliandro E., Pilla A.M. 1994. Fabbisogni alimentari e nutritivi, comportamento alimentare e produzione di latte di capre allevate al pascolo con differenti integrazioni alimentari. Atti Giornata Scientifica "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini", Bella (PZ), 24 Novembre.
7. Claps S., Sepe L., Morone G., Fedele V. 2001. Differenziazione sensoriale del latte e della caciotta caprina in rapporto al contenuto d'erba della razione. Atti Convegno "I formaggi d'alpeggio e loro tracciabilità", Bella (PZ) 31 Agosto, L'Aquilone- La bottega della stampa, Potenza, 191-197.
8. Claps S., Rubino R., Fedele V., Morone G., Di Trana A. 2003. Effect of concentrate supplementation on milk production, chemical features and milk volatile compounds in grazing goats. First Joint Seminar of the Sub-Networks FAO-CIHEAM on Sheep and Goat Nutrition and on Mountain and Mediterranean Pastures. 2-4 October, Granada (Spain).
9. Coulon, J.B., Martin, B., Verdier-Metz, I., Buchin, S., Viallon, C., 2000. Etude du lien entre terroir et produit dans le cas de fromages AOC: influence de la composition floristique des fourages sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages affinés. 7èmes Recontres Recherches Ruminant, Paris, 6-7 décembre: 304-307.
10. Cowie A.T., Ducombe W.G., Folley S.J., Fran Easter D.J. 1971. The turnover time of dietary cholesterol in the lactating rat. Lipids, 6:645.
11. Debry G. 2001. Lait, nutrition et santé, Tec&Doc, Paris, France, 566 pp.
12. De Jong A., Plat J., Mensink R.P. 2003. Metabolic effect of plant sterols and stanols. J. Nutr. Biochem. 14(7): 262-369.

13. De Marco D. 1988. La "Statistica" del Regno di Napoli nel 1811, Tomo I. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.

14. Di TranaA., Cifuni G.F., Claps S., Brughieri A. 2001. L'influenza del sistema alimentare e della razza sul contenuto di colesterolo del latte di capre. In 'I formaggi d'alpeggio e loro tracciabilità', Bella (PZ), Italy. 31 agosto, L'Aquilone – La bottega della stampa, Potenza, 201-207.

15. Di Trana A., Cifuni G.F., Fedele V., Braghieri A., Claps S., Rubino R., 2004. Il sistema alimentare e la stagione influenzano il contenuto di CLA, omega-3 e acidi grassi trans nel latte di capra. Progress in Nutrition, 6(2): 109-115.

16. Fedele V. 2001a. Feeding and products qualità. 9th Seminar of the FAO-Ciheam Sub-Network on Sheep & Goat Nutrition, 8-10 Novembre, Hammamet, Tunisia.

17. Fedele V. 2001b. Grazing for different quality of cheese. Caseus 2: 36-40.

18. Fedele,V., Pizzillo, M., Claps, S., Morand-Fehr, P., Rubino, R., 1993. GRAZING behavior and diet selection of goats on native pasture in Southern Italy. Small Rum. Res., 11: 305-322.

19. Fedele V., Claps S., Rubino R., Cogliandro E., Pilla A.M.,1994. Fabbisogni alimentari e nutritivi, comportamento alimentare e produzione di latte di capre allevate in stalla in differenti sistemi alimentari. Atti Giornata Scientifica "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini", Bella, 24 Novembre.

20. Fedele V., Rubino R., Claps S., 1997. Produzione foraggera, utilizzazione dell'erba e performances produttive di capre allevate con differenti sistemi alimentari. Riv. di Agron., 31 (1): 333-337.

21. Fedele, V., Signorelli, F., Brancaleoni, E., Ciccioli, P., Claps, S., 2000. Effect of concentrate grain source and herbage intake on physical-chemical features and milk aroma of grazing goats. Proceeding of the 7th International Conference on Goats, 1: 167-170.

22. Fedele, V., Claps, S., Rubino, R., Sepe, L., Ciccioli, P., 2001. Relationship between volatile organic compound (VOC) profile and sensory properties of goats milk and cheese in different feeding systems, 9th Seminar of the FAO-CIHEAM Sub-Nework on Sheep and Goat Nutrition, 8-10 Novembre, Hammamet, Tunisia.

23. Fedele V., Sepe L., Pizzoferrato L., Manzi P., De Feo E., 2002. Influenza del pascolo sulla qualità nutrizionale e di tipo farmacologico del latte e dei formaggi. Comité Plénier Fromages "Special fromages de montagne", 21-22 Novembre, Saint-Vincent, Val d'Aoste.

24. Fedele V., Rubino R., Claps S., Pizzillo M., 2003. Composés volatils: de l'herbe au fromage. 5ème Colloque International sur les Fromages d'Alpages, 11-12 Septembre Arèches, France.

25. Fedele V., Claps S., Rubino R., Sepe L., Cifuni G.F. 2004a. Variation in terpenes content and profile in milk in relation to the dominant plants in the diet of grazing goats. South Afr. J. Anim. Sci., 34: 202-204.

26. Fedele V., Rubino R., Claps S., Manzi P., Marconi S., Pizzoferrato L., 2004b. Seasonal retinol variation in goat milk associated with grazing compared to indoor feeding. South Afr. J. Anim. Sci., 34: 165-167.

27. Fedele V., Rubino R., Claps S., Sepe L., Morone G. 2005. Seasonal evolution of volatile compound content and aromatic profile in milk and cheese from grazing goats. Small Rum. Res.(in stampa).

28. Kanno C., Yamauchi K., Tsugo T. 1968. Occurrence of γ-tocopherol and variation of a and γ-tocopherol in bovine milk fat. J. Dairy Sci. 51: 1713-1719.

29. Keen A.R., Wilson R.D. 1993. Pasture feeding – a contribution of additional flavour. Summary of Proceedings, Publisher: New Zealand Dairy Research Institute, Palmerston North, New Zeland: 24-31.

30. Kumar N., Singhal O.P., 1991. Cholesterol oxides and arteriosclerosis: a review. J. Sci. Food Agric., 55: 497-510.

31. Long C.A. 1979. Investigation of the origin of milk cholesterol in the goat. Ann. Arbor, Michigan U.M.I. Dissertation Information Service.

32. Mariaca, R., Berger, T., Gauch, R., Imhof, M., Jeangros, B., Bosset, O.J., 1997. Occurrence of volatile mono-and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products. J. Agric. Chem., 45(11): 4423-4434.

33. Marsico G., Di Trana A., La Notte E., Muscio A. 1993. Influence of breeding subsystem on the chemical and acid composition of milk fat in Podolica cows. Archivio Veterinario Italiano, 44: 108-117.

34. Martin B., Ferlay A., Pradel P., Rock E., Grolier P., Dupont D., Gruffat D., Besle J.M., Ballon N., Chilliard Y.& Coulon J.B., 2002. Variabilité de la teneur des laits en constituents d'intérèt nutritionell selon la nature des fourages consommés par les vaches latières. Rec. Rech. Rum., 9, 347-350.

35. McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D. 1992. Vitamine. In: Nutrizione Animale. Tecniche Nuove, Milano, 58-87.

36. Mills C. S., Scott T.W., Cook L.J., Nestel P.J.1974. Cholesterol metabolism in lactating. Ruminants Proc. Austr. Biochem Soc., 7:35.

37. O'Sullivan A.C. 1967. Milk flavour and off-flavour. Dairy Research Review series 3, An Foras Taluntais, National Dairying Research Centre, Moorepark, Fermoy, Co. Cok, Ireland.

38. Otuki M.F., Vieri-Lima F., Malheiros A., Yunes R.A., Calixto J.B. 2005. Topical antiinflammatory effect of the ether exstact from Protium kleinii and a-amyrin pentacyclic triterpene. European J. of pharm. 507: 253-259.

39. Park Y.W., Anderson M.J., Walters J.L., Mahoney A.W., 1983. Effect of processing methods and agronomic variables on carotene contents in forages and predicting carotene in alfalfa hay with near-infrared-reflectance spectroscopy. J. Dairy Sci., 66, 235-245.

40. Pizzoferrato L., Marconi S., Manzi P., Rubino R., Fedele V., Claps S., 2001. Biologico o pastorale? Gli effetti del sistema di allevamento sulla qualità chimico-nutrizionale del latte caprino. 5° Congresso Italiano di Scienza e Tecnologia degli Alimenti. Villa Erba, Cernobbio (CO), 13-14 Settembre.

41. Pizzoferrato L., Manzi P., Rubino R., Fedele V., Pizzillo M., 2000. Componenti bioattivi in prodotti lattiero-caseari caprini: influenza del sistema alimentare. IV Congresso Nazionale di Chimica degli Alimenti, 28-30 June, Ferrara (Italy), 426-431.

42. Pizzoferrato L., Manzi P. 1999. Effetto del pascolo sulla potenzialità antiossidante di formaggi caprini: risultati preliminari. Caseus 4: 28-30.

43. Popjipac G., Franch T.H., Folley S.J. 1951. Utilitation of acetate for milk fat synthesis in the lactating goats. Biochem. Journal, 48: 411.

44. Prache S., Priolo A., Tounadre A., Jailler R., Dubroecq H., Micol M., Martin B. 2002. Traceability of grass-feeding by quantifying the segnature of carotenoid pigments in herbivores meat, milk and cheese. Grassland Science in Europe, 7: 592-593.

45. Scott K.Y. & Rodriquez-Amaya D., 2000. Pro-vitamin A carotenoids conversion factors: retinol equivalents – fact or fiction?. Food Chemistry, 69: 125-127.

46. Storry J.E. 1988. The effect of dietary fat fat on milk comosition. In: Haresign W. and Cole D.A.J. Eds Recent Development in Ruminant Nutrition, 2, Butterworths, UK.

47. Strass S.Y., Irwin R.E. & Lambrix V.M., 2004. Optimal defence theory and flower petal colour predict variation in the secondary chemistry of wild radish.

48. Thompson S.Y., Henry K.M., Kon S.K. 1964. Factors affecting the concentration of vitamins in milk I. Effect of beed, season and geographical location on fat-soluble vitamins. J. Dairy Res., 31: 1-25.

49. Urbach G., Stark W., Forss D.A. 1972. Volatile compounds in butter oil II. Flavour and flavour threshold of lactones, fatty acids, phenols, indoles and skatole in deodourised synthetic butter. J. Dairy Res. 39: 35-47.

50. Viallon C., Verdiez-MetzI., Denoyer C., Pradel P., Coulon J.B., 1999. Desorbed terpenes and sesquiterpenes from forages and cheeses. J. Dairy Res., 66: 319-326

Capitolo 6

I FABBISOGNI ENERGETICI E PROTEICI DEI CAPRINI

Alberto Stanislao Atzori, Filippo Boe, Antonello Cannas
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

6.1. Introduzione

La misurazione quantitativa delle esigenze energetiche e proteiche è importante sia per poter fornire agli animali una quantità di alimenti sufficiente a coprirne i fabbisogni stessi, sia per definire le soglie di intensità di carico mantenibile ottimali degli allevamenti. Entrambi gli aspetti sono molto importanti perché i caprini sono allevati secondo tipologie e sistemi di allevamento (ad es. allevamenti estensivi bradi, allevamenti intensivi in stalla) che variano molto fra le diverse aree geografiche e, spesso, anche entro aree geografiche ristrette. La specie caprina, infatti, per la sua capacità di nutrirsi di risorse vegetali poco appetite da altre specie ruminanti, di adattarsi ad aree le più diverse, spesso con elevate pendenze, e di vivere in condizioni climatiche difficili, è diventata una specie geograficamente molto diffusa e spesso occupa spazi altrimenti inutilizzati. D'altra parte, quando le condizioni lo consentono questa specie manifesta notevoli capacità produttive, soprattutto in termini di produzione lattea.

6.2. Evoluzione dei fabbisogni in funzione dei livelli produttivi

L'importanza della stima dei fabbisogni per determinare l'intensità produttiva ottimale appare in maniera chiara quando, al variare del livello produttivo medio degli animali, si confrontano i fabbisogni energetici totali di un gregge con quelli per il solo mantenimento e la sola produzione di latte (Figura 6.1). Infatti, dato un gregge a numerosità e fecondità costante, i fabbisogni di mantenimento individuali e totali (ma anche quelli di accrescimento e di gravidanza) non variano al crescere del livello produttivo medio del gregge, mentre i fabbisogni totali crescono al crescere del livello produttivo con una proporzionalità minore rispetto al livello produttivo stesso, in quanto si ha una diluizio-

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 127-154

ne dei costi fissi di mantenimento. Se i fabbisogni energetici totali (mantenimento, accrescimento giovani, gravidanza e produzione di latte) vengono divisi per la produzione di latte totale del gregge, si può stimare il costo energetico medio di produzione di ciascun litro di latte. Come chiaramente dimostrato dalla figura 6.1, questi costi diminuiscono molto velocemente passando da bassi ad elevati livelli produttivi medi (da 2,1 UFL/kg di latte per una produzione di 150 kg/anno per capra munta a 0,80 UFL/kg latte con produzione di 550 kg/anno per capra munta).
Il livello produttivo ottimale dipenderà dalle disponibilità alimentari complessive dell'azienda, dalle loro fluttuazioni annuali e dal loro costo, fermo restando che in termini strettamente energetici, ma anche proteici, i costi di produzione per unità di prodotto diminuiscono drasticamente, nel nostro esempio di quasi tre volte, passando dai livelli produttivi più bassi a quelli più alti.

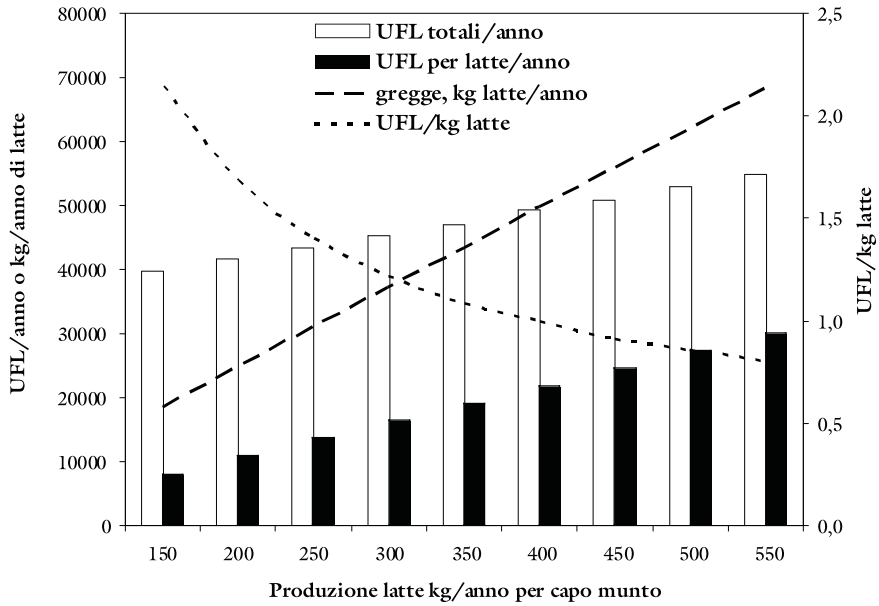


Figura 6.1 - Fabbisogni annuali di un gregge di 150 capre adulte, 30 caprette da rimonta e 5 becchi, considerando livelli crescenti di produzione di latte per capo munto. La simulazione è stata effettuata utilizzando il software Caprisoft (descritto nel capitolo 14) nell'ipotesi di peso corporeo medio delle capre adulte di 60 kg, con fecondità delle capre (adulte 182%, primipare 75%) e composizione del latte (4% di grasso) costanti.

6.3. Principali sistemi di stima dei fabbisogni energetici e proteici

Gli studi che hanno permesso di approfondire in maniera sistematica le conoscenze sulla nutrizione dei caprini sono per la maggior parte abbastanza recenti. Il primo lavoro di grande importanza e diffusione sulla stima dei fabbisogni dei caprini è quello di NRC (1981) "*Nutrient requirement of Goat: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*". Questo ritardo nelle ricerche sui fabbisogni di caprini si deve, almeno in parte, alla minore importanza economica nei paesi occidentali dei caprini rispetto ai bovini ed agli ovini. Fino agli anni novanta le informazioni sulla nutrizione dei caprini erano poco numerose e spesso basate su studi condotti in paesi tropicali o subtropicali, quindi difficilmente trasferibili nei climi temperati (Aguilera, 2001).

Successivamente all'uscita del sistema NRC (1981), sono stati pubblicati altri sistemi, che hanno sviluppato, anche per i caprini, fabbisogni in termini di energia netta e di proteina netta e metabolizzabile. In questo capitolo sono stati presi in considerazione alcuni di questi sistemi, sicuramente i più importanti e diffusi, ed in particolare i sistemi proposti dall'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 1988; INRA), dall'Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1998; AFRC), dalla Unidad de Nutrición Animal de Granada (Aguilera, 2001; Aguilera) e dal E(Kika) de la Garza Institute for Goat Research -Langston University (Sahlu *et al.*, 2004; IGR). I sistemi INRA ed AFRC hanno considerato quasi esclusivamente capre di razze da latte, quello di Aguilera la razza da latte Murciano-Granadina; il sistema IGR, infine, ha studiato separatamente i fabbisogni per razze da latte, per quelle da carne e rustiche e per la razza Angora.

Tutti i sistemi di alimentazione sono composti da una parte finalizzata alla stima dei fabbisogni, da un'altra che stima il valore nutritivo degli alimenti e da un'altra ancora che stima l'ingestione alimentare degli animali. Mentre la valutazione degli alimenti è generalmente condotta in maniera identica quale che sia la specie ruminante che poi deve utilizzare gli alimenti, i fabbisogni e l'ingestione alimentare sono generalmente calcolati con equazioni specie-specifiche.

Vista la stretta associazione tra stima dei fabbisogni animali e quantità e tipo di nutrienti ingeriti, l'analisi e il confronto dei vari sistemi non ha lo scopo e non consente di giudicare l'accuratezza dei diversi sistemi. Questo potrebbe essere fatto solamente con specifiche prove sperimentali che includano la misurazione di tutte le variabili previste da ciascun sistema. Invece, il confronto dei principali sistemi proposti per la stima dei fabbisogni energetici e proteici dei caprini

aveva lo scopo di:
a) evidenziare possibili differenze in informazioni richieste, livelli di aggregazione e flessibilità, anche in relazione con i sistemi proposti per ovini e bovini;
b) quantificare, simulando delle situazioni tipo, le differenze quantitative nei fabbisogni energetici e proteici proposti dai diversi sistemi.

6.4. I fabbisogni energetici

Per tutti i sistemi considerati l'approccio utilizzato nella stima dei fabbisogni è di tipo fattoriale: si ipotizza che non vi siano interazioni tra i fabbisogni delle diverse funzioni fisiologiche; questi ultimi vengono calcolati singolarmente e successivamente sommati.
Il sistema INRA utilizza una sola unità energetica (Tabella 6.1) per tutte le funzioni fisiologiche (mantenimento, produzione di latte, gravidanza, ecc.), la unità foraggera latte (UFL), che corrisponde a 1700 kcal di energia netta di lattazione. I sistemi AFRC, Aguilera e IGR stimano i fabbisogni in energia netta (NE) e li esprimono poi in termini di energia metabolizzabile (ME) utilizzando opportuni valori di efficienza (k), specifici per le varie funzioni fisiologiche (Tabella 6.1).
Le differenze quantitative tra le equazioni proposte dai vari sistemi per stimare l'efficienza di conversione della ME in NE per le diverse funzioni fisiologiche, sono state valutate sostituendo dei valori discreti alle loro variabili indipendenti (Tabelle 6.1 e 6.2). Per effettuare la conversione da NE a ME, nel caso dei sistemi AFRC ed INRA, si è reso necessario calcolare il rapporto ME/GE (GE = energia lorda), chiamato metabolizzabilità o q_m. Il sistema IGR utilizza come variabile indipendente per la stima delle varie efficienze la concentrazione in ME della razione (chiamata MEC), che è pari al prodotto fra q_m e GE; quest'ultimo è considerato costante e pari a 4,398 Mcal/kg di SS (18,4 MJ/kg di SS). Sia q_m che MEC sono stati calcolati ipotizzando livelli nutritivi di mantenimento. Le efficienze sono state quindi confrontate utilizzando per tutti i sistemi un *range* di q_m e MEC compatibile con i valori normalmente osservati negli allevamenti caprini. Il sistema Aguilera invece usa per le varie efficienze dei numeri puri e quindi non richiede la stima di variabili legate alla dieta ed al livello nutritivo.
L'efficienza d'utilizzazione della ME per il mantenimento (k_m) è identica per i sistemi AFRC e IGR, variando in entrambi i casi da 0,64 (diete di bassa qualità) a 0,75 (diete di elevata qualità) (Tabella 6.2). Aguilera propone un coefficiente (0,73) molto vicino a quello suggerito dai due precedenti sistemi per diete di elevata qualità. L'INRA usa per il mantenimento l'efficienza della lat-

tazione e quindi dei valori (da 0,56 a 0,64 a seconda di q_m) nettamente più bassi rispetto ai sistemi precedenti.
Per quanto riguarda l'efficienza di uso della ME per la sintesi del latte (k_l), i valori INRA, AFRC ed IGR sono molto simili tra loro, mentre ancora una volta Aguilera propone un coefficiente (0,67) molto vicino a quello suggerito da INRA e AFRC per diete di elevata qualità. In effetti, Aguilera ha condotto i suoi studi utilizzando diete di ottima qualità. Aguilera afferma anche che il suo k_l, sebbene più alto di quello trovato con stime biochimiche teoriche (0,60-0,65), non è differente dai valori di efficienza ottenuti in studi su caprini, ovini e bovini; ciò indicherebbe che non vi sono differenze specie-specifiche per l'efficienza di conversione nelle varie funzioni fisiologiche.
L'efficienza della conversione della ME in NE per accrescimento ed ingrassamento (k_g) è stimata in maniera identica da AFRC e IGR, mentre è pari a k_l, e quindi molto più elevata rispetto ai due sistemi precedenti, per il sistema INRA (Tabella 6.2). Aguilera invece non suggerisce alcun valore per k_g.
Una differenza rilevante è data dal valore della efficienza per la deposizione di riserve in lattazione, molto più alto per IGR rispetto agli altri sistemi, probabilmente per effetto di una imperfetta separazione fra k_l e k_g. Infatti, se si calcola la media matematica dei valori k_l e k_g in lattazione per IGR, si ottiene un valore di efficienza media in lattazione simile a quello misurato sperimentalmente da Aguilera per l'insieme di lattazione ed accumulo di riserve (Aguilera *et al.*, 1990).

6.4.1. Fabbisogni di mantenimento

L'AFRC ha basato la stima dei fabbisogni di mantenimento in gran misura sulle equazioni pubblicate da ARC (1980), derivanti da studi calorimetrici condotti prevalentemente su ovini o bovini a digiuno. L'AFRC consiglia di maggiorare i suoi fabbisogni di base del 10 % per il movimento minimo in ambienti confinati (correzione già inclusa in Tabella 6.3). Il sistema INRA si è basato su prove di bilancio materiale condotte su capre in fase discendente di lattazione, integrate con informazioni derivanti da altri sistemi. Aguilera ha basato la stima dei fabbisogni su studi calorimetrici specificamente condotti dal suo gruppo di ricerca sulla razza Granadina (Aguilera e Prieto, 1985; Aguilera e Prieto, 1986; 1991; Lachica *et al.*, 1995). I fabbisogni di mantenimento sono stati stimati con equazioni di regressione fra la ME ingerita giornalmente (MEI), con razioni che garantivano un bilancio energetico leggermente positivo, e l'energia ritenuta (RE), stimata sottraendo dalla MEI il calore basale corporeo (energia di mantenimento) misurato calorimetricamente. IGR, infine, ha sviluppato il suo modello basandosi sull'analisi statistica dei dati ottenuti con una vastissima rac-

colta bibliografica di studi calorimetrici e prove comparative di macellazione ricavate dalla letteratura scientifica. Gli animali del database appartenevano a 8 diverse razze ed a 5 diversi stadi fisiologici. I fabbisogni di mantenimento sono stati stimati con equazioni di regressione fra MEI e RE. Il sistema ha individuato fabbisogni di mantenimento specifici per diverse razze (da latte, da carne o rustiche, Angora), e categorie animali (giovani in accrescimento, adulte in asciutta e maschi castrati, capre in lattazione, maschi interi).
In tutti i sistemi per caprini i fabbisogni di mantenimento sono calcolati con riferimento ai fabbisogni di base, proporzionali al peso corporeo metabolico ($PV^{0,75}$) e corretti secondo diversi fattori, come già avviene nei sistemi più recenti per ovini (Tabella 6.3) e bovini (Cannas, 2000).

Tabella 6.1 - Efficienza di conversione della ME in NE per diverse funzioni fisiologiche secondo diversi sistemi.

	INRA	**AFRC**	**Aguilera**	**IGR**
Efficienza di mantenimento	k_l	k_m=0,503+0,35 q_m [1]	0.73	k_m=0,503+0,019 MEC [2]
Efficienza di lattazione	k_l =0,249 q_m+0,463	k_l=0,42+0,35 q_m	0,67 [3]	0,62÷0,59 [4]
Efficienza di accrescimento ed ingrasso	k_l [5]	k_g = 0,006+0,78 q_m [6]	nd	k_g = 0,006+0,0423 MEC [2]
k_g riserve in lattazione	k_l	0,95 k_l	0,907 k_l	0,75
k_g riserve in asciutta	k_l	k_g	nd	k_g
NE da dimagrimento → NE latte	0,80	0,84	0,84	0,84
NE da dimagrimento →NE mantenimento	nd [7]	0,80	nd	k_m
Efficienza per crescita pelo	nd	nd	nd	0,151 (razza Angora)

[1] q_m = MEC/GE a livello nutritivo di mantenimento (LN=1), ipotizzando una concentrazione di energia lorda (GE) = 4,398 Mcal/kg SS
[2] stessa equazione di AFRC, per l'efficienza corrispondente, riscritta per usare MEC invece di q_m; MEC = concentrazione energetica della dieta, MJ/kg SS
[3] valore ottenuto con diete pellettate
[4] questo sistema propone due procedure per stimare ME_m, ME_l and k_l; riguardo k_l, il primo valore corrisponde al cosiddetto metodo 1, che considera in valore unico, derivato da AFRC, di MEm per tutte le razze, il secondo al metodo 2, che invece varia MEm a seconda delle razze (da latte vs. indigene). In entrambi i casi k_l è stato calcolato correggendo le efficienze per tener conto del costo di escrezione dell'azoto in eccesso rispetto ai fabbisogni nelle urine;
[5] per animali da rimonta
[6] per diete pellettate k_g =0,78 q_m+0,006
[7] nd = non disponibile

Tabella 6.2 - Coefficienti di conversione della ME in NE, calcolati secondo quattro diversi sistemi, ipotizzando un qm della dieta che varia da 0,4 a 0,7 (da 7,36 a 12,88 MJ di ME/kg di SS).

	INRA	**AFRC**	**Aguilera**	**IGR**
Efficienza di mantenimento	0,56÷0,64	0,64÷0,75	0,73	0,64÷0,75
Efficienza di lattazione	0,56÷0,64	0,56÷0,67	0,67	0,62÷0,59[1]
Efficienza di accrescimento ed ingrasso	0,56÷0,64	0,32÷0,55	nd	0,32÷0,55
k_g riserve in lattazione	0,56÷0,64	0,53÷0,64	0,66	0,75
k_g riserve in asciutta	0,56÷0,64	0,32÷0,55	nd	0,32÷0,55
NE da dimagrimento → NE latte	0,80	0,84	0,84	0,84
NE da dimagrimento →NE mantenimento	nd [2]	0,80	nd	0,64÷0,75

[1] si veda al nota [4] della tabella 6.1
[2] nd = non disponibile

La comparazione tra i diversi sistemi dei fabbisogni di base in ME (Tabella 6.3) evidenzia come per diete di elevata qualità (q_m o MEC elevati) i fabbisogni siano simili fra INRA, AFRC e Aguilera, mentre per quelle di bassa qualità essi risultino maggiori per AFRC ed INRA. Il sistema di Aguilera propone un valore fisso, che, come detto precedentemente, è stato ottenuto con diete di elevata qualità. Le variazioni della ME di base osservate per IGR dipendono dalle attitudini produttive (razze da carne e rustiche, da latte ed Angora) e non dalla qualità della dieta, con differenze piuttosto elevate fra le diverse attitudini considerate. Qualunque sia il sistema usato, i fabbisogni per caprini sono sempre nettamente superiori di circa il 20% di quelli per ovini (Tabella 6.3).
Quando invece i fabbisogni di mantenimento di base sono espressi in termini di NE, essi risultano maggiori e simili tra loro per AFRC ed Aguilera, nettamente inferiori per INRA. I valori di IGR sono, rispetto a quelli di AFRC ed Aguilera, simili o superiori, a seconda della qualità della dieta, per le razze da latte e simili o inferiori per quelle rustiche.
Tutti i sistemi correggono il mantenimento anche in base ai fabbisogni di movimento associato al pascolamento; vista l'importanza peculiare di questo fabbisogno in questa specie, esso sarà specificamente trattato in un altro paragrafo.
L'effetto del sesso e dell'età sui fabbisogni di mantenimento è considerato solamente dai sistemi di Aguilera ed IGR, con valori maggiori per i maschi e per i giovani.

Nessuno dei sistemi per caprini stima l'effetto degli stress da freddo o da caldo sui fabbisogni di mantenimento, a differenza di quanto avviene nei sistemi per ovini (Tabella 6.3). Come unica eccezione, il sistema IGR corregge i fabbisogni di mantenimento in funzione dell'acclimatamento, in base alla temperatura

Tabella 6.3 - Fabbisogni di mantenimento nei vari sistemi per caprini e loro confronto con i sistemi CNCPS e MIPAF per ovini.

	OVINI	**CAPRINI**			
Fabbisogni di base	CNCPS[1] MIPAF[2]	INRA	AFRC	Aguilera	IGR
NE, kcal/kg $PV^{0,75}$	60,3÷51,9[3]	65,3	75,3	73,6	64,6÷75,8[4] 76,7÷89,9[5]
k_m o k_l[6]	0,64	0,56÷0,64	0,64÷0,75	0,73	0,64÷0,75
ME, kcal/kg $PV^{0,75}$	94,2÷80,4	116,6÷102,1	117,6÷100,3	100,8	101,0÷119,8[7]
Correzioni					
Razza	no	no	no	Grana dina	carne e rustiche; latte; Angora
Sesso	si	no	no	si	si
Età	si	no	no	si	si
Pascolamento	si	si	si	si	si
Stress da freddo	si	no	no	no	no
temperatura	si	no	no	no	no
pioggia	si	no	no	si	no
perdite per irragg.	si	no	no	no	no
acclimatamento	si	no	no	no	si
spessore cute	si	no	no	no	no
Spessore lana/pelo	si	no	no	no	no
Riserve Corporee	no	no	no	no	si
Produzione urea	si	no	no	no	no
Produzione	0,09 MEI[8]	no	no[9]	no	no

[1] Cannas *et al*, 2004
[2] Cannas ed Atzori, 2005
[3] variazioni dovute all'età degli animali
[4] razze da carne o rustiche
[5] razze da latte; per la razza Angora i fabbisogni in ME di mantenimento sono di 113,0 kcal/kg $PV^{0,75}$
[6] il *range* di k_m (AFRC e IGR) e k_l (INRA) è stato stimato considerando variazioni da 0,4 a 0,7 per q_m (sistemi AFRC ed INRA), e da 7,36 a 12,88 MJ pr kg di SS (IGR), ipotizzando GE = 4,398 Mcal/kg
[7] il valore inferiore è per razze da carne o rustiche, quello superiore è per razze da latte
[8] fattore moltiplicativo. MEI = ingestione giornaliera di ME
[9] i fabbisogni complessivi in ME (mantenimento, produzione, gravidanza, ecc.) sono moltiplicati per il fattore di correzione [1+0,018 (Ln-1)], dove Ln è pari al livello nutritivo, per tener conto della diminuzione di digeribilità che si ha con livelli nutritivi superiori ad 1

media del mese precedente e quella attuale, applicando lo stesso metodo usato dal CNCPS Ovini (Cannas *et al.*, 2004) e dal MIPAF per ovini (Cannas ed Atzori, 2005) e precedentemente proposto da NRC (1981). La mancanza di modelli per stimare l'effetto del freddo e del caldo sui fabbisogni rappresenta sicuramente una lacuna importante di questi sistemi, in quanto nei climi temperati i caprini vivono spesso ad elevate altitudini, e quindi sono soggetti a stress da freddo, e sono molto diffusi nelle aree tropicali ed equatoriali, dove lo stress da caldo è molto comune.
Nessuno dei sistemi per caprini, in contrasto con i più recenti sistemi per bovini (Fox *et al.*, 2004) ed ovini (Cannas *et al.*, 2004), propone equazioni per stimare il costo energetico derivante dalla trasformazione dell'ammoniaca ruminale od endogena in urea (Tabella 6.3). Tuttavia, i fabbisogni di mantenimento del sistema IGR sono stati aggiustati per tener conto degli esperimenti nei quali vi era eccesso proteico e quindi un certo costo di produzione dell'urea.
Poiché gli animali sottoalimentati riducono i fabbisogni di mantenimento, come meccanismo di adattamento fisiologico, il sistema IGR considera una correzione che tiene conto delle riserve corporee (BCS < 3) e delle settimane di restrizione alimentare precedenti al momento del calcolo dei fabbisogni (Sahlu *et al.*, 2004); tale tipo di correzione non è inclusa in questi termini nei modelli per ovini, che invece tengono conto in maniera diretta dell'effetto del livello nutritivo sui fabbisogni di mantenimento (Tabella 6.3). Aguilera considera una correzione aggiuntiva per il mantenimento dovuta all'attività masticatoria: la produzione di calore corporeo varia con la quantità di sostanza organica digeribile ingerita e con il tipo di alimento.

6.4.2. Fabbisogni per l'attività fisica

I fabbisogni per l'attività fisica sono quelli dovuti alla trasformazione di energia chimica in lavoro meccanico; per animali al pascolo sono particolarmente importanti l'attività di locomozione, legata alle distanze percorse e all'asperità del suolo su cui gli animali pascolano, e l'attività di masticazione. Per l'attività di locomozione i fabbisogni variano tra le diverse specie a causa di adattamenti nella morfologia, fisiologia e comportamento degli animali (Aguilera, 2001). I sistemi qui considerati esprimono i fabbisogni per l'attività di pascolamento in due modi: uno, più semplice, che aumenta le esigenze di mantenimento moltiplicandole di un valore percentuale appositamente stabilito a seconda delle condizioni di pascolamento e della disponibilità di biomassa (NRC, 1981); l'altro stima i fabbisogni di pascolamento in funzione di più variabili, seguendo un approccio fattoriale (Tabelle 6.4 e 6.5).

Il sistema INRA (Tabella 6.4) si basa su studi di Blaxter (1962) e suggerisce un fabbisogno unitario per distanza percorsa. Inoltre, lo stesso sistema propone, in base a dati di percorrenza media di varie situazioni ambientali (Morand-Fehr *et al.*, 1987), dei valori indicativi, espressi come percentuale del mantenimento, che variano dal 10% in pascoli buoni, al 30% e fino all'80 % in pascoli di zone via via più marginali; tali valori sono molto vicini a quelli proposti da NRC (1981), che stima fabbisogni di pascolamento variabili dal 25% al 75% del mantenimento.
Il sistema di Aguilera (Tabella 6.4) propone, sulla base di misurazioni sperimentali della produzione di calore corporeo causata dal movimento, un'equazione esponenziale per stimare i fabbisogni necessari allo spostamento in funzione della pendenza (da -10% a +10%) e della componente orizzontale del tragitto percorso; la componente verticale è stimata differentemente se percorsa in senso discendente o ascendente (Lachica *et al.*, 1997c). Vengono stimati anche gli effetti delle condizioni meteorologiche, e quindi stagionali, sui fabbisogni di movimento (Lachica *et al.*, 1997b; 1999). Questo sistema propone diversi metodi di calcolo del costo energetico per l'attività fisica, tra cui tecniche calorimetriche e non calorimetriche e un metodo basato sull'uso del 13^C (Prieto *et al.*, 2001). Il costo di movimento ottenuto con queste ricerche è inferiore a quello riportato in bibliografia per ovini e bovini.
Il sistema AFRC (Tabella 6.4) calcola i fabbisogni sulla base dei dati riportati dall'ARC (1980), degli studi INRA (Morand-Fehr *et al*, 1987) e degli studi di Aguilera e collaboratori (Lachica *et al*, 1997b; 1997c; Prieto *et al*, 1997). Fornisce quindi propri valori riguardo ai fabbisogni per l'attività fisica, ma afferma che i valori tabulari sono in accordo con i sistemi già citati. L'AFRC propone fabbisogni unitari per tipo di movimento e fabbisogni complessivi per tipo di

Tabella 6.4 - Fabbisogni energetici per l'attività fisica per INRA, AFRC e Aguilera.

ATTIVITÀ	INRA	AFRC	Aguilera
Movimento orizzontale	0,02 UFL × km [1]	0,834 kcal/kg × km	0,80 kcal/kg × km
Movimento verticale	0,03 UFL × km [1]	6,69 kcal/kg × km	7,57 kcal/kg × km
Movimento verticale discesa			3,15 kcal/kg × km
Posizione eretta		2,39 kcal/kg × d	
Coricarsi e rialzarsi		0,062 kcal/kg	
Efficienza ME → NE		k_m [2]	0,31

km = chilometro
[1] in pratica l'INRA suggerisce di aumentare i fabbisogni di mantenimento dal 20% all'80% a seconda del tipo di pascolo utilizzato
[2] efficienza di mantenimento da Tabella 6.1

pascolo e per distinte condizioni di allevamento, tenendo conto delle distanze medie percorse dagli animali.
Il sistema IGR (Tabella 6.5) si basa sulle stime energetiche dei sistemi precedenti, rielaborate per tener conto di numerose altre variabili, secondo i metodi proposti da George (1984) e Rochinotti (1998) (citati da Sahlu *et al.*, 2004). I fabbisogni per attività fisica sono proporzionali ai tempi di pascolamento, sono calcolati come multipli del mantenimento e vengono corretti in funzione della qualità della dieta offerta, della distanza e del tipo di terreno percorsi. Per quanto riguarda la qualità della dieta, essa è valutata in funzione della sua sostanza organica digeribile apparente, mentre la distanza percorsa si misura in km percorsi orizzontalmente. Si assegna quindi un punteggio per il tipo di terreno, con valori che variano da 1 a 5, in cui 1 rappresenta terreno pianeggiante e 5 rappresenta terreno accidentato con elevate pendenze. Il valore finale è un coefficiente da moltiplicare per il fabbisogno di mantenimento. Non si tiene invece conto delle pur possibili interazioni tra le diverse variabili considerate.
Per quanto riguarda l'attività masticatoria, vi sono pochissimi studi sul costo energetico della contrazione e rilascio muscolare dovuto a prensione, masticazione, deglutizione, ruminazione, spostamento dell'alimento nel tratto gastrointestinale e influenza dello stato fisico chimico dell'alimento su questi processi. Il costo energetico di masticazione per la specie caprina è stato stimato per la prima volta da Aguilera su capre adulte fistolate tenute in gabbia metabolica. Per diversi alimenti su capre è stata misurato l'incremento di

Tabella 6.5 - Fabbisogni energetici per l'attività fisica secondo IGR.

VARIABILI	UNITÀ DI MISURA
INPUT	
Tempo di pascolamento e spostamenti	ore
Qualità della dieta come concentrazione dei nutrienti totali digeribili o digeribilità della sostanza organica	%
Distanza percorsa	chilometri
Tipo di terreno	1÷5 (scala qualitativa)
OUTPUT	
Costo energetico della attività di pascolamento	Coefficiente moltiplicativo dei fabbisogni in ME di mantenimento

produzione di calore corporeo in funzione del peso vivo dell'animale, del tempo di ingestione e ruminazione e della quantità di sostanza organica digeribile dell'alimento (Lachica *et al.*, 1997a). I vari esperimenti condotti da questo gruppo di ricerca hanno dimostrato che il costo energetico associato all'attività masticatoria è dovuto quasi esclusivamente al processo di ingestione; questo costo varia, a seconda sostanza organica digeribile e della natura degli alimenti, dallo 0,4% della ME dell'alimento per granelle di orzo al 4,7 % della ME per i rami di olivo.

6.4.3. Fabbisogni per la produzione di latte

I fabbisogni per la produzione del latte sono calcolati a partire dal suo contenuto energetico misurato tramite bomba calorimetrica. Questo valore corrisponde alla NE necessaria per la produzione del latte stesso. Il valore di ME per la produzione di latte dipende dalla efficienza di conversione della ME in NE, che varia a seconda che l'energia sia di origine alimentare o provenga dalla mobilizzazione di riserve corporee (Tabella 6.1). Il valore energetico del latte dipende soprattutto dal suo contenuto in grasso; i diversi sistemi propongono un valore energetico associato ad un certo contenuto lipidico ed equazioni che stimano il contenuto energetico del latte al variare del suo contenuto lipidico (Tabella 6.6). Il confronto fra i diversi sistemi evidenzia la similarità dei valori di NE proposti da AFRC e IGR ed il valore molto basso utilizzato da Aguilera. Il sistema INRA si pone in posizione intermedia. Queste differenze potrebbero essere dovute a differenze nel contenuto di proteina del latte usato come riferimento dai diversi sistemi.

6.4.4. Fabbisogni complessivi per il mantenimento e la produzione di latte

Al fine di chiarire gli effetti di tutte le variabili sinora considerate sui fabbisogni totali dei caprini, una simulazione è stata sviluppata considerando capre di diversa mole (50 e 70 kg di PV) e diversi livelli produttivi (da 0 a 4 litri di latte col 4% di grasso) (Figura 6.2). Il confronto evidenzia come i diversi sistemi stimino in maniera simile i fabbisogni di ME di mantenimento, con eccezione per il sistema IGR, che propone fabbisogni di circa il 10% più elevati degli altri sistemi complessivi. Questa differenza iniziale si mantiene costante al crescere della produzione di latte fra i sistemi AFRC ed INRA, molto simili fra loro, ed il sistema IGR, ad indicare che i fabbisogni per la produzione di latte sono molto simili fra i tre sistemi appena menzionati (Figura 6.2). Infatti, le rette risultano leggermente differenti nell'intercetta e sono quasi parallele fra di loro. Si differenzia da questo andamento il sistema di Aguilera, che a causa del basso valore di NE assegnato al latte (Tabella 6.6) e dell'elevato valore di k_l (Tabelle 6.1 e

Tabella 6.6 - Stima del contenuto energetico del latte secondo diversi sistemi.

Sistema	Unità di Misura	Correzioni per stimare la NE del latte	NE (kcal) con latte al 4% di grasso[1]
INRA	kcal di NE per kg	656[2] ± (11,7 × ΔG% × 10)	715
AFRC	MJ/d di NE per kg	0,0406 × G + 1,509[3]	749
Aguilera	MJ/d di NE per kg	nd	669
IGR	MJ/d di NE per kg	1,4694 + 0,4025 × G%	736

G% = % di grasso del latte G = g di grasso per kg di latte
[1] Valori calcolati con le equazioni di questa tabella
[2] NE del latte con il 3,5% di grasso; 2,9% di proteina; 4,3% di lattosio, corretta in funzione della variazione della % di grasso (ΔG%) rispetto al 3,5%
[3] equazione per vacche da latte (Tyrrel and Reid, 1965)

6.2), stima dei costi energetici in ME complessivi molto inferiori agli altri sistemi. La differenza tra le stime maggiori (IGR) e quelle più basse (Aguilera) raggiunge e supera la soglia di 1 Mcal di ME/d (il 15% dei fabbisogni totali) per i livelli produttivi maggiori.

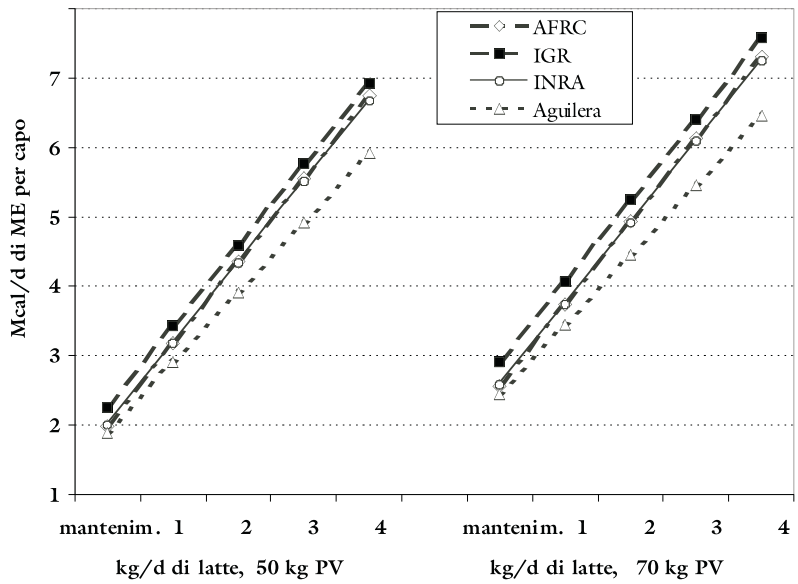


Figura 6.2 - Fabbisogni complessivi di mantenimento e lattazione in ME secondo diversi sistemi di alimentazione, nell'ipotesi di q_m = 0,6 o di 11,04 MJ di ME/kg di SS e di produzione di latte al 4% di grasso. Per IGR si è cosiderato il valore di mantenimento per razze da latte.

6.4.5. Fabbisogni di gravidanza

Tutti i sistemi qui considerati indicano che l'aumento dei fabbisogni alimentari durante la gravidanza dipende dai costi associati all'accrescimento dell'utero, del feto, della placenta, degli invogli fetali e della mammella. Si stima per questo processo fisiologico una costo energetico che varia da 2 a 2,5 volte l'energia fissata nell'utero (INRA,1988).

Il sistema INRA stima i fabbisogni di NE di gravidanza sulla base del peso totale dei capretti nati per parto (Morand-Fehr *et al*, 1987; INRA, 1988). L'equazione, proposta originariamente da Tissier ed Theriez (1978; citato da INRA, 1988) sembra errata in quanto conduce a valori di fabbisogni in NE estremamente bassi. Comunque sia, sulla base della succitata equazione il sistema INRA propone dei fabbisogni di gravidanza in proporzione dei costi di mantenimento della madre, pari al 13% per il 4°mese ed al 25% per il 5°mese. In effetti, secondo l'INRA i fabbisogni di gravidanza sono trascurabili negli altri mesi.

L'AFRC basa le proprie stime sull'assunto che sia per peso dei feti che per durata della gravidanza i caprini possano essere assimilati agli ovini. I fabbisogni energetici e proteici sono quindi calcolati in base all'energia ritenuta (energia netta) durante la gestazione dall'utero, dal feto e dagli annessi fetali, secondo una curva di crescita descritta dal modello di Gompertz (ARC 1980). Sulla base di dati pubblicati su ovini (McDonald *et al*, 1979) e considerando per la razza British Saanen un peso dei capretti medio di 4,4 kg, 3,95 kg e 3,65 kg, rispettivamente per gravidanze da 1, 2 e 3 capretti, il contenuto uterino totale viene messo in relazione al peso e al numero dei feti. Come risultato applicativo il sistema fornisce una serie di valori tabulari di fabbisogni di gravidanza in cui le variabili sono date dai giorni dal parto (successivi al sessantesimo) e dal numero dei feti.

L'IGR utilizza un approccio molto simile a quello dell'AFRC (1998), ipotizzando capretti di 2, 3, 4, e 5 kg ma dividendo la gravidanza in intervalli di 10 giorni a partire dal 91° giorno in poi, ipotizzando quindi che la gravidanza induca fabbisogni energetici apprezzabili solo dopo il 3° mese. In aggiunta, questo sistema considera fabbisogni diversi e decrescenti, a parità di peso totale del o dei feti, al crescere del numero di nati per parto, presumibilmente perché a parità di peso totale dei capretti alla nascita, all'aumentare del numero dei nati per parto diminuisce la loro mole e quindi aumenta la proporzione di tessuti ossei rispetto a quelli muscolari e lipidici. Il sistema di Aguilera non fornisce indicazioni sui fabbisogni di gravidanza.

Al fine di comparare le stime sui fabbisogni di gravidanza, sono stati calcolati, secondo le procedure suggerite dai diversi sistemi, i fabbisogni in NE (Figura 6.3) ed in ME (Figura 6.4) per gli ultimi 3 mesi di gravidanza, considerando

una capra di 60 kg di peso vivo e gestante un feto di 4 kg e, limitatamente al sistema IGR, anche 2 feti da 2 kg ciascuno.
Nel complesso, i sistemi AFRC e IGR forniscono una stima molto simile tra loro dei fabbisogni di NE ed ME di gravidanza, anche se con andamenti contrapposti delle curve dei fabbisogni in funzione della distanza dal parto (una concava, l'altra convessa). Le due curve di IGR, che fanno riferimento ad 1 capretto da 4 kg o a due di 2 kg ciascuno, indicano come, a parità di peso fetale, all'aumentare del numero dei feti il fabbisogno totale diminuisca, soprattutto a fine gravidanza.
I fabbisogni INRA in NE, invece, appaiono molto alti se confrontati ai valori suggeriti dagli altri due sistemi. Questo è probabilmente da attribuire al fatto che il sistema INRA stima i fabbisogni di gravidanza in funzione del peso della madre e non di quello del feto. In termini di ME, la stima INRA dei fabbisogni a fine gestazione è molto più bassa di quella prevista da AFRC e IGR. La discordanza dei valori in ME e in NE dell'INRA deriva probabilmente dal fatto che il k di efficienza di conversione della ME in NE per la gravidanza utilizzato dall'INRA è di 0,64 mentre AFRC e IGR usano un valore pari a 0,133, precedentemente già proposto dall'ARC (1980) e utilizzato anche dalla gran parte dei sistemi di stima dei fabbisogni per ovini e bovini. Questa efficienza è molto bassa rispetto alle altre funzioni fisiologiche, poiché tutta l'energia non convertita in feto, e quindi quella associata alla crescita dell'utero, degli invogli fetali e della mammella, viene con-

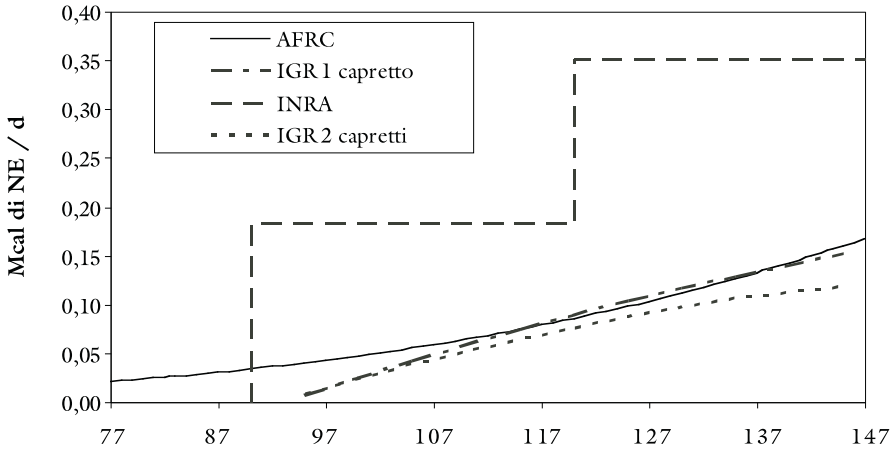


Figura 6.3 - Fabbisogni in NE per la gravidanza nell'ipotesi della produzione di un capretto di 4 kg (AFRC e IGR) o di due capretti di 2 kg ciascuno (IGR). Nel caso dell'INRA, si è considerato un peso corporeo della madre di 60 kg, in quanto questo sistema stima i fabbisogni di gravidanza in funzione del solo peso materno.

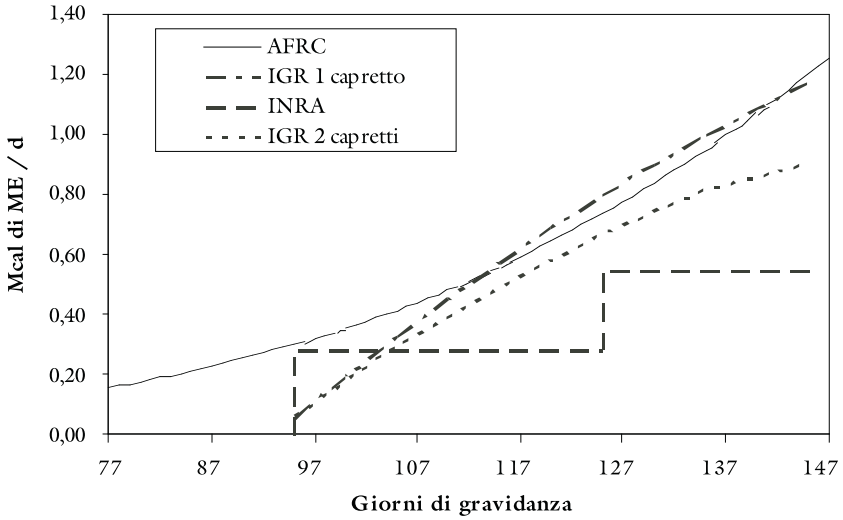


Figura 6.4 - Fabbisogni in ME per la gravidanza nell'ipotesi della produzione di un capretto di 4 kg (AFRC, INRA e IGR) o di due capretti di 2 kg ciascuno (IGR). Nel caso dell'INRA, si è considerato un peso corporeo della madre di 60 kg, in quanto questo sistema stima i fabbisogni di gravidanza in funzione del solo peso materno.

siderata come energia dispersa, non facente parte della NE. In termini riproduttivi il valore di 0,133 sottolinea lo sforzo materno compiuto per la riproduzione, ma se si tenesse conto dell'intero processo fisiologico della gestazione, includendo l'energia accumulata in tutti gli organi e tessuti che contribuiscono alla gravidanza, l'efficienza di conversione della ME in NE di gravidanza risulterebbe senz'altro molto più elevata e comparabile a quella di altri processi fisiologici.

6.4.6. Fabbisogni per le variazioni di peso corporeo

L'interpretazione delle variazioni in peso è spesso resa difficile dalle variazioni del volume e del contenuto dell'apparato digerente.

Il sistema INRA considera variazioni energetiche differenti per l'aumento di peso (6,63 Mcal di NEL/kg di aumento) o la sua diminuzione (6,29 Mcal di NEL/kg di perdita di peso); questi valori sono simili a quelli trovati per ovini e bovini dallo stesso INRA (1988). L'efficienza di conversione della ME in NE nel caso di guadagni di peso è pari a k_l, mentre per le riserve mobilizzate per la sola produzione di latte il k è pari a 0,80, valore simile a quello degli altri sistemi (Tabella 6.1). L'AFRC tratta le variazioni di peso corporeo esclusivamente nel caso dei giovani in accrescimento e delle capre in lattazione. Per capre in lat-

tazione, propone di utilizzare il valore di Dunshea *et al.* (1990) di 5,5 Mcal di NE per kg di aumento di peso vivo, valore molto simile alle 5,71 Mcal precedentemente proposte da ARC (1980). L'efficienza di conversione della NE da mobilizzazione a NE per la produzione di latte è pari a 0,84, valore leggermente superiore a quello INRA, mentre l'efficienza di conversione della ME in NE per guadagni di peso in capre in lattazione è pari a 0,95 k_l.
Il sistema di Aguilera, sebbene in accordo con l'ARC (1980) per il contenuto di energia netta di ciascun kg di variazione in peso, propone un valore di efficienza di conversione della ME in NE con variazioni di peso positive leggermente inferiore, pari a 0,907 k_l, ottenuto mediante la regressione dell'ingestione di energia ME sulle variazioni di peso in animali in bilancio energetico positivo, il cui fabbisogno di mantenimento era stato considerato pari a 95,7 kcal di ME per kg $PV^{0,75}$ (Tabella 6.1). Questo valore di mantenimento, più basso per capre in lattazione che in asciutta (Tabella 6.3), contrasta con gli altri dati in letteratura e potrebbe spiegare la minore efficienza nella deposizione di riserve corporee ipotizzata da questo sistema rispetto ad altri qui considerati. Per l'efficienza di conversione della NE da mobilizzazione a NE per la produzione di latte viene adottato il valore di 0,84 proposto da ARC (1980).
Il sistema IGR ha basato la stima degli scambi energetici associati alle variazione in peso su equazioni di regressione che legano l'aumento di peso giornaliero con l'ingestione di ME. Una volta sottratta la quantità di energia corrispondente ai fabbisogni di mantenimento, si ottiene il valore energetico della variazione in peso. Lo stesso approccio, ma con specifici valori per i fabbisogni di mantenimento, è utilizzato per i giovani in accrescimento, distinguendo per fasce d'età, razze e categorie animali. Per giovani e adulti il sistema propone una serie di valori tabulari di fabbisogni complessivi, che rappresentano la somma dei fabbisogni di mantenimento al valore corrispondente all'accrescimento giornaliero ME_g dell'animale considerato. A titolo esemplificativo, i fabbisogni di mantenimento e incremento di peso per adulti sono riportati in Tabella 6.7. I valori maggiori si osservano per i maschi rispetto alle femmine ed ai castrati (fabbisogni di mantenimento maggiori del 15%, NRC, 2000) e per le razze da latte verso quelle rustiche o da carne (fabbisogni di mantenimento maggiori del 18%, Nsahlai *et al.*, 2004a). La composizione energetica del kg di peso vivo è uguale a quella proposta da ARC (1980). Per animali in lattazione, la variazione negativa di peso considera una concentrazione energetica di 23,9 kJ/g (AFRC, 1993) ed una efficienza di 0,84 come proposto da ARC (1980); per variazione in peso positiva il contenuto energetico non varia ma l'efficienza energetica k_g è pari a 0,75, come proposto da NRC (1981) (Tabella 6.1).

Tabella 6.7 - Fabbisogni per aumenti di peso corporeo di caprini, inclusivi dei fabbisogni di mantenimento, secondo il sistema IGR. Per rendere più chiaro il confronto, si è considerato un peso corporeo di 50 kg sia per le capre che per i becchi.

	Capre e castrati razze da latte	Capre e castrati razze da carne e rustiche	Becchi razze da latte	Becchi razze da carne e rustiche
Mantenimento, Mcal di ME × kg $PV^{0,75}$	0,119	0,101	0,138	0,116
Mantenimento, Mcal/d ME × 50 kg PV	2,25	1,90	2,59	2,18
MEm + MEg per 20 g/d, Mcal/d	2,39	2,04	2,73	2,32
MEm + MEg per 40 g/d, Mcal/d	2,53	2,17	2,86	2,46
MEm + MEg per 60 g/d, Mcal/d	2,66	2,31	3,00	2,59
MEm + MEg per 80 g/d, Mcal/d	2,80	2,44	3,14	2,73

6.5. Fabbisogni Proteici

Il fabbisogno proteico è definito come quantità di proteine da apportare con la dieta per compensare le perdite o consumi d'azoto e assicurare la migliore efficienza di utilizzazione della razione senza influenzare la salute dell'animale o i processi riproduttivi (INRA, 1988). Proporzionalmente al peso metabolico i giovani hanno in genere fabbisogni maggiori rispetto a quelli degli adulti. Si può anche riscontrare un effetto dovuto alla dieta, per cui i fabbisogni aumentano in animali che ricevono diete di bassa digeribilità e si abbassano in animali che per un certo periodo ricevono diete povere in azoto che stimolano un maggiore riciclo dell'urea (INRA, 1988). I fabbisogni vengono calcolati tenendo conto della composizione proteica dei prodotti animali e della efficienza di utilizzazione metabolica della proteina assorbita in animali che ricevono razioni equilibrate.

I sistemi AFRC, INRA e IGR esprimono i fabbisogni proteici in termini di proteina metabolizzabile (MP), che rappresenta la somma della proteina alimentare non degradata nel rumine e della proteina di origine microbica assorbite dall'intestino. La digeribilità intestinale è considerata in termini di proteina realmente digerita per AFRC e INRA, di proteina apparentemente digerita per IGR. Nel sistema INRA la MP prende il nome di PDI (*protéines digestible dans l'intestin*).

Il sistema INRA ha stimato i fabbisogni proteici sulla base di risultati di prove di alimentazione nelle quali gli animali sono stati confrontati durante diverse

fasi fisiologiche (Morand-Fehr *et al*, 1987). I sistemi AFRC e IGR utilizzano un metodo fattoriale, col quale hanno stimato i fabbisogni per le varie funzioni fisiologiche e le relative efficienze di conversione e ottenuto dalla loro somma i fabbisogni proteici totali. Per determinare la MP della dieta, IGR si basa sulla composizione degli ingredienti della dieta e su un database sulla degradabilità della proteina grezza degli alimenti e sulla loro concentrazione in energia fermentescibile. Il sistema di Aguilera ha stimato il fabbisogno netto in N totale con bilanci azotati su capre in asciutta ed in lattazione. Con equazioni di regressione ha poi stimato il fabbisogno giornaliero in termini di N totale ingerito (NI); per fare ciò ha ipotizzato una digeribilità apparente dell'azoto pari a 0,7. Con le stesse equazioni sono state poi calcolate le diverse efficienze di conversione del NI in azoto netto (N) nei diversi stadi fisiologici considerati. Il sistema di Aguilera non è confrontabile con gli altri in quanto converte i fabbisogni in azoto netto in fabbisogni di PG, non di MP.

6.5.1. Fabbisogni proteici di mantenimento

Il fabbisogno proteico di mantenimento non è altro che la quantità di proteina (N x 6,25) endogena (derivante dal catabolismo dei tessuti e non dall'alimento) persa come derma (desquamazione e pelo), con le urine (proteina endogena urinaria) e con le feci (proteina endogena fecale). Le perdite endogene vengono stimate somministrando razioni praticamente prive di N o con equazioni di regressione del tipo NE = b*NI - c dove: NI è l'azoto ingerito e NE l'azoto escreto; il termine noto rappresenta la perdita endogena al mantenimento. Sulla base di questi principi ogni sistema stima il fabbisogno proteico di mantenimento con approcci di tipo diverso (Tabella 6.8).

Il sistema INRA ha confrontato due metodi di stima dei fabbisogni proteici: quello fattoriale dato dalla somma dell'azoto urinario, fecale e dermico, misurato direttamente su capre in lattazione o tramite regressione con l'azoto ingerito su maschi castrati e femmine in gestazione; quello dei bilanci azotati basato su prove di alimentazione (Morand-Fehr *et al.*, 1987). I due metodi hanno dato risultati non significativamente differenti e non influenzati dal sesso o dalla razza.

Il sistema AFRC si basa su quanto riportato da ARC (1980, 1984). I fabbisogni per l'azoto escreto con le urine (*Endogenous Urinary N*, EUN) e quello fecale (*Metabolic Fecal N*, MFN) sono stati definiti come media delle misurazioni riportate in letteratura, che includono anche lavori pubblicati da INRA e Aguilera. Il valore del MFN così ottenuto è espresso sia in funzione della SS ingerita che del $PV^{0,75}$. Il valore delle perdite dermiche è quello stimato per

Tabella 6.8 - Fabbisogni proteici di mantenimento secondo diversi sistemi.

Variabile		INRA	AFRC	Aguilera	IGR
EUN	g/d	0,10÷0,13×$PV^{0,75}$	0,12×$PV^{0,75}$	0,119×$PV^{0,75}$[1] 0,218×$PV^{0,75}$[2]	0,165×$PV^{0,75}$
MFN	g/d	0,10÷0,19×$PV^{0,75}$	0,15÷0,20×$PV^{0,75}$		4,27×SSI[3]
Peli e desquamazione	g/d	0,02×$PV^{0,75}$	0,018×$PV^{0,75}$		0,03×$PV^{0,60}$
TEN	g/d	0,28×$PV^{0,75}$	0,35×$PV^{0,75}$	0,108×$PV^{0,75}$[1] 0,244×$PV^{0,75}$[2]	
MP totale	g/d	2,1×$PV^{0,75}$[4]	2,19×$PV^{0,75}$		EUN+MFN + peli e desq.
Efficienza MP→ NP		0,83	1		1
PG totale	g/d			2,55×$PV^{0,75}$[1] 2,98×$PV^{0,75}$[2]	MP/(0,64÷0,80)[5]
Efficienza PG→ NP				0,51	0,64÷0,80[5]

EUN = azoto endogeno urinario; MFN = azoto metabolico fecale; TEN = azoto totale endogeno; PV = peso corporeo vivo, kg:
[1] Per maschi castrati
[2] Per capre in lattazione
[3] SSI = kg di sostanza secca ingerita;
[4] In pratica, il valore suggerito è di 2.5 g di MP × $PV^{0,75}$
[5] ipotizzando efficienza MP/PG pari a 0,64 e 0,80 per diete con degradabilità ruminale della PG da 100% a 0%, rispettivamente

bovini da ARC(1980). I fabbisogni in MP sono calcolati sulla base della somma delle perdite endogene (*Total Endogenous N*, TEN), utilizzando un valore di efficienza di utilizzazione della MP in proteina netta (NP) superiore a quello previsto dall'INRA.
Il sistema di Aguilera ha stimato i fabbisogni proteici di mantenimento sulla base di bilanci azotati misurati su capre in asciutta e lattazione, calcolando poi il TEN con equazioni di regressione dell'azoto ingerito verso quello ritenuto. Con lo stesso approccio e sulla stessa base di dati ha stimato anche EUN; su maschi castrati questo valore è, paradossalmente, risultato più alto del TEN, poiché calcolato con livelli nutritivi leggermente superiori al mantenimento

(Prieto *et al.*, 1990). Come già detto, Aguilera converte il TEN, e quindi la NP, direttamente in fabbisogni di PG, ipotizzando un'efficienza media di conversione della PG in NP pari a 0,51. Per questa ragione i fabbisogni di questo sistema sono comparabili con quelli degli altri qui considerati solo in termini di NP ma non di MP.

Il sistema IGR ha stimato i fabbisogni di MP per il mantenimento distinguendo tra giovani e adulti e tra razze da carne, da latte e rustiche. EUN (Luo *et al.*, 2004) e MFN (Moore *et al.*, 2004) sono stati stimati con l'approccio della regressione applicato ad un *dataset* ottenuto raccogliendo i risultati sperimentali di numerose pubblicazioni della letteratura internazionale. MFN è risultato proporzionale alla SS ingerita è non al peso vivo, come già proposto da CSIRO (1990) per ovini e bovini e ripreso da Cannas *et al.* (2004) e da Cannas ed Atzori (2005) per ovini, e quindi variabile al variare dell'ingestione alimentare. La perdita dermica è stata calcolata facendo riferimento alle stime ottenute per bovini da carne da NRC (1984). Per i valori di composizione corporea adottati e per i valori di efficienza di conversione della MP in NP il sistema presenta molte analogie con l'AFRC (1998).

Il confronto dei fabbisogni di mantenimento per i tre sistemi che adottano la MP evidenzia come questi siano più alti per il sistema INRA rispetto a quello AFRC (Tabella 6.9). Il sistema IGR, invece, propone fabbisogni variabili a seconda del livello di ingestione. Essi risultano inferiori a quelli di INRA e AFRC per bassi livelli di ingestione, tipici degli animali in asciutta, e di molto superiori per elevati livelli di ingestione, tipici degli animali in lattazione (Tabella 6.9). Per quest'ultimo caso i fabbisogni di mantenimento proposti da IGR sono più che doppi rispetto a quelli proposti da AFRC. Queste grandi differenze comportano sicuramente anche notevoli differenze nella composizione ottimale delle razioni calcolate secondo i diversi sistemi.

Tabella 6.9 - Confronto quantitativo dei fabbisogni di MP di mantenimento calcolati secondo tre diversi sistemi.

Livello ingestione SS	**50 kg di PV**			**70 kg di PV**		
	INRA[1]	**AFRC**	**IGR**	**INRA[1]**	**AFRC**	**IGR**
1% del PV	47	41	35	61	53	46
3% del PV	47	41	62	61	53	84
5% del PV	47	41	88	61	53	121

[1] Stime effettuate sulla base del valore riportato nella nota 4 della tabella 6.8

6.5.2. Fabbisogni proteici per la produzione di latte

I fabbisogni proteici in NP per la produzione del latte sono calcolati sulla base del contenuto di proteina del latte. I diversi sistemi calcolano opportuni valori di efficienza di conversione per esprimere i fabbisogni in termini di MP o PG (Tabella 6.10).

L'INRA considera un valore unico di fabbisogno proteico in MP per litro di latte standard, poi si limita a dare degli intervalli di tolleranza in g di MP totale per il corso della lattazione, tenendo conto della capacità degli animali di mobilizzare parte delle proteine corporee. È prevista una carenza giornaliera di 80-90 g per la prima settimana di lattazione, di 20-30 g per la seconda settimana fino ad azzerare tale tolleranza alla terza settimana. Per l'INRA l'efficienza d'uso della proteina assorbita (MP) eccedente il mantenimento ha un efficienza di 0,64, simile a quella dei bovini (Morand Fehr *et al.*, 1987).

L'AFRC considera un contenuto di proteina vera nel latte pari al 90% della proteina grezza; l'efficienza di utilizzazione degli amminoacidi assorbiti per la sintesi della proteina del latte è di 0,68. Secondo AFRC (1998) questo valore di efficienza di conversione della MP in NP è inferiore a quelli trovati sperimentalmente in alcuni studi francesi, che considerano questa efficienza pari a 0,8 per diete ricche in azoto fermentescibile (Giger, 1987; citato da AFRC) e 0,75 per diete povere in azoto fermentescibile (Brun Bellut, 1986; citato da AFRC).

IGR stima il fabbisogno in MP per la produzione di latte (MPl) con un approccio fattoriale (Nsahlai *et al.*, 2004b), sottraendo alla MP della dieta quella utilizzata per il mantenimento (efficienza di conversione MP a NP pari a 1), e correggendo sia per le variazioni positive di peso (efficienza pari a 0,59), che per la mobilizzazione delle riserve proteiche corporee per la produzione di latte (efficienza pari a 0,69). L'efficienza di conversione della MP in NP per la produzione del latte risultante da questi studi è di 0,69. Con il supporto di un archivio alimenti comprensivo di informazioni sulla quota di proteina alimentare digerita nell'intestino, il sistema IGR ha ricavato fabbisogni anche in termini di PG.

Nel complesso, l'efficienza di conversione della MP in NP 0,68 usata dall'AFRC è molto simile al valore di 0,69 proposto da IGR, mentre il valore INRA è leggermente inferiore (0,64) (Tabella 6.10).

Aguilera ha seguito un approccio in parte simile a quello adottato da NRC (1981), non direttamente comparabile con gli altri sistemi. Infatti, egli non distingue tra fabbisogno azotato per la produzione del latte e fabbisogno azotato per la variazione di riserve corporee ma, utilizzando gli stessi studi calorimetrici su caprini condotti per misurare i fabbisogni energetici, ha stimato il fabbisogno azotato totale tramite regressione dell'azoto del latte più l'azoto

ritenuto sull'azoto ingerito; in questo modo ha anche stimato un efficienza media di utilizzazione della N ingerito rispetto ad N netto pari a 0,51.

Tabella 6.10 Fabbisogni di lattazione in g di MP per kg latte/d.

	INRA	AFRC	Aguilera	IGR
MP, g/kg latte	TP[1] /0,64	(P[2] x 0,9)/0,68	nd[3]	TP/0,69
Efficienza MP → NP latte	0,64	0,68	nd	0,69
Latte al 3% di TP, g di MP/kg	47	44	nd	44

[1] TP = proteina vera del latte, g di /kg di latte
[2] P = g di proteina grezza del latte/kg di latte
[3] questo sistema fornisce solo i fabbisogni in PG; ipotizzando un'efficienza della conversione della PG della dieta in NP del latte pari a 0,51.

6.5.3. Fabbisogni proteici di gravidanza

I sistemi qui considerati calcolano i fabbisogni proteici di gravidanza con gli stessi approcci adoperati per quelli energetici. Il sistema INRA non riporta l'efficienza di conversione della MP in NP; AFRC utilizza il valore di 0,85 mentre IGR utilizza il valore 0,33, come riportato anche da NRC (2001). Il sistema di Aguilera non tratta i fabbisogni proteici di gestazione.

I fabbisogni in NP e MP calcolati dai diversi sistemi sono stati confrontati per madri di 60 kg con gravidanza singola per produrre un capretto di 4 kg. I fabbisogni in NP per in sistemi AFRC e IGR hanno lo stesso andamento mostrato per

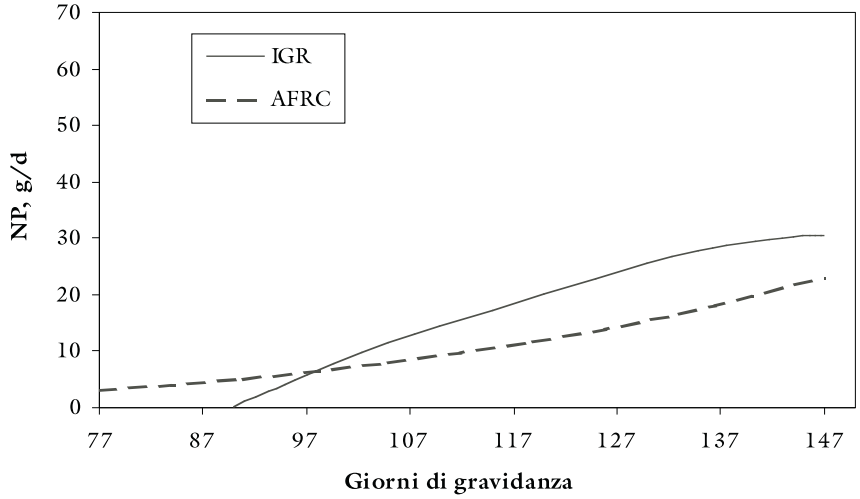


Figura 6.5 - Fabbisogni in NP per la gravidanza nell'ipotesi della produzione di un capretto di 4 kg (AFRC e IGR).

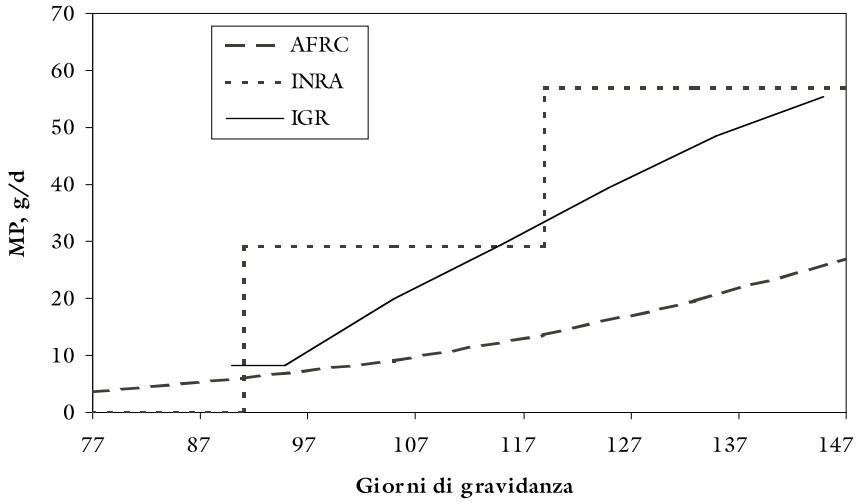


Figura 6.6 - Fabbisogni in MP per la gravidanza nell'ipotesi della produzione di un capretto di 4 kg (AFRC e IGR). Nel caso dell'INRA, si è considerato un peso corporeo della madre di 60 kg, in quanto questo sistema stima i fabbisogni di gravidanza in funzione del solo peso materno.

i fabbisogni energetici e sono fra loro abbastanza simili (Figura 6.5). L'INRA non fornisce stime di fabbisogni in NP. Considerando la MP, calcolata utilizzando i coefficienti di conversione da MP a NP proposti da ciascun sistema, si osserva come i fabbisogni INRA siano superiori a quelli AFRC, al contrario di quanto notato per i fabbisogni energetici in ME, e simili a quelli stimati da IGR (Figura 6.6). I fabbisogni stimati da IGR sono inferiori a quelli stimati da NRC (1981) ma più alti di quelli dell'AFRC. Le differenze sono da ricercarsi soprattutto nelle diverse efficienze di conversione della NP in MP e per l'approccio scelto per quantificare i fabbisogni. Per il sistema INRA i fabbisogni della capra gestante al terzo mese di gestazione sono pari al mantenimento, il 4° mese aumentano dal 55 % al 65 % del mantenimento e al 5° mese dal 110 % al 130 % del mantenimento; la variazione dipende dal peso della madre e da quello dei feti. Per AFRC ed IGR, invece, i fabbisogni dipendono solamente dal peso complessivo dei capretti alla nascita a dal numero di nati per parto, ma non dal peso della madre.

6.6. Conclusioni

La stima dei fabbisogni energetici e proteici dei caprini rappresenta un aspetto fondamentale del loro razionamento alimentare. Diversi sistemi sono stati sino-

ra proposti per i caprini, anche se in molti casi le stime dei fabbisogni derivano da ricerche condotte su altre specie.
In particolare, il sistema INRA utilizza un approccio molto simile a quello sviluppato per gli ovini da latte. Il sistema è tarato principalmente per i caprini allevati in stalla. Il sistema AFRC usa un approccio molto semplificato, facendo riferimento soprattutto al sistema ARC (1980), derivando molte equazioni dal sistema sviluppato per ovini e bovini.
Aguilera presenta un sistema non completamente sviluppato, comunque basato su misurazioni sperimentali, spesso calorimetriche, condotte su caprini dal suo stesso gruppo di ricerca. Per alcuni sottomodelli, come quello che riguarda i fabbisogni di movimento, presenta dati ed equazioni assolutamente originali.
Il sistema IGR è il più recente fra i sistemi qui comparati. Esso è basato su una vastissima raccolta di pubblicazioni scientifiche, analizzate con ampio ricorso alla regressione lineare. Esso è l'unico a considerare i fabbisogni specifici di razze con attitudini produttive differenti. Inoltre, ha sviluppato in maniera originale ed unica le procedure di calcolo dei fabbisogni di movimento. Per la vastità dei dati utilizzati e delle informazioni sviluppate sicuramente rappresenta un sistema molto moderno e completo.
Nell'insieme, i sistemi di stima dei fabbisogni energetici e proteici per caprini tendono ad essere più empirici e meno flessibili dei più recenti sistemi per bovini ed ovini. Ciò in parte dipende dal numero relativamente esiguo di sperimentazioni condotte sui caprini, rispetto a quanto fatto per le altre due specie ruminanti. In aggiunta, la diffusione dei caprini in ambienti estremamente diversi rende ancora più complessa la modellizzazione dei loro fabbisogni.

Bibliografia

1. AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
2. AFRC. 1998. Technical Committee on response to nutrients. Report number 10. The Nutrition of Goats. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
3. ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Tech. Rev. Agric. Res. Council Working Party. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK.
4. ARC. 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. Supplement N., 1. Report of the Protein Group of the ARC Working Party. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK.
5. Aguilera J.F., Prieto C. 1985. An open respiration unit for calorimetric studies with small animals. Arch. Anim. Nutr., 35: 825-833.
6. Aguilera J.F., Prieto C. 1986. Description and function of an open-circuit respiration plant for pigs and small ruminants and the techniques used to measure energy metabolism. Arch. Anim. Nutr., 36: 1009-1018.
7. Aguilera J.F., Prieto C., Fonollá J. 1990. Protein and energy metabolism of lactating Granadina goats. Br. J. Nutr., 63: 165-175.
8. Aguilera J.F., Prieto C. 1991. Methane production in goats given diets based on lucerne hay and barley. Arch. Anim. Nutr., 41: 77-82.
9. Aguilera J.F., Lara L., Molina E., Prieto C. 1991. Energy balance studies with growing Granadina goats during fasting and maintenance. Small Rum. Res., 5: 109-115.
10. Aguilera, J.F. 2001. Aportaciones al conocimiento de la nutrición energética de pequeños rumiantes, con particular referencia al ganado caprino. Arch. Zootec. 50: 565-596.
11. Blaxter K.L., 1962. The energy metabolism of ruminants. London, UK; Hutchinson.
12. Cannas A. 2000. Sheep and cattle nutrient requirement systems, ruminal turnover, and adaptation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System to sheep. Ph.D. dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.
13. Cannas A., Tedeschi L.O., Fox D.G., Pell A.N., Van Soest P.J. 2004. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. J. Anim. Sci., 82: 149-169.
14. Cannas A., Atzori A.S. 2005. Development and evaluation of a model to predict sheep nutrient requirements and feed utilisation. Ital. J. Anim. Sci., 4: 15-33.
15. CSIRO. 1990. Feeding standards for Australian livestock. Ruminants. CSIRO Publications, East Melbourne, Australia.

16. Dunshea F.R., Bell A.W., Trigg T.E. 1990. Body composition changes in goats during early lactation estimated using a two-pool model of tritiated water kinetics. Br. J. Nutr., 64: 121-131.

17. Fox D.G., Tedeschi L.O., Tylutki T.P., Russell J.B., Van Amburgh M.E., Chase L.E., Pell A.N, Overton T.R., 2004. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Anim. Feed Sci. Technol. 112: 29-68.

18. INRA. 1988. Alimentation des bovins ovins et caprins. Ed. R. Jarrige. INRA, Paris.

19. Lachica M., Aguilera J.F., Prieto C. 1995. A confinement respiration chamber for short gaseous exchange measurements. Arch. Anim. Nutr., 48: 329-336.

20. Lachica M., Prieto C., Aguilera J.F. 1997a. The energy cost of walking on the level and on negative and positive slopes in the Granadina goat (Capra hircus). Br. J. Nutr., 77: 73-81.

21. Lachica M., Aguilera J.F., Prieto C. 1997b. Energy expenditure related to the act of eating in Granadina goats given diets of different physical form. Br. J. Nutr., 77: 417-426.

22. Lachica M., Barroso F.G., Prieto C. 1997c. Seasonal variation of locomotion and energy expenditure in goats under range grazing conditions. J. Range Manage, 50: 234-238.

23. Lachica M., Somlo R., Barroso F.G., Boza J., Prieto C. 1999. Goats locomotion energy expenditure under range grazing conditions: Seasonal variation. J. Range Manage, 52:431-435.

24. Luo J., Goetsch A.L., Moore J., Johnson Z., Sahlu T., Ferrell C., Galyean M., Owens F.N 2004. Prediction of endogenous urinary nitrogen of goats. Small Rum. Res., 53: 293-308.

25. McDonald, I., Robinson, J.J., Fraser C., Smart R.I. 1979. Studies on reproduction in prolific ewes. 5. The accretion of nutrients in the foetuses and annexes. J.agric. Sc. (Cambridge), 92: 591-603.

26. Moore J.E., Goetsch A.L., Luo J., Owens F.N., Galyean M.L., Johnson Z.B., Sahlu T., Ferrell C.L. 2004. Prediction of fecal crude protein excretion of goats. Small Rum. Res., 53: 275-292.

27. Morand-Fehr P., Sauvant D., Brun-Bellut J. 1987. Recommandations alimentaires pour le caprins. In "Alimentation des ruminants: revision du systèmes et des tables de l'INRA". Bull. Tech. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix, INRA, (70):213-222.

28. NRC 1981. Nutrient requirements of Goats. Angora, dairy and meat in temperate and tropical countries. In Nutrient requirements of domestic animals, Number 15. National Academy Press, Washington D.C. USA.

29. NRC 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 6th edition. National Academy Press, Washington, DC.

30. NRC 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle, Update 2000. National Academy Press, Washington, DC, pp. 16–21.

31. NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC, pp. 13–104.

32. Nsahlai I.V., Goetsch A.L., Luo J., Johnson Z.B., Moore J.E., Sahlu T., Ferrell C.L., Galyean M.L., Owens F.N. 2004a. Metabolizable energy requirements of lactating goats. Small Rum. Res., 53: 253-273.

33. Nsahlai I.V., Goetsch A.L., Luo J., Johnson Z.B., Moore J.E., Sahlu T., Ferrell C.L., Galyean M.L., Owens F.N. 2004b. Metabolizable protein requirements of lactating goats. Small Rum. Res., 53: 327-337.

34. Prieto C., Aguilera J.F., Lara L., Fonollá J. 1990. Protein and energy requirements for maintenance of indigenous Granadina goats. Br. J. Nutr., 63: 155-163.

35. Prieto C., Lachica M., Bermúdez F., Aguilera J.F. 1997. Aplicación del 13C para la estimación del gasto energético en cabras de raza Granadina. En: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (A.I.D.A.), XXIX jornadas de estudio, ITEA-VII jornadas sobre producción animal, p. 16-18. Zaragoza.

36. Prieto C., Lachica M., Nieto R., Aguilera J.F. 2001. The ^{13}C-bicarbonate method: its suitability for estimating the energy expenditure in grazing goats. Livest. Prod. Sci., 69: 207-215.

37. Sahlu T., Goetsch A.L., Luo J., Nsahlai I.V., Moore J. E., Galyean M.L., Owens F.N., Ferrell C.L., Johnson Z.B. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. Small Rum. Res., 53: 191-219.

38. Tyrrell H.F., Reid J.T 1965. Prediction of the energy value of cows milk. J. Dairy Sci., 48: 1215-1223.

Capitolo 7

L'INGESTIONE ALIMENTARE

Marcella Avondo[1], Luisa Biondi[1], Adriana Bonanno[2], Lucio Lutri[3]

[1]Dipartimento di Scienze Agronomiche, Agrochimiche e delle Produzioni Animali, Università di Catania
[2]Dipartimento di Scienze Entomologiche, Fitopatologiche, Microbiologiche Agrarie e Zootecniche, Università di Palermo
[3]Istituto Sperimentale Zootecnico per la Sicilia, Palermo

7.1. Introduzione

Nella classificazione degli erbivori in funzione della dieta (Hofmann, 1989) la specie caprina viene inclusa in una classe intermedia tra i pascolatori, che si alimentano di foraggi voluminosi e grossolani (bovini, ovini), ed i selettori di concentrati, che non tollerano alti livelli di fibra e sono costretti a selezionare le porzioni meno fibrose delle piante. Gli "intermediate feeders" (o "opportunistic feeders") adattano il loro comportamento alimentare alle variazioni stagionali della disponibilità alimentare (Papachristou, 1994; Fedele *et al.*, 1993) e sono molto più versatili delle altre due categorie di animali. Caratteristiche degli "intermediate feeders" sono: l'elevata secrezione salivare e l'ampia superficie di assorbimento dell'epitelio ruminale - che preservano gli animali da rischi di acidosi - e la capacità di aumentare considerevolmente il volume dell'apparato digerente quando utilizzano alimenti altamente fibrosi (Silanikove, 2000). Tali aspetti favoriscono l'adattamento dei caprini alle più svariate situazioni alimentari. Le capre inoltre, più di altre specie in produzione zootecnica, riescono a selezionare dagli alimenti a loro disposizione, le porzioni più proteiche e digeribili, discriminando gli alimenti in base alla loro prensilità, alle loro caratteristiche sensoriali e agli effetti post-ingestivi che esse riescono a percepire sulla base dell'esperienza (Provenza *et al.*, 2003). Peraltro va evidenziato che in presenza di determinati alimenti, la selezione non viene rivolta alle parti qualitativamente migliori ma, al contrario, alle porzioni più fibrose e asciutte, se ciò comporta una

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 155-172

migliore funzionalità ruminale, come nel caso di un pascolo molto giovane.
Anche in condizioni intensive, le capre mostrano di sopportare molto bene eccessi alimentari. E' stato dimostrato che anche con apporti di concentrato superiori al 60-70% della dieta, le capre non variano in misura elevata la loro capacità produttiva o il loro stato di benessere "metabolico" (Economides, 1998; Bailoni e Andrighetto, 1995; Goetsch *et al.*, 2001; Fedele *et al.*, 2002). Infatti, in presenza di una dieta ricchissima di concentrati, una volta "intuito" l'effetto metabolico dell'alimento a loro disposizione, le capre dilazionano la loro ingestione in piccoli e numerosi pasti giornalieri (Abijaoudè *et al.*, 2000), con ciò evitando i pericolosi effetti di un eccessivo apporto di amidi nel rumine. In numerose prove sperimentali svolte su capre in lattazione alimentate in stalla (Tabella 7.1), è stato riscontrato che piani sperimentali basati sulla somministrazione di diete diverse in termini di NDF (Andrade *et al.*, 1996), PG (Brun-Bellut, 1996), rap-

Tabella 7.1 - Ingestione di capre in lattazione. Risultati di diverse prove sperimentali condotte in varie condizioni alimentari.

Variabile sperimentale	Gruppo	Tipo genetico	Ingestione SS totale g/d	Fonte bibliografica
Rapporto medica: sorgo	80:20	Nubian	1470	Andrade *et al.*, (1996)
	70:30		1530	
	60:40		1450	
	50:50		1550	
Tipo di granella e n. somministrazioni/d	mais in 1 somm./d	Damascus	2490	Hadjipanaioutou, (2004)
	mais in 3 somm./d		2445	
	orzo in 1 somm./d		2461	
	orzo in 3 somm./d		2446	
Percentuale di concentrato	20%	Alpine	1950	Goetsch *et al.*, (2001)
	35%		2221	
	50%		2170	
	65%		2100	
Rapporto RDP:UDP e livello proteico	72:28; PG: 21,0%	Alpine	1140	Mishra e Rai, (1996)
	55:45; PG: 21,0%	x Beetal	1080	
	55:45; PG: 17,5%		1090	
Percentuale inclusione grassi protetti	0%	Alpine	1860	Brown-Crowder *et al.*, (2001)
	1,5%		1800	
	3,0%		1990	
	4,5%		2170	
	6,0%		1960	
Percentuale inclusione grassi protetti	0%	Granadina	1395	Sanz Sampelayo *et al.*, (2002)
	9%		1349	
	12%		1274	

porto RDP:UDP (Mishra e Rai, 1996), livello di concentrato (Goetsch *et al.*, 2001; Gupta e Atreja, 1999), tipo di concentrato e numero di somministrazioni giornaliere (Hadjipanayiotou, 2004), sistema alimentare e, conseguentemente, caratteristiche chimico-nutritive delle diete (Rapetti *et al.*, 2005), non hanno determinato differenze significative di ingestione totale di sostanza secca, talvolta con una certa difficoltà degli stessi autori a spiegarsi il fenomeno.
Alla luce di tali considerazioni, diventa estremamente complesso poter prevedere l'ingestione delle capre in funzione dei parametri relativi alla dieta, normalmente implicati nella determinazione del consumo volontario dei ruminanti. Ciò diventa inoltre ancora più complesso quando si fa riferimento ai sistemi di allevamento che prevedono l'impiego del pascolo (cioè la maggior parte degli allevamenti di capre mediterranee) dove all'"omeostasi metabolica", fin qui in qualche modo accennata, va aggiunta la "peculiare capacità selettiva" finalizzata, in definitiva, ad ottimizzare l'utilizzazione digestiva del pascolo, ma adottando un criterio "edonistico" di scelta delle essenze o delle parti di pianta, difficilmente prevedibile.

7.2. Lattazione

7.2.1. Equazioni per la previsione dell'ingestione di capre alimentate in stalla

È stata svolta una ricerca bibliografica (46 pubblicazioni) volta al rilevamento di dati di ingestione di capre di razze alpine e mediterranee in lattazione alimentate in stalla, allo scopo di sviluppare delle equazioni per la stima dell'ingestione per tali tipologie di allevamento. Sono stati raccolti 133 dati medi di ingestione volontaria di capre alimentate in stalla corredati dei relativi parametri animali (peso corporeo, produzione di latte) e alimentari (tipo di alimento, contenuto di proteina grezza e NDF della dieta). I dati di ingestione, separati per tipo genetico alpino o mediterraneo, sono stati sottoposti ad analisi di regressione lineare semplice con tutti i parametri rilevati. Nella tabella 7.2 vengono riportati i relativi risultati.

Tabella 7.2 - Risultati dell'analisi di regressione semplice con variabile dipendente l'ingestione di SS (g/d)

Variabili indipendenti	Alpine			Mediterranee		
	n.	r^2	P	n.	r^2	P
Latte (g/d)	64	0,734	<0,001	69	0,396	<0,001
Peso corporeo (kg)	64	0,754	<0,001	69	0,635	<0,001
PG dieta (% SS)	64	0,204	<0,001	59	0,008	0,504
NDF dieta (% SS)	41	0,001	0,991	43	0,462	<0,001

Una prima analisi dei risultati ottenuti ci consente di individuare nei fattori animali le principali cause di variazione dell'ingestione. Ciò vale soprattutto per i tipi genetici più specializzati, di origine alpina, che manifestano una forte correlazione tra la loro ingestione e la produzione di latte o il peso corporeo (Figure 7.1 e 7.2) e una minore correlazione con le caratteristiche della dieta.

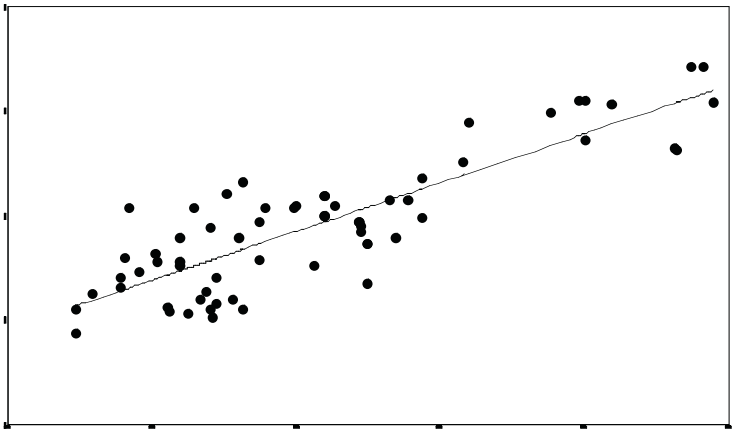


Figura 7.1 - Regressione tra ingestione di sostanza secca e produzione di latte in capre di origine alpina (n = 64; r^2 = 0,734; y = 921 + 0,47 g latte/d).

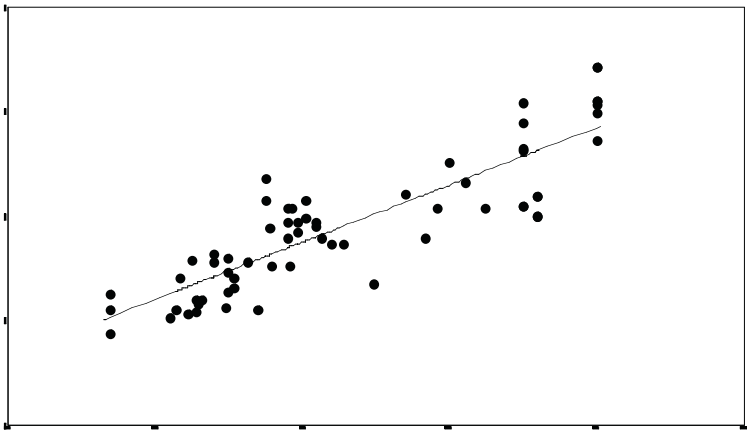


Figura 7.2 - Regressione tra ingestione di sostanza secca e peso corporeo in capre di origine alpina (n = 64; r^2 = 0,754; y = -977 + 55 kg peso corporeo)

Nei tipi mediterranei si evidenzia una elevata correlazione con il peso ma una minore dipendenza dell'ingestione dalla produzione di latte (Figure 7.3 e 7.4). Per contro, si rileva una correlazione negativa abbastanza elevata (r^2 = 0,462) tra ingestione e contenuto di NDF della dieta. I risultati contrastano con quanto riportato da Silanikove (2000) il quale, nel confrontare la razza Saanen con

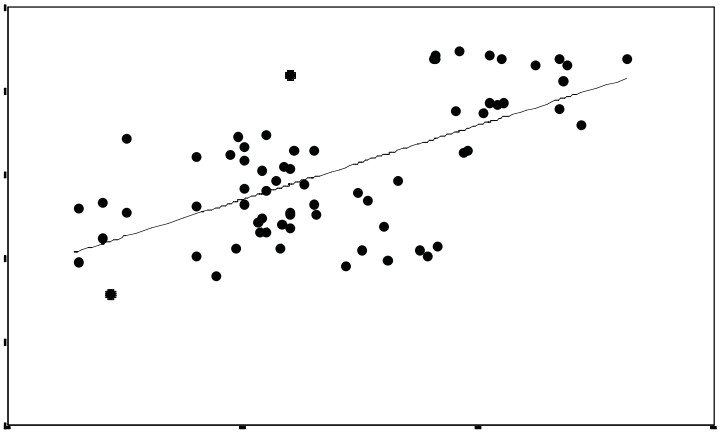


Figura 7.3 - Regressione tra ingestione di sostanza secca e produzione di latte in capre di origine mediterranea (n = 69; r^2 = 0,396; y = 910 + 0,44 g latte/d).

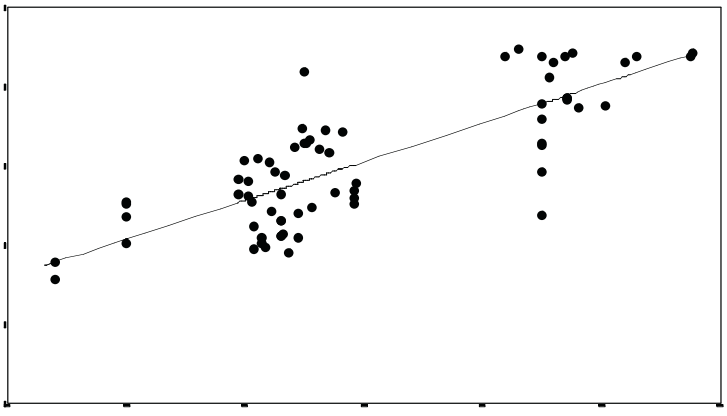


Figura 7.4 - Regressione tra ingestione di sostanza secca e peso corporeo in capre di origine mediterranea (n = 69; r^2 = 0,635; y = 307 + 24 kg peso corporeo).

la Black Bedouin, ha riscontrato che l'ingestione in quest'ultima razza era meno influenzata dal contenuto di fibra della dieta rispetto alla Saanen. Il fenomeno è stato attribuito alla più elevata densità microbica e al maggior tempo di ritenzione ruminale nella razza meno specializzata, che hanno comportato elevate ingestioni nonostante la scarsa qualità della dieta. Anche altri autori (Lindberg e Gonda, 1997) hanno osservato una migliore digeribilità nelle capre selvatiche (*Nubia ibex*) e nella razza Beduoin rispetto alla Saanen. I risultati ottenuti dalla nostra elaborazione potrebbero essere legati alle migliori condizioni alimentari cui erano mediamente sottoposte le razze di origine alpina, rispetto alle mediterranee, nel database disponibile.

7.2.2. Il pascolamento breve: stima dell'ingestione di capre mediterranee in lattazione

Il pascolamento breve (*short grazing*) rappresenta il sistema di pascolamento di più largo impiego nei paesi mediterranei, per i piccoli ruminanti da latte. Tale sistema consiste nel condurre gli animali al pascolo su erbai, pascoli naturali erbacei o arbustivi, per alcune ore al giorno (da 4 a 8), tra le due mungiture giornaliere. Durante le mungiture o durante la notte, gli animali solitamente ricevono un supplemento alimentare a base di concentrati e/o sottoprodotti, paglia o fieno.

Per una corretta gestione alimentare di questo tipo di allevamento è opportuno riuscire a stimare la quantità di erba ingerita al pascolo, al fine di ottimizzare l'integrazione alimentare. Il supplemento infatti esercita un effetto di sostituzione sull'ingestione di erba che, talvolta, raggiunge livelli tali da vanificare l'efficacia della sua somministrazione, aumentando peraltro i costi di produzione unitari.

I pochi sistemi per stimare l'ingestione di capre, disponibili in letteratura, sono stati sviluppati per tipi genetici di origine alpina e capre da fibra (Morand-Fehr e Sauvant, 1988; Luo *et al.*, 2004); inoltre riguardano animali allevati in stalla. Non sono invece disponibili modelli appositamente sviluppati per capre mediterranee al pascolo. Inoltre, vista la peculiarità del sistema di pascolamento breve, non sarebbe raccomandabile utilizzare eventuali modelli che venissero sviluppati in condizioni di pascolamento diverse. L'ingestione di capre mediterranee alimentate al pascolo è stata approfonditamente studiata da Fedele *et al.* (1993) i quali hanno peraltro proposto alcune equazioni per la previsione dell'ingestione di sostanza secca. In particolare essi hanno riscontrato che le variabili che influenzavano la selettività (composizione chimica e floristica del pascolo) consentivano una previsione dell'ingestione più precisa rispetto alle sole

variabili animali, come il peso corporeo, la produzione di latte e la sua composizione. Pertanto combinando le prime con le seconde hanno ottenuto i migliori r^2 (0,99). Ovviamente, trattandosi di equazioni derivanti da un numero limitato di animali e in una particolare situazione di pascolo, non è possibile applicare tali equazioni in contesti ambientali diversi da quelli da cui derivano.
Allo scopo di formalizzare un modello di ingestione applicabile in situazioni di pascolamento breve di capre mediterranee in lattazione, in 3 anni di sperimentazione, sono stati rilevati circa 600 dati individuali di ingestione al pascolo, corredati delle produzioni individuali di latte, della composizione chimica del latte, dei pesi corporei, dei BCS e di diversi parametri strutturali e chimico-nutritivi caratterizzanti il pascolo.
La fortissima componente individuale che caratterizza il comportamento alimentare delle capre al pascolo non ha consentito l'individuazione di variabili spiccatamente determinanti sul consumo volontario di sostanza secca al pascolo.
Le relazioni positive rilevate tra ingestione e livello produttivo o peso corporeo sono certamente da mettere in relazione alla capacità degli animali di adeguare l'input alimentare alle esigenze nutritive e al volume del rumine. La maggior parte delle equazioni di stima dell'ingestione di ovini, bovini e caprini, disponibili in letteratura, include il peso e/o la produzione di latte fra le variabili indipendenti (Luo *et al.*, 2004; Pittroff e Kothmann, 2001; Pulina *et al.*, 1996; Avondo *et al.*, 2002; Peyraud *et al.*, 1996).
L'ingestione al pascolo, come era da aspettarsi, è risultata negativamente correlata al supplemento alimentare somministrato, a causa della sostituzione che questo generalmente provoca sul consumo di erba. Il supplemento espresso in grammi di proteina grezza ha dato un risultato migliore rispetto allo stesso parametro espresso in grammi di sostanza secca. In precedenza, anche su ovini, è stato rilevato che l'espressione del supplemento in termini proteici dava risultati di correlazione con l'ingestione migliori rispetto all'espressione in termini di sostanza secca (Avondo *et al.*, 2002). In quel caso si è ipotizzato che le pecore avessero la capacità di autoregolare l'ingestione in funzione delle esigenze proteiche, ipotesi confermata in un successivo lavoro su arieti (Avondo *et al.*, 2004) e dai risultati di Fedele *et al.* (1993). Poiché le capre possiedono una capacità selettiva molto spiccata, che le induce a scegliere le parti più proteiche del pascolo anche nelle condizioni alimentari più difficili, l'effetto negativo dell'apporto proteico da supplemento sull'ingestione appare, a maggior ragione, riconducibile alla teoria dell'autoregolazione proteica.
Tutte le variabili risultate significativamente correlate con l'ingestione e la cui correlazione fosse giustificata da motivi biologici, sono state incluse in una analisi di regressione multipla. Di seguito viene riportata l'equazione risultata più significativa ($r^2 = 0,41$).

Ingestione al pascolo (g SS/d) = 822,11−6,188 SPG+0,138 Ln+9,131 PC

dove :
SPG, supplemento (g PG/d);
Ln, latte normalizzato al 5% di grasso (Pulina et al.*, 1991) (g/d);*
PC, peso corporeo (kg).

Le caratteristiche del pascolo non sembra abbiano esercitato sostanziali effetti sulla capacità di ingestione delle capre. Garcia *et al.* (1995) hanno riscontrato addirittura un innalzamento dell'ingestione al pascolo quando i livelli di NDF e lignina aumentavano. La scarsa qualità di un pascolo non dovrebbe infatti rappresentare un fattore limitante per la capacità di ingestione delle capre, grazie all'efficacia dell'abbondante microflora ruminale di cui esse risultano dotate, associata alla spiccata capacità selettiva. Solo le condizioni estreme offerte da un pascolo con contenuto di sostanza secca superiore al 30%, cui generalmente è associata una composizione chimico-nutritiva fortemente scadente, hanno determinato una reale limitazione alla capacità di utilizzazione del pascolo. Nella figura 7.5 è possibile evidenziare una netta riduzione di ingestione per valori superiori al 30% di sostanza secca dell'erba.

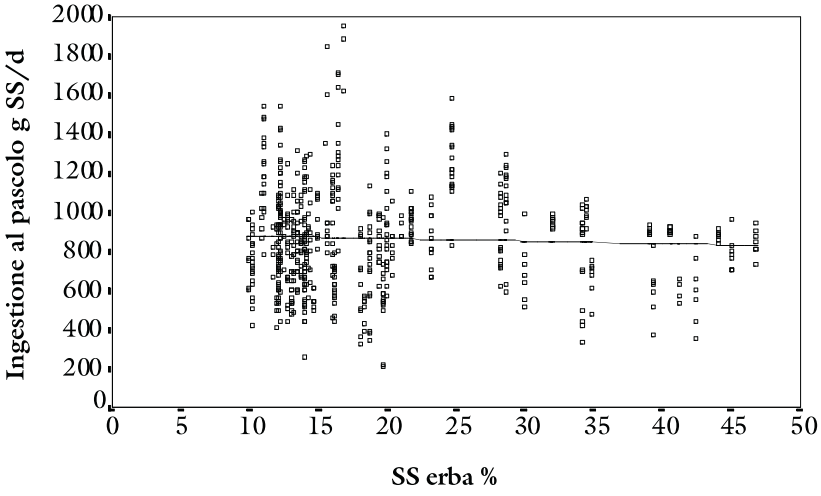


Figura 7.5 - Regressione tra ingestione al pascolo e sostanza secca dell'erba.

In tali condizioni, non è stato possibile individuare delle variabili che fossero significativamente correlate con la capacità di ingestione; ciò che risulta chiaro è che il supplemento alimentare non ha esercitato alcun effetto di sostituzione,

come normalmente si verifica in condizioni di pascolo migliori. E' noto infatti che se l'erba è di scarsa qualità, la somministrazione di un supplemento non ne riduce l'ingestione ma, in certe situazioni, può addirittura determinarne l'aumento. Non disponendo di un elevato numero di dati rilevati con sostanza secca dell'erba superiore al 30%, non è stato possibile formalizzare un'apposita equazione. L'unica indicazione che è possibile dare, sulla base dei risultati ottenuti, è che, nell'impiego dell'equazione, sarà necessario tenere conto dei limiti di applicazione della stessa a situazioni di pascolo caratterizzate da un contenuto di sostanza secca inferiore al 30%.

7.3. Accrescimento

L'ingestione nei capretti è legata sia alle caratteristiche degli animali che a quelle della dieta. Lu e Potchoiba (1990) e Luo *et al.* (2004) hanno elaborato delle equazioni di stima dell'ingestione di sostanza secca per capretti che includono il peso, l'incremento ponderale e parametri relativi alla dieta. In particolare, Luo *et al.* (2004) hanno utilizzato i dati di letteratura di circa 50 lavori riguardanti diversi genotipi, comprese le razze da fibra e le razze nane. Sahlu *et al.* (2004), sulla base delle equazioni di stima proposte da questi autori, hanno elaborato una tabella molto dettagliata in cui riportano i valori di ingestione prevista per capretti allevati in stalla, appartenenti a razze da carne, razze da latte (Saanen, Alpine, Damascus, Norwegian, Swedish Landrace e meticci da latte) ed altre razze indicate come "indigene". I valori di ingestione stimata differiscono in rapporto alla concentrazione energetica della dieta, all'incremento medio giornaliero e al peso corporeo degli animali. Semplificando notevolmente la tabella riportata da Sahlu *et al.* (2004), si propone la tabella 7.3 in cui ven-

Tabella 7.3 - Valori stimati di ingestione di sostanza secca (g/d) in capretti di razze da da latte in accrescimento (100 g/d), in relazione alla concentrazione della dieta (elaborazione da Sahlu et al.*, 2004). Confronto con dati INRA.*

Peso corporeo kg	**Concentrazione energetica della dieta**				**INRA (1988)**
	7 MJ/kg	**9 MJ/kg**	**11 MJ/kg**	**13 MJ/kg**	
10	-	430	380	340	-
15	750	650	580	530	900
20	940	800	720	660	1040
25	1090	930	830	760	1110

gono riportati i consumi di sostanza secca di capretti di razze da latte, con diverse concentrazioni energetiche e per un incremento ponderale giornaliero di 100 g. Si può osservare che a parità di peso corporeo l'ingestione diminuisce all'aumentare della concentrazione energetica della dieta. Inoltre è evidenziabile come, anche alla concentrazione energetica più bassa, i valori stimati da questi autori per razze da latte sono sempre inferiori a quelli riportati dall'INRA (Morand-Fehr e Sauvant, 1988).

Le equazioni di stima dell'ingestione proposte dagli Autori citati sono piuttosto complesse perché presuppongono la possibilità di analizzare gli alimenti somministrati, per calcolarne la concentrazione energetica. Ne risulta quindi difficile una applicazione nella pratica aziendale, in particolare nei sistemi di allevamento estensivi delle aree mediterranee, in cui le caratteristiche delle risorse alimentari disponibili risultano sempre ampiamente variabili nel corso dell'anno. Inoltre, tra le razze da latte e quelle indigene considerate da Luo *et al.* (2004) sono poco presenti le razze mediterranee (su circa 50 lavori da cui hanno tratto dati per animali in accrescimento, solo una decina di lavori riguardavano tipi genetici ascrivibili ai mediterranei).

Si è tentato quindi di elaborare delle equazioni di stima dell'ingestione di sostanza secca, in funzione del solo peso corporeo degli animali, sulla base di una raccolta bibliografica di 87 dati di ingestione medi relativi a prove sperimentali condotte con razze mediterranee o africane, definibili tali secondo la classificazione di Flamant e Morand-Fehr (1982). Nella tabella 7.4 viene sommariamente descritto il tipo di alimentazione adottato per ciascuna prova sperimentale.

La correlazione tra ingestione di sostanza secca e peso corporeo è risultata significativa, ma molto modesta ($r = 0{,}214$; $p<0.05$). Nella tabella 7.5, che riporta i consumi medi per classe di peso riscontrati nella nostra elaborazione, si può osservare una tendenza verso l'aumento di ingestione di sostanza secca tra 10 e 20 kg di peso; successivamente, invece, il livello di intake diminuisce. Tale andamento è imputabile alle diverse condizioni alimentari cui erano sottoposti gli animali. D'altra parte con un database così limitato non è stato possibile testare opportunamente gli effetti della composizione chimica delle diete, nell'ambito di ciascuna classe di peso. Osservando i dati in tabella si può tuttavia notare che le ingestioni medie nelle classi di peso superiori ai 20 kg, più basse di quelle riportate per pesi inferiori, risultavano probabilmente tali o a causa di un valore medio di NDF particolarmente elevato (55% tra 20,1 e 25 kg di peso) o, al contrario, a causa di un'eccessiva presenza di concentrati nella dieta (79% per pesi superiori a 25 kg). Inoltre, i capretti da noi raggruppati nella classe "mediterranei" comprendono tipi genetici piuttosto diversi tra loro che potrebbero verosi-

Tabella 7.4 - Sperimentazioni utilizzate per il data base costruito per la stima della ingestione di capretti di razza mediterranea.

Tipo genetico	**Tipo di alimentazione**	**Autori**
Damascus	Concentrato e fieno	Hadjipanayiotou, (1995)
Locale nigeriano	Concentrato e sottoprodotti	Aregherore, (1996)
Locale greco	Foglie di *Carpinus orientalis* o di *Fraxinus ornus*	Papachristou, (1996)
Spanish	Paglia di *Phaseolus vulgaris* e fieno o foglie di *Acacia* (*rigidula* o *farnesiana*)	Ramírez e Ledezma-Torres, (1997)
Barbari	Paglia e seme integrale di soia	Mani e Chandra, (2003)
Barbari	Fieno e concentrato somministrati come tali e come feed block	Samantha *et al.*, (2003)
Locale indiano	Paglia e concentrato	Anbarasu *et al.*, (2004)
Anglo-Nubian x Fiji	Foraggio verde di *Ischaemum aristacum* e di *Ipomea batatas*	Aregheore, (2004)
Spanish	Fieno e concentrato	Joemat *et al.*, (2004)
Spanish	Concentrato e fieno	Urge *et al.*, (2004)
Girgentana	Fieno e concentrato	Avondo (2005), dati non pubblicati

Tabella 7.5 - Capretti di razze mediterranee: ingestione di sostanza secca in funzione del peso vivo e caratteristiche medie delle diete.

Classe di peso corporeo, kg	**n. dati**	**g/d**	**% PC**	**Dieta media**		
				% PG	**% NDF**	**Conc % SS**
10-15	15	616	4,51	15	43	55
15,1-20	21	1203	6,59	11	47	37
20,1-25	43	834	3,79	11	55	36
>25,1	8	1028	3,23	12	41	79

milmente avere diversa capacità di ingestione e digestione dei foraggi più scadenti. In proposito, Silanikove (1986), Lu e Potchoiba (1990) e Urge *et al.* (2004) hanno messo in evidenza un effetto della razza sull'ingestione.
In conclusione, la previsione dell'ingestione di capretti di razze mediterranee attraverso equazioni di stima elaborate con il *database* realizzato sulla base dei dati di letteratura, non è sufficientemente attendibile. Pertanto si ritiene necessaria l'acquisizione di altri dati sperimentali.

7.4. Gravidanza

L'INRA (1988) considera costante la capacità d'ingestione dall'asciutta al 4° mese di gravidanza, con una riduzione media di circa il 10% durante il 5° mese (Tabella 7.6). La riduzione di ingestione in prossimità del parto è un fenomeno noto e viene associato al minor volume del rumine conseguente all'accrescimento del feto ed all'effetto depressivo, sull'appetito, esercitato dalla aumentata secrezione di estrogeni di origine placentare (Forbes, 1995). Fedele *et al.* (2002) hanno tuttavia riscontrato sensibili incrementi di ingestione proprio nella fase finale della gestazione di capre alimentate sia con fieno e concentrato che con sistema *free-choice*.

Tabella 7.6 - Ingestione di capre in asciutta e in gravidanza (INRA, 1988).

Peso corporeo kg	Ingestione, g SS/kg PM	
	Asciutta - 4° mese di gravidanza	5° mese di gravidanza
40	67,3	61,0
50	63,8	58,0
60	61,7	56,1
70	60,7	55,4
80	59,8	54,6

In effetti gli animali del gruppo alimentato con fieno e concentrato, nell'ultimo periodo della gravidanza, hanno progressivamente diminuito l'ingestione di fieno a favore delle granelle, riducendo pertanto l'effetto di ingombro che rappresenta una delle cause di riduzione dell'ingestione. Nella stessa fase della gravidanza, gli animali del gruppo alimentato con metodo *free-choice*, hanno inve-

ce aumentato l'ingestione di fieno, rivolgendo comunque la loro preferenza su un fieno di qualità migliore.
Nella tabella 7.7 vengono riportati i risultati medi di alcuni lavori disponibili sull'ingestione di capre asciutte di razze mediterranee, in varie condizioni alimentari. Dall'esame della tabella sembra evidenziabile una certa influenza delle caratteristiche degli alimenti sulla loro capacità di ingestione; in particolare, il livello di proteina grezza della dieta, peraltro sempre piuttosto contenuto, è risultato significativamente correlato con l'ingestione ($r = 0,81$). Non sono invece evidenziabili strette correlazioni con la digeribilità e l'NDF della dieta.

Tabella 7.7 - Ingestione di capre in asciutta, non gravide in diverse condizioni alimentari

					à		

[1]Valderrabano *et al.*, 1996; [2]Decandia *et al.*, 2000; [3]Fedele *et al.*, 2002; [4]Garcia *et al.*, 1995; [5]Molina Alcaide *et al.*, 1997

Bibliografia

1. Abijaoudé J.A., Morand-Fehr P., Tessier J., Schmidely Ph., Sauvant D., 2000. Contribution of main and secondary meals to the daily intake of stall-housed dairy goats in mid lactation. In: Ledin I., Morand-Fehr P. (eds.). Sheep and goats nutrition: Intake, digestion, quality of products and rangeland. Cahiers Options Méditerranéennes, 52: 33-37.
2. Anbarasu C., Dutta N., Sharma K., Rawat M., 2004. Response of goats to partial replacement of dietary protein by leaf meal mixture containing *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* and *Tectona grandis*. Small Rum. Res., 51: 47-56.
3. Andrade H., Bernal G., Llamas G., 1996. Influence of different alfalfa: sorghum ratios in the diet of dairy goats on productivity and rumen turnover. Small Rum. Res., 21: 77-82.
4. Aregheore M. 1996., Voluntary intake and nutrient digestibility of crop-residue based rations by goats and sheep. Small Rum. Res., 22: 7-12.
5. Aregheore M., 2004. Nutritive value of sweet potato (*Ipomea batatas* (L) Lam) forage as goat feed: voluntary intake, growth and digestibility of mixed rations of sweet potato and batiki grass (*Ischaemum aristatum* var. *indicum*). Small Rum. Res., 51: 235-241.
6. Avondo M., Bordonaro S., Marletta D., Guastella A.M., D'Urso G., 2002. A simple model to predict the herbage intake of grazing dairy ewes in semi-extensive mediterranean systems. Livest. Prod. Sci., 73: 275-283.
7. Avondo M., Lutri L., Pennisi P., 2004. Feeding behaviour of Comisana rams as affected by crude protein level of concentrate. Small Rum. Res., 55: 135-140.
8. Bailoni L., Andrighetto I., 1995. Effetto del rapporto foraggi concentrati sui parametri digestivo-metabolici e sulle prestazioni produttive di capre primipare in lattazione. Zoot. Nutr. Anim., 21: 333-344.
9. Brown-Crowder I.E., Hart S.P., Cameron M., Sahlu T., Goetsch A.L., 2001. Effects of dietary tallow level on performance of Alpine does in early lactation. Small Rum. Res., 39: 233-241.
10. Brun-Bellut J., 1996. Urea recycling in the rumen of dairy goats: effects of physiological stage and composition of intake. Small Rum. Res., 23: 83-90.
11. Decandia M., Sitzia M., Cabiddu A., Kababya D., Molle G., 2000. The use of polyethylene glicol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. Small Rum. Res., 38: 157-164.
12. Economides S., 1998. The nutritive value of sunflower meal and its effect on replacing cereal straw in the diets of lactating ewes and goats. Livest. Prod. Sci., 55: 89-97.
13. Fedele V., Claps S., Rubino R., Calandrelli M., Pilla A.M., 2002. Effect of free-choice and traditional feeding systems on goat feeding behaviour and intake. Liv. Prod. Sci.,

74: 19-31.

14. Fedele V., Pizzillo M., Claps S., Morand-Fehr P., Rubino R., 1993. Grazing behaviour and diet selection of goats on native pasture in Southern Italy. Small Rum. Res., 11: 305-322.
15. Flamant J.C., Morand-Fehr P. 1982. Milk production in sheep and goat. In: World Animal Science. C. Production-system approach. 1. I.E. Coop Editor: Sheep and Goat Production. Elsevier.
16. Forbes J.M., 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International, Wallingford, UK.
17. Garcia M.A., Aguilera J.F., Molina Alcaide E., 1995. Voluntary intake and kinetics of degradation and passage of unsupplemented and supplemented pastures from semiarid lands in grazing goats and sheep. Liv. Prod. Sci., 44: 245-255.
18. Goetsch A.L., Detweiler G., Sahlu T., Puchala R., Dawson L.J., 2001. Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. Small Rum. Res., 41: 117-125.
19. Gupta H.K., Atreja P.P., 1999. Influence of feeding increasing levels of leucaena leaf meal on the performance of milk goats and metabolism of mimosine and 3-hydroxy-4 (1H) pyridone. Anim. Feed Sci and Techn., 78: 159-167.
20. Hadjipanayiotou M., 1995. Fractional outflow of soybean meal from the rumen, water intake and ruminal fermentation pattern in sheep and goats at different seasons and age group. Small Rum. Res., 17: 137-143.
21. Hadjipanayiotou M., 2004. Replacement of barley grain for corn in concentrate diets fed to dairy Damascus goats at different frequencies. Small Rum. Res., 51: 229-233.
22. Hofmann R.R., 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. Oecologia, 78: 443-457.
23. INRA, 1988. Alimentation des bovines, ovins et caprins. Paris.
24. Joemat R., Goetsch A.L., Horn G.W., Sahlu T., Puchala R., Min B.R., Luo J. Smuts M., 2004. Growth of yearling meat goat doelings with changing plane of nutrition. Small Rum. Res., 52: 127-135.
25. Lindberg J.E., Gonda H.L., 1997. Fibre and protein digestion in goats. In: Morand-Fehr P. (ed.). Recent Advances in Goat Research. Cahiers Options Méditerranéennes, 25: 47-58.
26. Lu C.D., Potchoiba M.J., 1990. Feed intake and weight gain of growing goats fed diets of various energy and protein levels. J. Anim. Sci., 68: 1751-1759.
27. Luo J., Goetsch A.L., Nsahlai I.V., Moore J.E., Galyean M.L., Johnson Z.B., Sahlu T., Ferrell C.L., Owens F.N., 2004. Voluntary feed intake by lactating, Angora, growing and mature goats. Small Rum. Res., 53: 357-378.
28. Mani V., Chandra P., 2003. Effect of feeding irradiated soybean on nutrient intake, digestibility an N-balance in goats. Small Rum. Res., 48: 77-81.

29. Mishra S., Rai S.N., 1996. Effects of different RDP and UDP ratios on voluntary intake, milk production and feed conversion efficiency in lactating goats. Small Rum. Res., 20: 31-38.

30. Molina Alcaide E., Garcia M.A., Aguilera J.F., 1997. The voluntary intake and rumen digestion by grazing goats and sheep of a low-quality pasture from a semi-arid land. Livest. Prod.Sci., 52: 39-47.

31. Morand-Fehr P., Sauvand D., 1988. Alimentation des caprins. In : Jarrige R. (ed.) Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. INRA, Paris, 281-304.

32. Papachristou T.G., 1994. Foraging behaviour and nutrition of goats grazing on shrublands of Greece. In: Gordon I.J. (ed.), Rubino R. (ed.). Grazing behaviour of goats and sheep. Cahiers Options Méditerranéennes, 83-90.

33. Papachristou T.G., 1996. Intake, digestibility and nutrient utilization of oriental hornbeam and manna ash as browse by goats and sheep. Small Rum. Res., 23: 91-98.

34. Peyraud J.L., Delaby L., Delagarde R., 1996. Quantitative approach to nutrition of grazing dairy cows: recent developments. Proceedings of a workshop on Pasture Ecology and Animal Intake. Dublino, 57-75.

35. Pittroff W., Kothmann M.M., 2001. Quantitative prediction of feed intake in ruminants. III. Comparative example calculations and discussion. Livest. Prod. Sci., 71: 171-181.

36. Provenza F.D., Villalba J.J., Dziba L.E., Atwood S.B., Banner R.E., 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. Small Rum. Res., 49: 257-274.

37. Pulina G., Cannas A., Serra A., Vallebella R., 1991. Determinazione e stima del valore energetico di latte di capre di razza Sarda. Atti XLV Congresso S.I.S.Vet., Altavilla Milicia, 1779-1781.

38. Pulina G., Bettati T., Serra F.A., Cannas A., 1996. Razi-O: costruzione e validazione di un software per l'alimentazione degli ovini da latte. Atti 13° Congresso Nazionale SIPAOC, Varese, 11-14.

39. Ramírez R.G., Ledezma-Torres R.A., 1997. Forage utilization from native shrubs *Acacia rigidula* and *Acacia farnesiana* by goats and sheep. Small Rum. Res., 25: 43-50.

40. Rapetti L., Bava L., Tamburini A., Crovetto G.M., 2005. Feeding behaviour, digestibility, energy balance and productive performance of lactating goats fed forage-based and forage-free diets. Ital. J. Anim. Sci, 4: 71-83.

41. Sahlu T., Goetsch A.L., Luo J., Nsahlai I.V., Moore J.E., Galyean M.L., Owens F.N., Ferrell C.L., Johnson Z.B., 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. Small Rum. Res., 53: 191-219.

42. Samantha A.K., Singh K.K., Das M.M., Maity S.B., Kundu S.S., 2003. Effect of complete feed block on nutrient utilisation and rumen fermentation in Barbari goats. Small

Rum. Res., 48: 95-102.

43. Sanz Sampelayo M.R., Perez L., Martin Alonso J.J., Gil Extremera F., Boza J., 2002. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilization for milk production. Small Rum. Res., 43: 133-139.
44. Silanikove N., 1986. Interrelationships between feed quality, digestibility, feed consumption, and energy requirements in desert (Bedouin) and temperate (Saanen) goats. J. Dairy Sci., 69: 2157-2162.
45. Silanikove N., 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. Small Rum. Res., 35: 181-193.
46. Urge M., Merkel R.C., Sahlu T., Animut G., Goetsch A.L., 2004. Growth performance by Alpine, Angora, Boer and Spanish wether goats consuming 50 or 75% concentrate diets. Small Rum. Res., 55: 149-158.
47. Valderrabano J., Muñoz F., Delgado I., 1996. Browsing ability and utilization by sheep and goats of *Atriplex halimus* L. shrubs. Small Rum. Res., 19: 131-136.

Capitolo 8

COMPORTAMENTO ALIMENTARE ED INGESTIONE DI CAPRE AL PASCOLO SU MACCHIA MEDITERRANEA

Mauro Decandia[1], Giovanni Molle[1], Giuliano Pinna[1], Andrea Cabiddu[1], Maria Yiakoulaki[2]

[1]Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna, Olmedo, Sassari
[2]Department of Range Science, Aristotle University, Thessaloniki, Greece

8.1. Introduzione

L'importanza dell'allevamento caprino nelle regioni del Mediterraneo è legata alla capacità di questi animali di trasformare risorse foraggere naturali presenti in aree marginali in prodotti di elevata qualità. In queste aree le specie arbustive sono spesso la principale fonte alimentare per gli animali.
L'allevamento caprino estensivo nei paesi del bacino del Mediterraneo svolge anche un ruolo socio-economico molto importante. In alcune regioni marginali rappresenta, infatti, una delle poche attività economiche. Negli ultimi anni si è diffuso un crescente interesse per i prodotti biologici e la loro tracciabilità. Alcune specie legnose sono ricche di composti volatili, che passano inalterati dalla pianta ai prodotti lattiero-caseari. Queste sostanze si comportano quindi come dei marcatori che legano i prodotti al territorio.
Tra gli animali domestici i caprini presentano la maggiore capacità di adattamento alle più diverse condizioni climatiche ed alle specie foraggere spesso di basso valore nutritivo. Ciò è dovuto al particolare comportamento selettivo delle capre al pascolo ed alla loro maggiore efficienza digestiva con foraggi molto fibrosi e di bassa qualità (Silanikove, 2000) rispetto agli ovini e bovini. Il pascolamento delle specie legnose da parte dei caprini è anche un valido sistema per controllare la diffusione di alcune specie arbustive particolarmente invadenti e ridurre di conseguenza il rischio di incendi.
La conoscenza del comportamento alimentare e dell'ingestione dei caprini al pascolo sulla macchia mediterranea è importante per consentire una migliore efficienza produttiva di questo sistema di allevamento.

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 173-207

8.2. La macchia mediterranea

La vegetazione arbustiva ed arborea naturale copre un'area di oltre 230.000 km² (Le Houérou, 1981) e costituisce una parte essenziale dei sistemi di produzione tradizionali nel bacino del Mediterraneo. La grande eterogeneità delle condizioni climatiche, edafiche e fisiografiche delle regioni mediterranee, unita agli interventi dell'uomo ha determinato lo sviluppo di una grande varietà di specie vegetali.

Non esiste ancora una classificazione comunemente accettata della "macchia Mediterranea" (Papanastasis, 1996). Alcuni autori (Tomaselli, 1981) ad esempio suggeriscono di adottare il termine spagnolo "matorrale" con ulteriori suddivisioni in base all'altezza della vegetazione ed al grado di copertura del pascolo. Da un punto di vista della gestione del territorio le superfici arbustive potrebbero essere suddivise in tre categorie, utilizzando i termini di origine francese "**macchia**" (Le Houérou, 1993; Tomaselli, 1981) e "**gariga**" ed il termine greco "**phrygana**" (Papanastasis, 1977).

- La Macchia è caratterizzata dalla presenza di piante arbustive xerofile e sclerofille, che crescono in suoli relativamente profondi, principalmente di natura silicea (Le Houérou, 1992; Papanastasis, 1996, 1997). Si tratta di un insieme di piante medio-alte (1-3 m), dense e spesso impenetrabili dominate da una grande varietà di specie, come *Arbutus unedo* L., *Arbutus adrachne* L., *Erica arborea* L., *Pistacia lentiscus* L., *Myrtus communis* L., *Quercus ilex* L., *Quercus coccifera* L., *Phillyrea media* L., *Cistus monspensulenis* L., etc.
- La Gariga è costituita invece da una vegetazione aperta rappresentata da arbusti sclerofilli di taglia medio bassa (0,5-1,5 m) che crescono principalmente in suoli calcarei (Le Houérou, 1992; Papanastasis, 1997). Una delle piante sempreverdi più diffusa è il *Quercus coccifera* L. ma si trovano spesso altre piante sempreverdi o decidue come *Carpinus orientalis* Miller, *Fraxinus ornus* L., *Thymus capitatus* (L.) Hoff e Link, *Rosmarinus officinalis* L., *Erica multiflora* L., *Cistus* spp.
- La Phrygana è invece una comunità aperta di piccoli arbusti (meno di 1 m), spesso facilmente bruciabili, che crescono soprattutto in suoli rocciosi (Papanastasis, 1996). Si tratta di specie caratterizzate spesso da dimorfismi legati alle condizioni di crescita; infatti, sostituiscono le loro foglie più larghe, presenti durante la stagione invernale, con foglie più piccole per ridurre le perdite d'acqua ed adattarsi alle condizioni di aridità dell'estate. Le specie più diffuse sono *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach., *Phlomis fruticosa* L., *Cistus* spp., *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. Fil., e *Salvia officinalis* L.. Que-

sto tipo di vegetazione è diffuso sopratutto nell'area orientale del Mediterraneo che comprende la Grecia.

La gariga, essendo una superficie arbustiva più aperta, è spesso maggiormente utilizzabile da parte degli animali ed inoltre è più produttiva della macchia. La phrygana invece, è in genere costituita da piante arbustive meno utilizzate dagli animali se non in condizioni di scarsa disponibilità di specie più appetite, ma è importante perché spesso ricca di specie erbacee appetite dagli animali (Papanastasis, 1997).

Le capre sono state considerate per lungo tempo responsabili del deterioramento delle foreste e delle superfici pascolive in genere e perciò penalizzate da una legislazione "anti-capra". In realtà successivamente si è capito che il sovrapascolamento di certe aree era dovuto ad un'errata gestione del pascolo stesso e non alla presenza degli animali. Oggigiorno si suggerisce quindi una gestione integrata di queste aree che consenta la convivenza dell'allevamento al pascolo, con la forestazione e altri eventuali utilizzi del territorio (Papanastasis, 1997). Attualmente la presenza dell'allevamento caprino nelle foreste e superfici arbustive, è considerata in molti casi come una delle possibili soluzioni per ridurre il rischio di incendi (Yiakoulaki *et al.*, 1999), per rivitalizzare anche in termini socio-economici certe aree abbandonate.

8.3. Comportamento alimentare delle capre al pascolo

Le capre sono animali capaci di vivere in aree marginali utilizzando delle risorse naturali che non potrebbero essere utilizzate in maniera efficiente da altri ungulati domestici. Grazie alle loro caratteristiche fisiologiche ed anatomiche, esse hanno un comportamento alimentare molto flessibile. Attualmente i caprini sono considerati non più utilizzatori esclusivamente di essenze legnose ma caratterizzati da un comportamento alimentare selettivo ed opportunistico, influenzato dall'interazione tra le caratteristiche dell'animale, dell'ambiente e del pascolo.

8.3.1. Caratteristiche dell'animale

Le capre sono note per essere in grado di utilizzare una grande varietà di piante comprendenti specie arbustive, arboree ed erbacee; sono capaci di pascolare l'erba molto bassa come gli ovini (Narjisse, 1991), di alimentarsi di piante ricche di aculei e spine e di ergersi sugli arti posteriori in modo da prelevare foglie e parti di pianta poste ad altezze maggiori (Foto 8.1).



Foto 8.1 - Capra (razza locale) in posizione bipede mentre seleziona foglie di quercia (Q. coccifera L.) in un pascolo arbustivo nel Nord della Grecia.

Questo particolare comportamento alimentare, deriva principalmente dalla struttura fisica del loro corpo (massa corporea leggera, bocca piccola e appuntita, labbro superiore mobile, lingua prensile), dalla loro elevata capacità digestiva (Howe e Barry, 1988; Hadjipanayiotou *et al.*, 1983) e dalla loro microflora ruminale (Molina *et al.*, 1997). Le capre, inoltre, sono in grado di tollerare maggiormente i composti fenolici rispetto agli altri animali domestici (Narjisse, 1991, Dominique *et al.*, 1991), probabilmente a causa del maggior sviluppo delle loro ghiandole salivari, che secernono una maggiore quantità di prolina in grado di neutralizzare l'effetto negativo dei fenoli. Tuttavia, alcuni autori (Distel e Provenza, 1991) non hanno trovato proteine ricche di prolina nella saliva di capre alimentate con "blackbrush" (*Caleogyne ramosissima*). Sembra comunque che l'attività salivare e ruminale debba essere presa in considerazione per meglio comprendere la capacità dei caprini di utilizzare essenze foraggere ricche di tannini (Landau *et al.*, 2000).

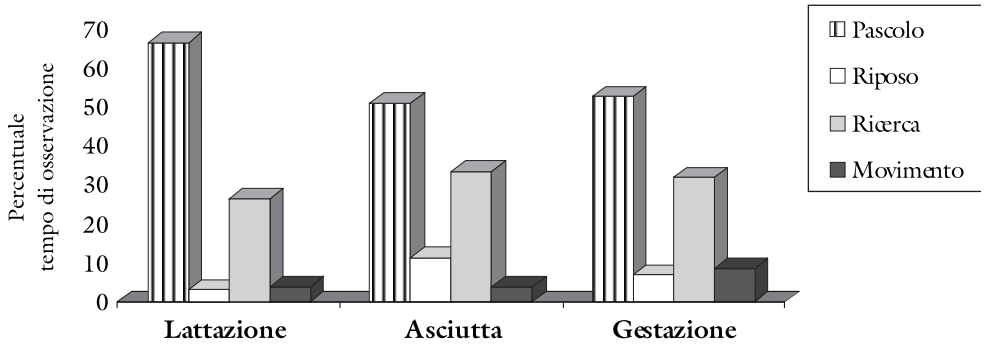


Figura 8.1 - Comportamento alimentare di capre Sarde al pascolo sulla macchia Mediterranea, espresso in percentuale del tempo totale di osservazione (Decandia et al., 1997a).

La razza e lo stadio fisiologico dell'animale svolgono un ruolo importante nel comportamento alimentare dei caprini. Le razze rustiche, infatti (capre selvatiche, capre beduine del deserto) sono in grado di sfruttare meglio pascoli poveri e degradati rispetto ad altre razze come le Saanen (Silanikove *et al.*, 1993). Capre Sarde in lattazione spendono più tempo al pascolo rispetto a capre gravide o asciutte (Figura 8.1), a causa dei loro maggiori fabbisogni (Decandia *et al.*, 1997a).

Le capre selezionano piante o parti di pianta con maggiore valore nutritivo rispetto alla media del pascolo ed evitano di consumare piante nocive esprimendo una sorta di "saggezza nutrizionale" (Provenza e Balph, 1990; Provenza, 1995). E' risaputo che la capacità selettiva degli animali è trasmessa geneticamente (Cooper *et al.*, 1988), e la maggior parte delle informazioni è trasferita alla prole durante lo svezzamento (Thorhallsdottir *et al.*, 1987). Un interessante "effetto materno" sul comportamento alimentare è stato riscontrato in capretti allevati con pecore o capre (Orr *et al.*, 1995); il gruppo allevato con le pecore, infatti, presentava tendenzialmente una maggiore preferenza per il trifoglio bianco (*Trifolium repens* L.) rispetto a quello allevato con le capre. In generale non esiste comunque una preferenza permanente per un determinato alimento. La preferenza alimentare, infatti, è in qualche modo ricostruita continuamente dal campionamento continuo delle diverse essenze presenti e dipende dal valore nutritivo di queste. Si è osservato che gli animali allevati in differenti ambienti presentano preferenze differenti. Infatti capre adattate previamente ad utilizzare le querce presentavano una selezione diversa rispetto a quelle che non avevano utilizzato mai questa pianta (Rosenberger e Meuret, 1985). Ciò sta ad

indicare che la selezione della dieta non è un qualcosa che viene trasmesso solamente geneticamente, ma la teoria dell'apprendimento e l'esperienza svolgono un ruolo importante. Inoltre gli animali presentano preferenze differenti nei confronti di piante ricche in composti aromatici quali fenoli e terpeni. Si è osservato, infatti, che i caprini discriminano meno rispetto agli ovini nei confronti di piante caratterizzate da un differente contenuto in monoterpeni (Narjisse, 1991). In generale, è evidente che la selezione alimentare è il risultato dell'interazione tra i sensi del gusto e dell'odorato con sensazioni post-ingestive dell'animale come la "sazietà" (se l'ingestione di principi nutritivi è soddisfacente come quantità e qualità), ed il malessere (quando l'ingestione di nutrienti è eccessiva o deficitaria o in seguito all'ingestione di sostanze tossiche; Provenza, 1995).

8.3.2. Caratteristiche ambientali

Numerosi fattori ambientali influenzano il comportamento alimentare dei caprini. Sebbene le capre mostrino una maggiore capacità di adattamento, rispetto agli altri ruminanti, a condizioni di aridità (Shkolnik *et al.*, 1987), sono molto sensibili al freddo (Narjisse, 1991), alle precipitazioni intense (Decandia *et al.*, 1997b) ed al vento, riducendo in questi casi la loro attività di pascolamento. Anche la selezione della dieta è influenzata durante le diverse stagioni dai fattori climatici. Si è osservato, infatti, un maggiore consumo di specie erbacee nei giorni più freddi, mentre aumenta il pascolamento su alberi ed arbusti nelle giornate più calde o piovose con l'utilizzo da parte degli animali di questo tipo di vegetazione anche come riparo (Landau *et al.*, 2000).

8.3.3. Caratteristiche del pascolo

Le variazioni della disponibilità foraggera nel corso dell'anno influenzano la selezione della dieta nelle capre al pascolo (Provenza e Malechek, 1983; Kababya *et al.*, 1998; Fedele *et al.*, 1993; Rubino *et al.*, 1988). Sembrerebbe che le capre adattino la loro scelta a ciò che è disponibile al pascolo. Quando la disponibilità foraggera si riduce drasticamente (Yiakoulaki *et al.*, 1999), la capra cambia la propria dieta consumando persino la corteccia dei pini (*P. brutia* Ten.), che ha un valore nutritivo molto basso (concentrazione in proteina grezza: 3,3% sulla SS).
I caprini sono stati considerati a lungo come consumatori esclusivamente di essenze legnose. Al contrario, molti autori riportano esempi di un comportamento alimentare differente, mirato alla selezione di risorse alimentari con il maggiore valore nutritivo, spesso rappresentate da specie erbacee (Narjisse *et al.*, 1988; Kababya *et al.*, 1998; Papachristou e Nastis, 1993; Yiakoulaki e Nastis, 1995).

Alcuni studi in Corsica hanno mostrato che la percentuale di specie legnose nella dieta delle capre era pari al 75% in inverno, mentre raggiungeva solo il 15% in primavera quando si verifica la ricrescita dell'erba (Leclerc, 1984). In Israele, capre Mamber con un basso livello d'integrazione, spendevano in inverno, il 60% del tempo di pascolamento utilizzando la macchia ed il 40% l'erba; mentre in primavera si verificava l'esatto contrario (Figura 8.2).

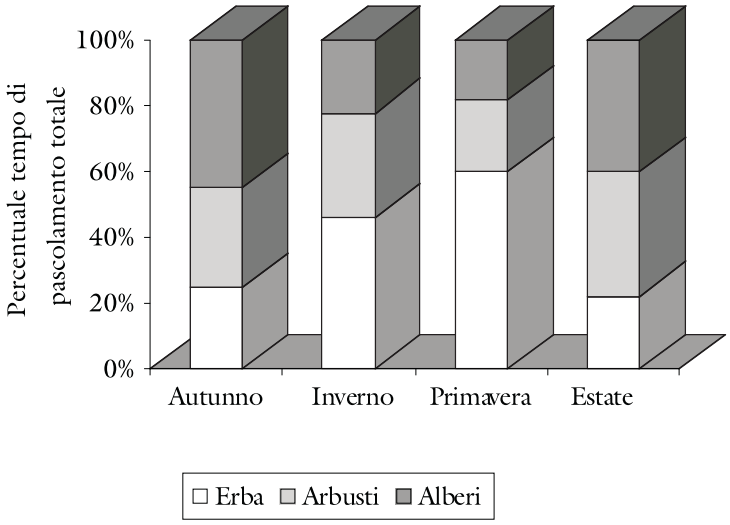


Figura 8.2 - Tempi di pascolamento di capre Mamber su erba, arbusti ed alberi, nel corso dell'anno (Kababya, 1994).

Le capre sono in grado di selezionare delle diete con un valore nutritivo superiore a quello prevedibile sulla base della composizione botanica e chimica del pascolo. La dieta selezionata da capre Sarde in lattazione (Decandia *et al.*, 2000a, b), al pascolo su macchia mediterranea ricca in lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), è risultata differente dalla composizione botanica del pascolo (Figura 8.3). In primavera, le capre consumavano una maggiore quantità di specie erbacee rispetto alle altre piante, nonostante la specie più diffusa fosse il lentisco. La percentuale di lentisco nel pascolo era, infatti, pari al 60% nel periodo estivo, mentre il suo contenuto nella dieta era inferiore al 20% a causa del suo elevato livello in tannini (20% di polifenoli tannici). Le capre hanno poi modificato la loro dieta nel periodo estivo riducendo l'ingestione di erba, a causa del suo minore valore nutritivo, mentre è aumentato il consumo di alcuni arbusti come il *Rhamnus alaternus* (incluso nella categoria altri arbusti in Figura 8.3), specie caratterizzata da un contenuto relativamente alto in PG e da un basso tenore in tannini.

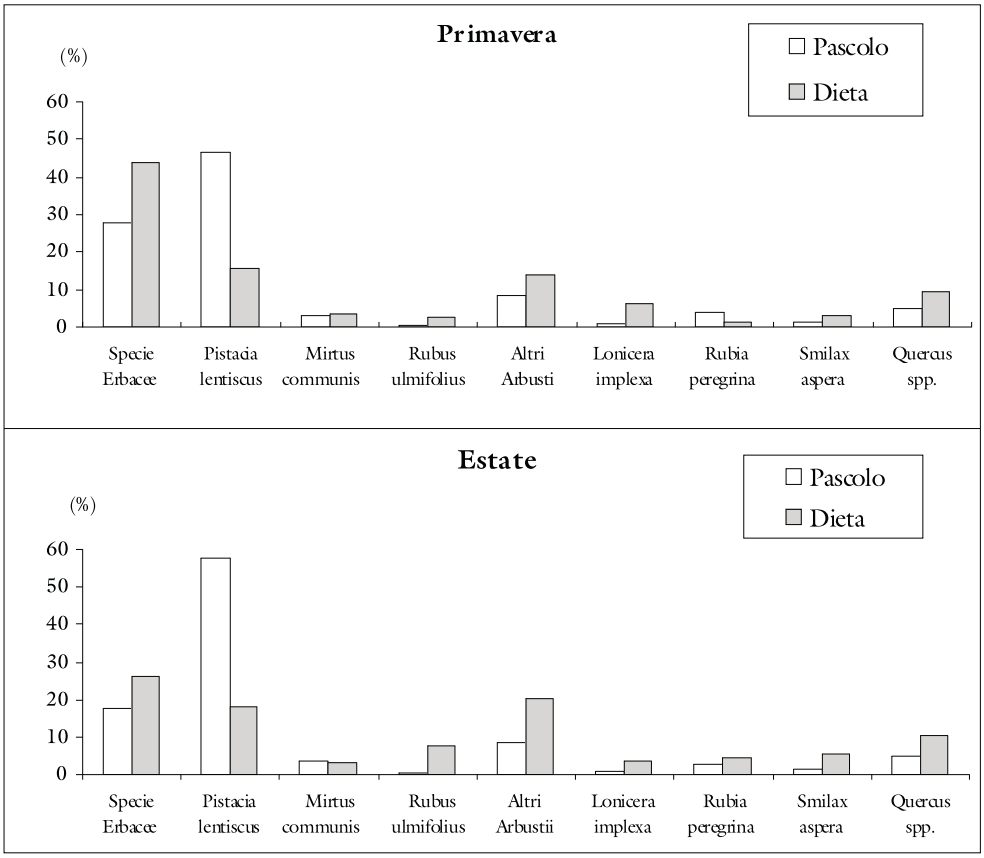


Figura 8.3 - Composizione botanica del pascolo e della dieta di capre Sarde in lattazione, al pascolo su macchia mediterranea in primavera ed estate (Decandia et al., 2000a, b).

8.4. Valore nutritivo del pascolo arbustivo ed arboreo in ambiente mediterraneo

La conoscenza delle caratteristiche nutrizionali delle piante spontanee della macchia mediterranea è il punto di partenza per comprendere il loro utilizzo da parte degli animali al pascolo. Il valore nutritivo delle più diffuse specie foraggere in questi pascoli naturali è molto variabile. La maggior parte degli arbusti hanno un valore nutritivo medio-basso (Tsiouvaras e Nastis, 1990; Ben Salem *et al.*, 1994, 1999). Presentano però, rispetto alle specie erbacee, il vantaggio di consentire il mantenimento di un livello nutrizionale sufficiente (per il loro contenuto in proteina grezza e minerali) in periodi dell'anno in cui le specie erbacee sono dormienti (inverno) o sono rappresentate da stoppie, povere di principi nutritivi (estate).



Foto 8.2 - Capre (razza locale) al pascolo su cespugliato mediterraneo (gariga) nella Grecia del nord.

8.4.1. Composizione chimica e digeribilità delle specie erbacee

Le capre che utilizzano i pascoli arbustivi mediterranei (Foto 8.2) selezionano principalmente specie legnose. Tuttavia, benché la dieta dei caprini sia costituita prevalentemente da essenze arboree e/o arbustive, in alcuni periodi dell'anno il contributo delle specie erbacee è sostanziale. Per questo motivo, la conoscenza della loro composizione chimica e della digeribilità è importante. La composizione chimica e la digeribilità di alcune specie erbacee (graminacee e leguminose) utilizzate dalle capre (razza locale) nel Nord della Grecia è riportata in tabella 8.1. Il valore nutritivo delle graminacee diminuisce rapidamente in corrispondenza della spigatura, mentre nelle leguminose rimane ad un livello più alto (Yiakoulaki, 1987). In tale studio, nel corso della stagione di crescita, il contenuto in proteina di quasi tutte le specie è stato sufficiente per il soddisfacimento delle esigenze nutritive delle capre in lattazione. Dopo la fase di spigatura, il contenuto in proteina delle graminacee, non è stato in grado di soddisfare le esigenze di mantenimento.

Tabella 8.1 - Composizione chimica (% SS) e digeribilità di specie erbacee diffuse in pascoli legnosi mediterranei (Yiakoulaki, 1987; Yiakoulaki e Nastis, 1993).

Specie Foraggera	Stagione	PG (%)	NDF (%)	IVOMD (mg/g)	P	Ca
Graminacee						
Dactylis glomerata L.	Primavera	14,8	58,1	67,7	1,7	6,6
	Estate	8,2	70,9	56,8	1,3	3,8
	Autunno	9,2	75,8	38,9	1,2	3,4
Festuca valesiaca Schleich.	Primavera	12,9	68,8	57,9	1,9	3,2
	Estate	6,6	76,1	41,7	0,9	2,4
	Autunno	3,9	83,9	36,6	0,6	2,2
Chrysopogon gryllus (L.) Trin.	Primavera	9,1	71,0	61,2	1,3	4,6
	Estate	7,4	74,9	57,9	1,5	3,9
	Autunno	2,6	82,0	40,8	0,6	2,3
Leguminose						
Trifolium hirtum All.	Primavera	22,0	55,0	67,1	1,3	20,0
	Estate	17,0	57,6	57,9	1,5	14,6
	Autunno	17,0	68,5	39,4	1,4	12,2
Trifolium campestre Shreber.	Primavera	17,3	48,6	52,9	1,9	14,0
	Estate	16,3	66,9	44,3	2,0	10,6
	Autunno	10,6	72,2	29,2	1,7	10,0
Trifolium purpureum Loisel.	Primavera	17,7	49,5	65,1	1,9	12,9
	Estate	15,8	54,7	61,6	1,4	12,5
	Autunno	14,7	70,5	35,6	1,3	14,2

8.4.2. Composizione chimica delle specie legnose

Sono stati svolti diversi studi per la determinazione della composizione chimica delle specie legnose in diverse regioni del Mediterraneo quali la Sardegna (Congiu *et al.*, 1978; Cabiddu *et al.*, 2000), la Toscana (Sottini e Geri, 1971), la Corsica (Leclerc, 1984), Israele (Perevolotsky *et al.*, 1998; Kababya *et al.*, 1998), la Grecia (Yiakoulaki, 1987; Yiakoulaki e Nastis, 1993; Papachristou e Papanastasis, 1994) e la Tunisia (Boubaker *et al.*, 2004). In tutti questi studi si è evidenziato che queste specie sono caratterizzate da un basso livello di proteina grezza (PG) ed un alto contenuto in lignina e tannini. Esistono ovviamente notevoli differenze tra le specie, che dipendono dallo stadio fenologico delle piante. Le foglie e gli steli più giovani delle piante presentano in genere più alti tenori in PG (Leclerc, 1984) anche se accompagnati da elevati contenuti in tannini (Decandia *et al.*, 2004a). Con il procedere della crescita della pianta la qualità delle specie legnose peggiora, a causa della diminuzione del contenuto in PG e dell'aumento di lignina e tannini.

La composizione chimica di alcune specie legnose pascolate da capre Sarde in primavera ed estate è presentata nella tabella 8.2. Il contenuto in proteina grezza è risultato basso in tutte le specie ad eccezione del *Pyrus amygdaliformis* L., *Rhamnus alaternus* L. e *Rubus ulmifolius* Schott. In generale, il tenore in PG di queste ultime specie sarebbe stato appena sufficiente a soddisfare i fabbisogni di mantenimento delle capre nel periodo primaverile e insufficiente in quello estivo.

Tabella 8.2 - Composizione chimica (% SS) di specie legnose presenti nella macchia mediterranea (campioni di pascolo simulato prelevati negli anni 1996-2000).

Specie	Stagione	SS	SO	PG	NDF	ADF	ADL	*PT
Cistus spp.	Primavera	32,91	93,25	11,25	34,58	23,52	11,42	11,98
(Cisto)	Estate	41,21	93,80	10,57	33,07	21,90	9,03	15,50
Pistacia lentiscus L.	Primavera	44,08	94,18	10,18	42,12	28,71	16,23	18,49
(Lentisco)	Estate	40,04	93,87	9,48	37,68	29,72	16,29	20,59
Lonicera implexa Aiton.	Primavera	27,77	92,31	10,25	36,27	23,02	8,82	1,56
(Caprifoglio)	Estate	36,50	90,97	9,93	35,67	21,58	9,38	2,33
Mirtus communis L.	Primavera	40,11	94,18	9,67	34,65	21,73	10,52	11,78
(Mirto)	Estate	39,41	95,07	10,22	38,81	25,46	9,10	14,08
Chamaerops humilis L.	Primavera	48,78	92,73	10,76	47,18	28,35	7,01	2,90
(Palma nana)	Estate	48,83	92,78	8,66	52,03	33,94	7,56	3,67
Pyrus amygdaliformis L.	Primavera	34,72	93,87	14,28	38,70	24,06	9,96	4,65
(Perastro)	Estate	44,70	92,68	11,98	42,90	24,45	10,36	2,82
Quercus Ilex L.	Primavera	47,94	95,67	10,31	54,81	35,08	14,50	4,89
(Leccio)	Estate	54,03	95,38	9,30	52,61	35,12	13,58	6,90
Quercus suber L.	Primavera	43,05	93,15	9,81	49,44	32,74	14,15	11,03
(Sughera)	Estate	45,93	94,92	11,10	50,46	31,90	12,98	10,56
Rhamnus alaternus L.	Primavera	34,36	91,67	13,27	30,82	18,88	7,16	5,74
(Ramno)	Estate	41,32	91,24	10,97	26,64	18,24	8,75	6,28
Rubus ulmifolius Schott.	Primavera	35,94	92,51	13,21	37,14	21,06	7,67	12,59
(Rovo)	Estate	40,46	93,82	11,40	37,39	21,86	7,26	12,14

PT = Polifenoli tannici

Tra i fattori che influenzano la composizione chimica ed il valore nutritivo di tali essenze possiamo annoverare la radiazione solare. Arbusti cresciuti all'ombra, hanno un più elevato contenuto in proteina grezza (PG), così come in NDF e lignina rispetto a piante della stessa specie, esposte alla luce del sole, mentre il tenore in tannini è invece analogo (Tabella 8.3). Come conseguenza

la digeribilità (IVOMD) degli arbusti cresciuti all'ombra è minore di quelli cresciuti al sole (Koukoura, 1998). In altri studi (Decandia *et al.*, 2004a), effettuati con il *Pistacia lentiscus* L., sono stati trovati tenori in PG e NDF tendenzialmente più alti e contenuti in tannini più bassi nelle foglie cresciute all'ombra rispetto a quelle direttamente esposte alla luce solare (Tabella 8.3).

Tabella 8.3 - Composizione chimica di Quercus coccifera L. (Koukoura, 1988) e Pistacia lentiscus L. (Decandia et al.*, 2004a) cresciuti all'ombra e in pieno sole.*

Specie		PG (%)	NDF (%)	Lignina (%)	Tannini (%)	IVOMD
Quercus coccifera L.	Pieno sole	8,5b[1]	43,4b	11,5b	40,3a	0,269a
	Ombra	10,1a	53,9a	15,8a	35,7b	0,273a
Pistacia Lentiscus L.	Pieno sole	8,9	38,6	16,0	-	16,2
	Ombra	10,3	40,2	16,0	-	14,4

[1]Medie in colonna, entro specie, seguite da lettere diseguali sono significativamente diverse (P 0,05)

8.4.3. Digeribilità delle specie legnose

La stima della digeribilità è ancora il modo più frequentemente adottato per misurare il valore nutritivo dei foraggi. Questa stima nelle specie legnose è spesso influenzata negativamente dal loro elevato contenuto in frazioni lignificate, tannini ed altri composti secondari (alcaloidi, cumarine). Tra questi composti, i tannini in particolare interferiscono notevolmente nella determinazione della digeribilità *in vitro* (Makkar *et al.*, 1997). Stime più accurate del valore nutritivo di queste piante, considerate in qualche modo delle foraggere "non convenzionali", sono state ottenute con studi della digeribilità *in vivo*. Questi esperimenti richiedono, per quanto possibile, la ricostruzione delle reali condizioni del pascolo, con la distribuzione giornaliera di materiale fresco in modo da consentire all'animale di trovarsi in una situazione di libera selezione (Meuret, 1989). A causa però del basso livello d'ingestione di alcune specie legnose, questi studi sono spesso effettuati utilizzando una dieta base di digeribilità nota. E' abbastanza evidente (Tabella 8.4) che la digeribilità è solitamente sottostimata negli studi *in vitro* rispetto a quelli *in vivo*. Ciò è dovuto soprattutto alla presenza dei tannini (Sidahmed *et al.*, 1981; Robbins *et al.*, 1987; Nastis e Malechek, 1988; Nastis, 1993). Ciononostante, i valori di digeribilità *in vitro*, consentono comunque delle stime del valore nutritivo delle essenze foraggere. Gli elementi che influenzano maggiormente il valore nutritivo delle piante legnose sono diversi da quelli delle piante erbacee. Le relazioni trovate in specie legnose tra il contenuto in PG e le frazioni fibrose con la digeribilità della sostanza

organica (DSO), sebbene misurate in ovini e dromedari, non sono così forti come quelle trovate nelle specie erbacee (Ben Salem *et al.*, 1994). Le specie legnose con DSO maggiore non sono, infatti, sempre caratterizzate da maggiori contenuti in PG e frazioni fibrose. Un parametro chimico che invece risulta avere un importante effetto sulla digeribilità della SO è l'azoto legato all'ADF (ADIN) che solitamente è elevato nelle specie arbustive ed arboree. In alcuni studi si è cercato di predire la digeribilità della SO del *Quercus ilex*, pascolato da capre asciutte ed in lattazione, sulla base della composizione chimica della pianta (PG, ADF, N-ADIN, ADL, NDS). Si è riscontrato che la frazione N-ADIN (N non legato all'ADF) spiegava il 75% della variabilità della digeribilità della sostanza organica (Meuret, 1989).

Tabella 8.4 - Confronto dei valori d'ingestione (g SS kg PC$^{-0.75}$), digeribilità in vitro ed in vivo della SS (DSS) in capre alimentate con specie legnose.

Razza	Composizione dieta	Stagione	Ingestione (g PC$^{-0.75}$)	DSS *In vitro* (%)	DSS *In vivo* (%)
Caprette Grecia[1]	100% *Quercus coccifera*	Primavera	74	37,0	69,0
" "	100% *Quercus coccifera*	Estate	55	32,0	51,0
Spanish[2]	35% *Quercus dumosa*		48	49,0	55,7
" "	100% *Quercus dumosa*		18	29,0	46,9
Grecia[3] (razza locale)	100% *Quercus coccifera*	Primavera	79	50,0	70,0
" "	100% *Quercus coccifera*	Estate	51	45,0	58,0
" "	100% *Quercus coccifera*	Autunno	59	46,0	55,0
" "	100% *Quercus coccifera*	Inverno	58	48,0	56,0
Alpine[4]	100% *Quercus ilex*		90	47,8	
" "	*Q. ilex* + farina soia		104	51,6	
Mamber[5]	100% *Quercus calliprinos*		63	35,8	45,4
Sarda[6]	100% *Quercus ilex*	Estate		58	57,9
" "	*Q. ilex* + 200 g integrazione*	" "	63		61,8
" "	*Q. ilex* + 400 g integrazione*	" "	57		64,6
Sarda[7]	*P. lentiscus* + 200 g integrazione*	" "	34		67,8
" "	*P. lentiscus* + 400 g integrazione*	" "	38		59,8
Mamber[8]	100 % *Q. calliprinos*		46		25,8
" "	100 % *Ceratonia. Siliqua*		55		46,9
" "	100 % *P. lentiscus*		32	24,5	

[1]Nastis e Malechek, 1988; [2]Sidahmed *et al.*, 1981; [3]Nastis, 1982; [4]Meuret, 1989; [5]Perevolotsky *et al.*, 1993; [6]Decandia non pubblicato; [7]Decandia *et al.*, 1999; [8]Silanikove *et al.*, 1996a. * Integrazione costituita da 1/3 farina di soia e 2/3 polpe di bietola disidratate

8.4.4. Tannini

I tannini, molto diffusi nel regno vegetale, sono dei complessi polifenolici delle piante, con un peso molecolare (pm) relativamente elevato (1000–20.000), che

contengono un numero sufficiente di gruppi idrossilici e carbossilici in grado di precipitare le proteine e formare dei composti stabili con i carboidrati. Sono divisi, in base alla loro struttura chimica e reattività, in idrolizzabili e condensati. I tannini idrolizzabili non sono altro che esteri del glucosio con acidi fenolici di pm medio-basso, mentre i tannini condensati sono polimeri di unità flavonoidi con composizione e pm differenti. I tannini condensati vengono comunemente indicati come proantocianidine in quanto dalla loro idrolisi si liberano appunto antocianidine.

I tannini proteggono le piante dagli erbivori (Provenza, 1995) e dai microrganismi patogeni con meccanismi complessi e multifattoriali. Alcuni autori considerano la tossicità di questi composti come la base della difesa delle piante nei confronti degli animali. Un'altra teoria sostiene invece che l'effetto deterrente (rifiuto in seguito al solo assaggio) è spesso indipendente dalla tossicità (Silanikove *et al.*, 1996b). Il ruolo dei tannini nelle piante foraggere è importante soprattutto in relazione all'utilizzazione delle proteine, in quanto questi composti formano dei complessi stabili con le proteine ed alcuni carboidrati strutturali, riducendo la loro disponibilità per gli animali ed inattivando alcuni enzimi del canale digerente (Kumar e Vaithiyanathan, 1990). La presenza di elevate concentrazioni di tannini nella dieta riduce l'ingestione e la digeribilità anche nei caprini, sebbene siano più tolleranti a questi composti rispetto ad altri ruminanti domestici (Decandia *et al.*, 1999; Provenza, 1995; Silanikove *et al.*, 1996a, 1997).

L'effetto dei tannini è stato misurato tramite l'utilizzo di composti che ne riducono l'azione antinutrizionale in quanto formano con essi dei complessi stabili. I risultati migliori sono stati ottenuti con il polietilene-glicole (PEG). Si tratta di un polimero con pm pari a 4000-6000, che può legarsi ai tannini in maniera irreversibile in un ampio "range" di pH (2 – 8,5), riducendo così la formazione di complessi tannini-proteine (Jones e Mangan, 1977). Come conseguenza di ciò, la disponibilità di alcuni macronutrienti, in particolare le proteine, aumenta. Infatti, in capre Sarde alimentate con lentisco e riceventi differenti livelli di PEG si è riscontrato un incremento della digeribilità *in vivo* della PG (Tabella 8.5). Inoltre capre che ricevevano il PEG, hanno dedicato più tempo a pascolare arbusti ricchi in tannini (Decandia *et al.*, 2000a, b; Titus *et al.*, 2001), rispetto a specie erbacee (Figura 8.4), ed hanno presentato ingestioni maggiori (Ben Salem *et al.*, 2003; Decandia *et al.*, 2000a; Silanikove *et al.*, 1996a; Titus *et al.*, 2001). Capre Mamber, trattate con differenti livelli di PEG (Silanikove *et al.*, 1996a) hanno mostrato incrementi d'ingestione di SS di foglie di *Quercus calliprinos* (da 660 a 900 g capo^{-1} giorno^{-1}), di *Pistacia len-*

Tabella 8.5 - Effetti di differenti livelli di concentrato e dosi giornaliere (g/d) di polietilene-glicole (PEG) sull'ingestione di SS e sulla digeribiltà in vivo di capre Sarde alimentate con Pistacia lentiscus L. (Decandia et al.*, 1999).*

	200 g/d di concentrato*			400 g/d di concentrato*		
	PEG 0	PEG25	PEG50	PEG 0	PEG25	PEG50
Ingestione SS						
Lentisco (g)	449	491	479	520	604	538
(g kg $PC^{-0.75}$)	34	37	36	38	44	37
Dieta totale (g)	620	662	634	870	954	887
(g kg $PC^{-0.75}$)	47 a	50 ab	48 a	64 bc	71 c	63 bc
Digeribilità *in vivo*						
SO %	67,8	70,1	70,2	59,8	65,9	73,1
PG %	37,4 a	63,3 ab	71,5 b	30,9 ac	61,4 ab	73,7 b
NDF %	45,4	51,5	55,0	31,9	53,1	68,9
ADF %	34,5	45,6	47,7	23,4	21,1	59,5

* Composizione concentrato (66,5% polpa bietola, 33,5% farina soia)

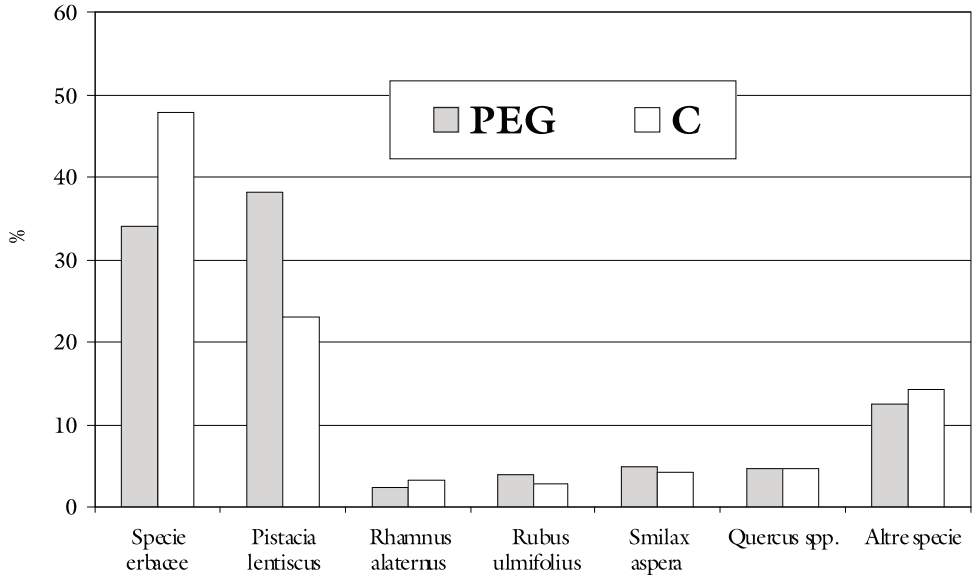


Figura 8.4 - Composizione botanica della dieta di capre Sarde al pascolo (% ingestione totale) integrate (PEG) o meno (C) con 50 g giorno^{-1} di polietilene-glicole (Decandia et al.*, 2000a).*

tiscus (da 470 a 800 g capo^{-1} giorno^{-1}) e di *Ceratonia siliqua* (da 800 a 1250 g capo^{-1} giorno^{-1}). Nonostante un evidente incremento, a seguito della somministrazione del PEG, dell'ingestione e della digeribilità della proteina e dell'energia da parte di capre alimentate con specie arbustive ed arboree, le risposte produttive sono state differenti nelle diverse razze. Capre Mamber in gestazione hanno mostrato incrementi di peso e maggiori pesi alla nascita dei capretti (Gilboa, 1996), e si è riscontrato un incremento consistente nella produzione di latte in capre Anglo-Nubiane (Gilboa *et al.*, 2000) e, seppur in misura minore, in capre Sarde (Decandia *et al.*, 2000a, b).

8.5. Ingestione

Nelle regioni del Mediterraneo caratterizzate da una grande eterogeneità ambientale, le capre al pascolo selezionano la loro dieta utilizzando piante e parti di pianta molto diverse tra loro, anche sotto il profilo della digeribilità e dei tempi di ritenzione nel tratto digestivo. Pertanto, risulta alquanto difficile misurare la digeribilità e l'ingestione di questi animali, seppur con l'uso di marcatori quali Cr_2O_3 o gli alcani. Anche il ricorso ad animali fistolati o l'uso di apposite sacche per la raccolta delle feci è quasi impossibile, per l'elevata densità della vegetazione arbustiva ed anche per le caratteristiche morfologiche e comportamentali della specie. Per le sopraccitate ragioni, il metodo maggiormente adottato per la stima della loro ingestione è quello basato sull'osservazione diretta del comportamento alimentare degli animali. In base a questo metodo, l'ingestione può essere misurata come prodotto della frequenza delle prensioni (n. prensioni min^{-1}), per il peso delle prensioni (g SS prensione^{-1}) per il tempo speso nel pascolamento; ed è espressa dalla seguente equazione.

$$ISS=\Sigma(FP_i * PP_i * TPs_i)$$

dove:
ISS = Ingestione di SS (g).
FP_i = frequenza delle prensioni (n. di prensioni per minuto di pascolamento) della i^{ma} specie;
PP_i = peso medio della prensione (g SS) della i^{ma} specie;
TPs = tempo di pascolamento (min/24 h) della i^{ma} specie.

Alcuni esempi di frequenze di prensioni e corrispondenti velocità d'ingestione (g SS min^{-1}) misurati in capre Sarde (osservazione diretta delle prensioni;

Kababya *et al.*, 1998) sono riportati in tabella 8.6. La velocità d'ingestione media (6,3 g min^{-1}) è simile a quella trovata in altre regioni del Mediterraneo (Perevolotsky *et al.*, 1998).

Tabella 8.6 - Frequenza prensioni (FP, prensioni min^{-1}) e velocità d'ingestione (VI, g SS min^{-1}) osservate in capre Sarde a metà e fine lattazione, al pascolo su macchia mediteranea (Decandia, dati non pubblicati).

Specie foraggera	Primavera		Estate	
	FP	VI	FP	VI
Specie erbacee	45	7,4	33	4,3
Lonicera implexa Aiton	44	10,3	42	6,0
Mirtus communis L.	38	5,2	33	3,1
Pistacia lentiscus L.	29	9,8	30	7,7
Quercus ilex L.	37	13,0	31	13,6
Ramnus alaternus L.	39	8,5	38	8,8
Rubus spp.	31	4,4	25	5,5

La frequenza delle prensioni cambia in funzione dei fabbisogni animali ed è in relazione con la disponibilità foraggera e le caratteristiche nutrizionali e morfologiche delle specie selezionate dalle capre. Le capre a metà lattazione presentano una frequenza di prensioni e conseguentemente una velocità d'ingestione maggiore rispetto a quelle a fine lattazione a causa delle loro maggiori esigenze nutritive. In estate, a causa dell'incremento in SS delle specie legnose (Cabiddu *et al.*, 2000) nonostante una minore FP, la velocità d'ingestione è risultata quasi uguale a quella registrata in primavera. L'indice di selezione è in genere correlato positivamente con la frequenza delle prensioni. Quest'ultima, per alcune specie meno appetite, come ad esempio il *Pistacia lentiscus* L., è bassa per l'elevato tenore in tannini. Anche le caratteristiche fisiche e morfologiche delle piante influenzano FP e VI. Infatti, la presenza di spine in alcune specie (*Rubus* spp.) riduce la frequenza delle prensioni. Il peso delle prensioni è influenzato dagli stessi parametri.

L'ingestione foraggera di capre (razza locale), al pascolo su aree arbustive molto aperte (Q. *coccifera* L.) nella Grecia settentrionale, è stata misurata utilizzando la raccolta totale delle feci prodotte e la digeribilità *in vitro* (Yiakoulaki e Nastis, 1995). La raccolta delle feci è stata possibile grazie all'utilizzo di un imbrago particolare disegnato appositamente per le capre (Yiakoulaki e Nastis, 1998), che consente all'animale di pascolare, muoversi ed erigersi sugli arti posteriori liberamente anche nella vegetazione più fitta. Nella stessa area è stato utilizza-

to con successo anche il Cr_2O_3 come marcatore (Yiakoulaki, 1992). La concentrazione del Cr_2O_3 nelle feci delle capre è stata determinata combinando il metodo di fusione alcalina (Na_2O_2) con l'assorbimento atomico spettro-fotometrico (Yiakoulaki *et al.*, 1997). Alcuni valori d'ingestione di capre al pascolo su cespugliato, misurati in differenti regioni del Mediterraneo, sono riportati nella tabella 8.7.

Tabella 8.7 - Valori d'ingestione di capre al pascolo in differenti regioni del Mediterraneo.

Razza	**Regione**	**Periodo**	**Ingestione** (g SS kg $PC^{-0.75}$)	**Principali specie pascolate**
Rove[1]	Francia		44-76	*Quercus coccifera, Rosa officinalis, Juniperus oxycedrus,*
Mamber[2]	Israele	Dic-Ago	64-88	*Quercus calliprinos, Stirax officinalis, Pistacia palaestina,*
Locale x Alpine[3]	Tunisia		102.1	*Acacia cyanofilla, Atriplex nummularia, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus*
Sarda[4]	Sardegna	Mar-Giu	71-104	*Pistacia lentiscus, Quercus spp., Mirtus communis*
Sarda[5]	Sardegna	Mar-Lug	48-123	" "
Sarda[6]	Sardegna	Giu-Lug	55-91	" "
Capre locali greche[7]	Grecia	Nov-Feb	42-66	*Quercus coccifera, Carpinus orientalis, Fraxinus ornus, Cistus spp.*

[1]Dumont *et al.*, (1995); [2]Kababya *et al.*, (1998); [3]Ben Salem *et al.*, (2000a); [4]Decandia *et al.*, 1997 (a,b); [5]Decandia *et al.*, 2000 (a,b); [6]Decandia *et al.*, 2004a; [7]Yiakoulaki e Nastis, 1995.

I parametri che sembrano maggiormente correlati con l'ingestione di capre al pascolo su cespugliato sono la produzione di latte normalizzato al 4% di grasso e la concentrazione in PG e polifenoli tannici nella dieta delle capre. Dall'elaborazione di dati raccolti in differenti esperimenti, svolti con capre Sarde che pascolavano per 7 ore al giorno una superficie arbustiva ricca di lentisco, sono state ottenute 2 equazioni di predizione dell'ingestione al pascolo (Decandia *et al.*, 2005)

$$ISS = -18{,}63 + 6{,}75\ PG + 0{,}02\ Ln;\ n.=38;\ R^2=0{,}77;\ P<0{,}001; \quad [1]$$

$$ISS = 52{,}54 + 0{,}037\ Ln - 16{,}44\ PT/PG;\ n.=40;\ R^2=0{,}59;\ P<0{,}001; \quad [2]$$

dove:

ISS= Ingestione SS (g kg $PC^{-0.75}$ $giorno^{-1}$)

Ln = Produzione latte normalizzata al 4% di grasso (Sandrucci *et al.*, 1995);

PG = proteina grezza nella dieta (% sulla SS);
PT/PG = rapporto tra percentuale di polifenoli totali e percentuale di proteina grezza nella dieta.

Nelle condizioni sperimentali sopra citate, PG e PT/PG nella dieta erano correlati; con la percentuale di erba presente nel pascolo (misurata con il metodo Daget e Poissonet, 1969) e la concentrazione di urea nel latte.

$$PG = 5{,}10 + 0{,}20\ Erba + 0{,}119\ U;\ n.=31;\ R^2=0{,}82;\ P<0{,}001; \quad [3]$$

$$PT/PG = 1{,}21 + 0{,}019\ U - 0{,}012\ Erba;\ n.=29;\ R^2=0{,}49;\ P<0{,}001; \quad [4]$$

dove:
PG = proteina grezza nella dieta (%);
PT/PG = rapporto tra percentuale di polifenoli tannici e percentuale di proteina;
Erba = percentuale di specie erbacee al pascolo;
U = concentrazione di urea nel latte (mg $100ml^{-1}$);

Le equazioni [1] e [3] hanno R^2 più alti e sembrano di più facile applicazione a livello aziendale. Utilizzando queste relazioni, si propone un modello di predizione (Figura 8.5), per la stima dell'ingestione di SS di capre al pascolo su superfici arbustive ricche di specie tanniche. Con l'equazione [3], una volta stimata la percentuale di erba nel pascolo e misurata la concentrazione di urea nel latte, si stima la PG (%) nella dieta (Figura 8.5 a). Quest'ultima stima, insieme alla misura della produzione di latte normalizzata al 4 % di grasso, consente la predizione dell'ingestione di SS al pascolo (equazione [1]; Figura 8.5 b). Ad esempio, se l'erba al pascolo è pari al 20% e l'urea nel latte è 25 mg 100 ml^{-1}, la PG dovrebbe essere 12 % (Figura 8.5 a).
Di conseguenza, se il latte normalizzato è in media 1200 (g), l'ingestione di SS dovrebbe essere pari a 80 (g $kgPC^{-0.75}$ $giorno^{-1}$; Figura 8.5 b). Questo modello non è ovviamente applicabile in tutte le condizioni, ma può rappresentare un aiuto per la stima dell'ingestione di capre al pascolo sulla macchia Mediterranea, in condizioni simili a quelle in cui è stato ottenuto. Queste ultime sono descritte qui di seguito:

a) capre di razze con livello produttivo medio-basso;
b) accesso al pascolo limitato (5-7 ore $giorno^{-1}$);
c) pascolo arbustivo ricco di specie molto tanniche come ad es. il *Pistacia lentiscus* L.;
d) bassa percentuale di erba presente al pascolo (10-30 %);
e) livello d'integrazione alimentare medio-basso (200-400 g $capo^{-1}$ $giorno^{-1}$ di SS).

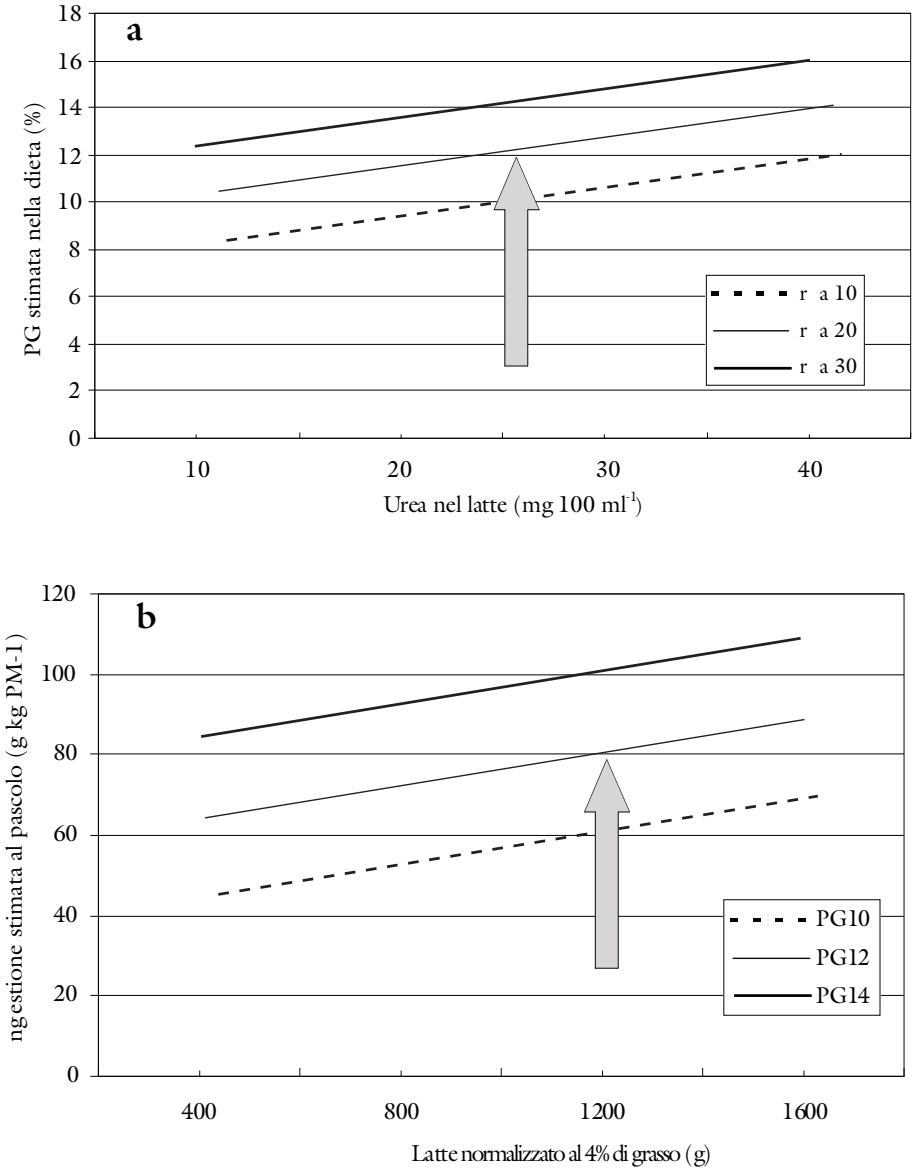


Figura 8.5 - Modello di previsione dell'ingestione di capre al pascolo su superfici arbustive ricche di specie tanniche (per la descrizione del metodo, vedi testo).

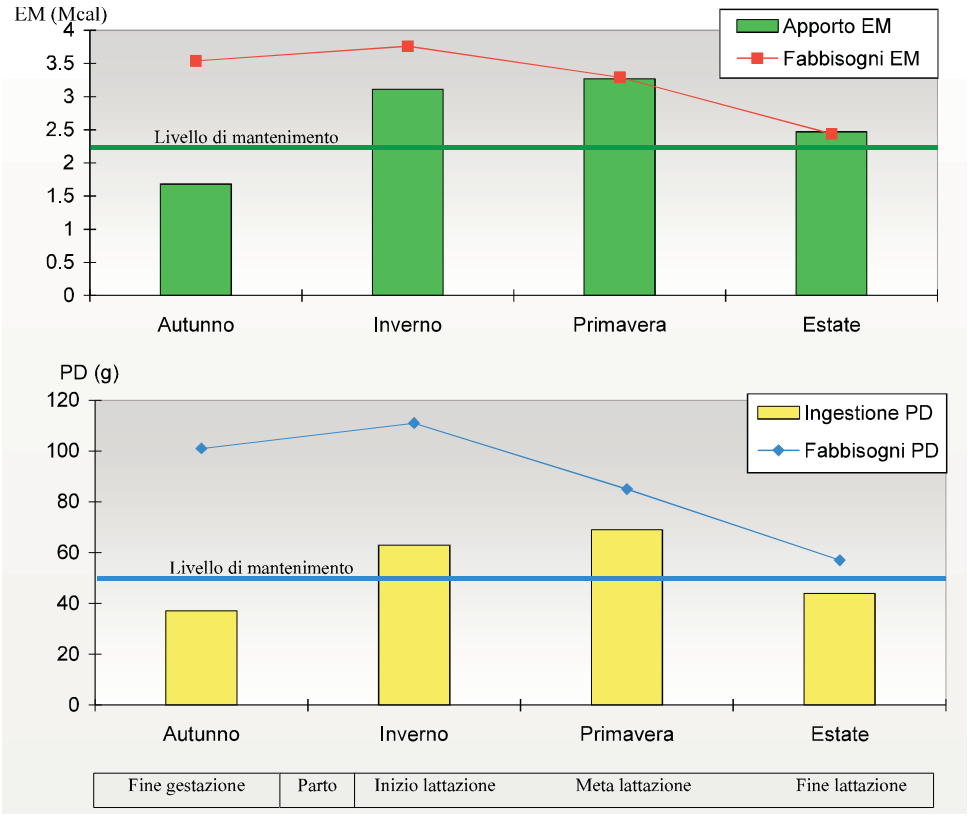


Figura 8.6 - Apporti e fabbisogni in energia metabolizzabile ed in proteina digeribile (NRC, 1981) di capre Sarde al pascolo su macchia mediterranea nel corso dell'anno (Decandia et al., 2004b).

8.6. Integrazione alimentare

Se si considera l'andamento annuale dei fabbisogni energetici e proteici di capre al pascolo sulla macchia mediterranea, è evidente come tali risorse foraggere non siano sempre in grado di soddisfare queste esigenze. Per tale motivo, il ricorso all'integrazione alimentare in queste condizioni di allevamento è indispensabile (Liakos *et al.*, 1980). In generale, l'energia è meno limitante della proteina (Figura 8.6).

La maggiore differenza tra apporti e fabbisogni si riscontra spesso in autunno ed inverno, durante gli ultimi 2 mesi di gestazione ed all'inizio della lattazione. In questo periodo l'uso di foraggi e/o concentrati con una concentrazione in

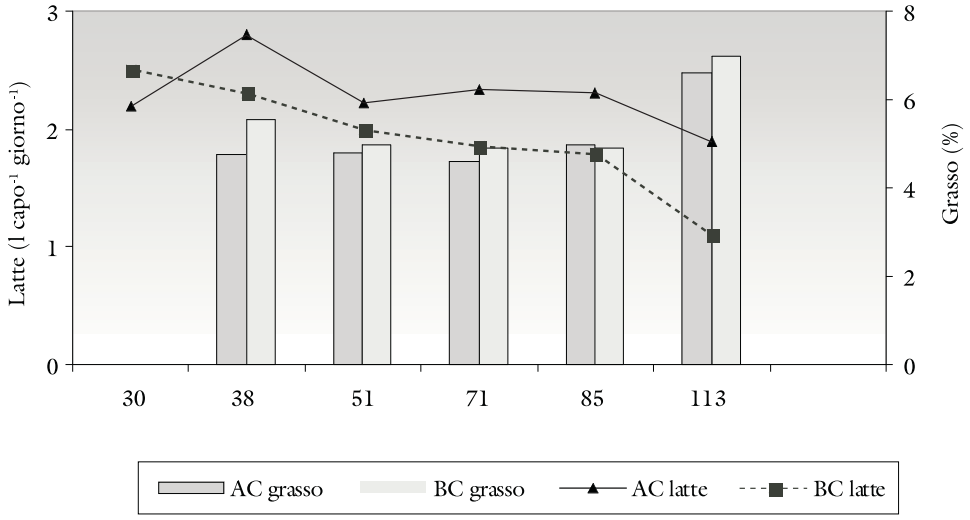


Figura 8.7 - Produzione di latte (l capo^{-1} giorno^{-1}) e concentrazione di grasso del latte (%) di capre Damasco integrate con alto (AC, 1500 g capo^{-1} giorno^{-1}) e basso (BC, 750 g capo^{-1} giorno^{-1}) livello di un concentrato commerciale (2,6 Mcal ME, 17,5 % PG) (Landau et al. 1993).

PG medio-alto è importante (Hadjipanayiotou, 1986), sopratutto se la percentuale di specie erbacee al pascolo è molto bassa. L'effetto dell'integrazione dipende dalla razza e dalla sua abilità di pascolatrice. Infatti, nessuna differenza nell'accrescimento dei capretti e nella produzione di latte si è riscontrata in capre locali israeliane, con un livello produttivo medio-basso, che ricevevano un integrazione isoproteica con differente livello di energia. Al contrario capre molto produttive (Anglo-Nubiane x Damasco) se alimentate con elevati livelli d'integrazione, hanno presentato un incremento della produzione di latte seppur accompagnato da uno scadimento della sua qualità (Figura 8.7).
In generale, il ricorso ad integrazioni altamente energetiche (concentrati a base di cereali) consente un recupero delle riserve corporee, ma solitamente riduce il pascolamento delle capre. Infatti, nello studio sopra riportato, il comportamento alimentare indicava come le capre alimentate con il livello basso di concentrato dedicavano più tempo al pascolamento rispetto al gruppo ricevente il livello più alto (75 % e 59% del tempo totale di osservazione, rispettivamente).
La concentrazione in proteina della dieta delle capre è influenzato dalla composizione botanica del pascolo ed in particolare dal rapporto erba/arbusti. In Grecia, capre locali al pascolo su tre superfici cespugliate, caratterizzate da differen-

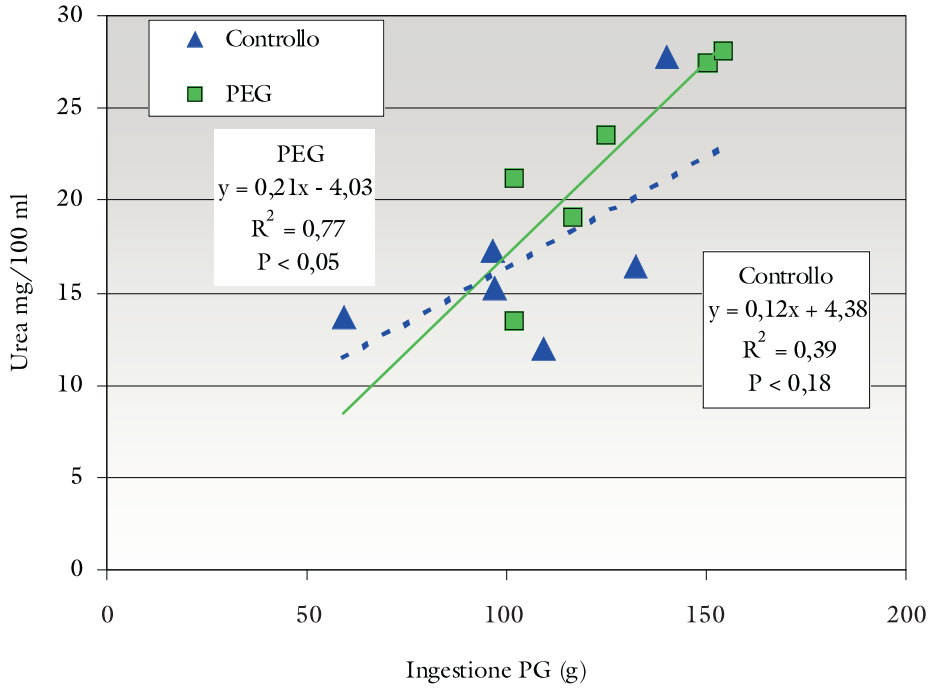


Figura 8.8 - Relazione tra ingestione di PG (g) e urea nel latte (mg/100ml) in capre Sarde riceventi (PEG) o meno (Controllo) un'integrazione di polietilene-glicole (Decandia et al., 2000a).

ti proporzioni di vegetazione arbustiva ed erbacea (A: 53% *vs* 32%; B: 62% *vs* 20% e C: 66% *vs* 12%, rispettivamente) selezionavano una dieta con un livello di PG più alto nel pascolo in cui la percentuale di erba era maggiore (Yiakoulaki e Nastis, 1995). In generale, la riduzione della copertura arbustiva dal 66 al 53%, determinava un incremento nel valore nutritivo della dieta e dell'ingestione.

La concentrazione di urea nel latte, nel caso di caprini al pascolo su aree ricche di specie altamente tanniche, è un indice dell'ingestione di PG meno valido rispetto a quanto osservato negli ovini (Cannas *et al.*, 1998; Molle *et al.*, 2000). Infatti, il livello di urea nel latte di capre Sarde, allevate in pascoli ricchi di lentisco, risulta correlato con l'ingestione di PG più fortemente negli animali che ricevono una integrazione anti-tannica (Figura 8.8).

Nelle regioni del Mediterraneo durante la stagione primaverile si assiste ad un rapido calo del valore nutritivo dell'erba. Di conseguenza, le capre spendono

maggior tempo alla ricerca di piante o parti di pianta con valore nutritivo più elevato, riducendo però l'ingestione di energia. In questi casi, un apporto di moderati quantitativi di concentrati, contenenti fibra altamente degradabile e proteina degradabile a livello ruminale, comporta un incremento nella produzione del latte di almeno il 10% (Meuret, 1989). Capre Sarde hanno incrementato l'ingestione di lentisco (da 449 a 520 g capo^{-1} giorno^{-1}) quando il livello d'integrazione (miscela di polpe di bietola disidratate, 66,5 % e farina di estrazione di soia 33,5 % sulla SS) è stato raddoppiato (da 200 a 400 g; Decandia *et al.*, 1999). Risultati simili sono stati ottenuti con capre Sarde alimentate con *Quercus ilex.*

8.7. Gestione del pascolamento

L'efficienza di utilizzazione delle aree arbustive ed arboree del Mediterraneo può essere massimizzata attraverso la reale comprensione della complessa interazione tra gli animali al pascolo e la vegetazione presente. Solo in questo modo sarà possibile trovare il giusto equilibrio tra il soddisfacimento delle esigenze animali (massimizzazione dell'ingestione e del valore nutritivo della razione) e

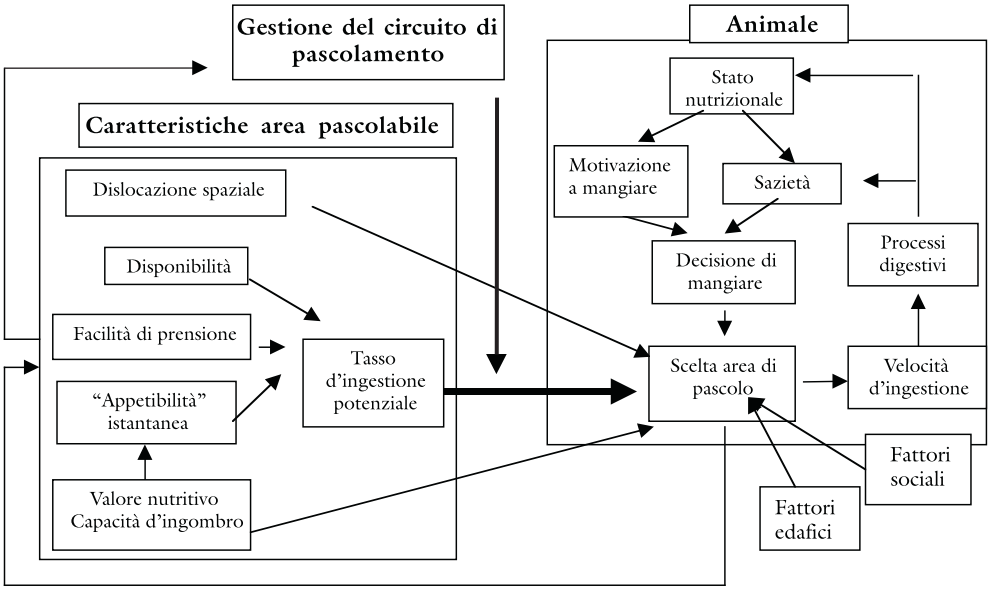


Figura 8.9 - Modello di selezione e comportamento alimentare all'interno di un area di pascolo (Baumont et al., 2000).

la salvaguardia dell'ambiente (scelta di carichi adeguati, creazione di aree di rispetto per consentire la ricrescita delle essenze foraggere). Questi pascoli "legnosi" sono costituiti da zone molto eterogenee, con vegetazione spesso differente. Questa eterogeneità spaziale e temporale influenza notevolmente la dislocazione, la selettività e l'ingestione degli animali al pascolo. La scelta di un animale di pascolare un'area piuttosto che un'altra dipende dall'equilibrio tra sazietà e motivazione a mangiare, entrambi influenzati principalmente dal suo stato nutrizionale (Figura 8.9). Ma alla base della scelta dell'area di pascolo e quindi della velocità d'ingestione ci sono anche le caratteristiche dell'area stessa, ed in particolare la dislocazione spaziale dell'area e la velocità d'ingestione potenziale ad essa legata (Figura 8.9). Quest'ultimo parametro è a sua volta il risultato della disponibilità, della facilità di prensione e dell'appetibilità "istantanea" della vegetazione presente nell'area stessa.

La gestione efficiente del pascolamento dovrebbe tenere in considerazione tutti questi elementi e cercare di sfruttare l'eterogeneità di questi pascoli che sembra stimolare l'ingestione animale. Infatti, si è osservato che l'ingestione al pascolo, aumenta tanto più quanto maggiore è la diversità del materiale vegetale offerto, soprattutto quando questo materiale è di media-bassa appetibilità (Meuret e Bruchou, 1994). Quando l'allevatore guida il gregge su un circuito di pascolamento, la sua strategia per una migliore utilizzazione delle risorse foraggere, interagisce con quella dell'animale ed influenza quindi le decisioni di quest'ultimo. Un'efficiente conduzione del gregge può quindi consentire una migliore utilizzazione dei pascoli eterogenei (Meuret, 1996).

Alcuni autori, osservando il comportamento degli animali al pascolo, hanno proposto un modello di conduzione del gregge lungo un circuito, costituito da una sequenza di zone di pascolo, caratterizzate da differenti gradi di appetibilità e disponibilità (Figura 8.10).

L'obiettivo del modello è quello d'incrementare l'ingestione da parte degli animali, sfruttando l'eterogeneità del pascolo stesso e consentendo una maggiore utilizzazione delle essenze più abbondanti e meno appetite ed una salvaguardia di quelle meno abbondanti e più appetite. Ad esempio un'area "appetito moderatrice", caratterizzata da elevata disponibilità ma da bassa appetibilità delle piante presenti (AM, Figura 8.10), potrebbe essere utilizzata all'inizio del circuito per cominciare a ridurre l'elevato appetito del gregge. Al contrario, una zona "appetito promotrice" (AP), con bassa disponibilità ed alta appetibilità, dovrebbe essere utilizzata all'inizio del circuito nel caso di animali con poco appetito. Si potrà poi individuare una zona del pascolo di media disponibilità ed appetibilità che costituirà il "piatto principale" (PP) della dieta del gregge.

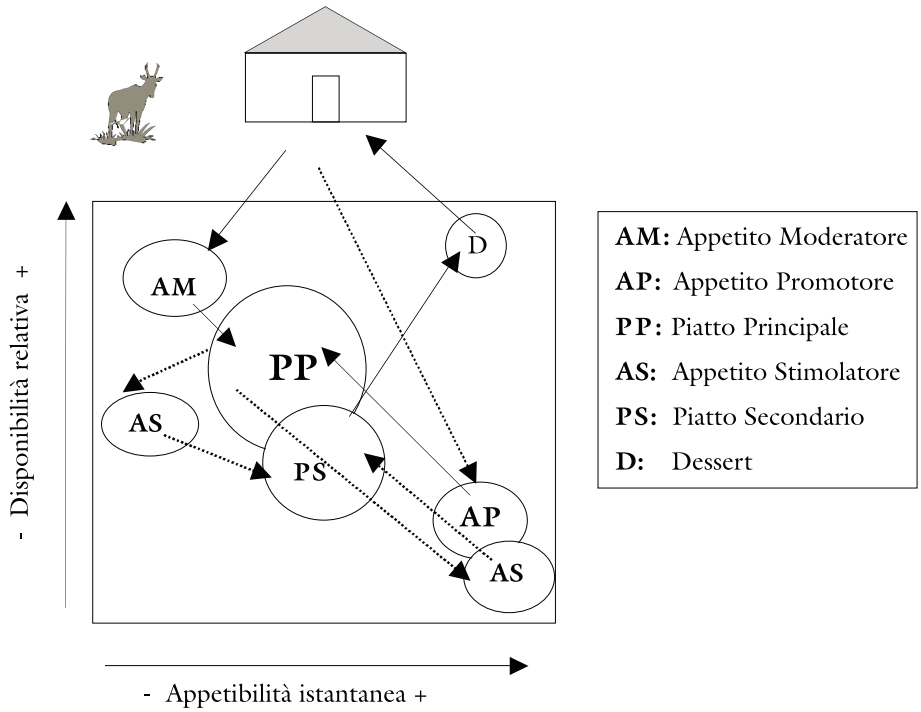


Figura 8.10 - Modello "menu": circuito di pascolamento costituito da una sequenza di aree caratterizzate da un diverso grado di appetibilità e disponibilità. L'obiettivo è stimolare continuamente gli animali ad utilizzare risorse foraggere anche di medio-bassa qualità (Meuret et al., 1995).

Quando poi l'interesse degli animali per quest'area andrà scemando, lo spostamento del gregge verso zone cosiddette "appetito stimolatrici" (AS) potrà ravvivare l'attività di pascolamento degli animali. Queste zone possono essere o di bassissima appetibilità e media disponibilità, oppure bassissima disponibilità e altissima appetibilità. Gli animali potranno essere poi riportati su un'area di media appetibilità e disponibilità, il "piatto secondario" (PS) della dieta. Alla fine del circuito, con animali ormai sazi, potranno essere utilizzate delle zone di elevata appetibilità e disponibilità, il "dessert" della dieta, riducendo così il rischio di un loro sovra-pascolamento. L'applicazione di questo modello ha necessità però di continui interventi dell'allevatore e di un adattamento alle condizioni locali. Per ridurre gli interventi dell'allevatore si potrebbero adottare alcune strategie per stimolare e/o guidare la circolazione delle capre al pascolo. La disposizione in punti strategici di cancelli, recinzioni, zone ombreggiate,

abbeveratoi e blocchi di sali minerali potrebbe spingere gli animali a passare in determinate aree del pascolo. Anche l'introduzione, dove possibile, di cotiche erbose seppur di piccola estensione o il miglioramento della componente erbacea già presente può influenzare la distribuzione degli animali e la selezione della dieta. E' noto, infatti (Leclerc, 1984) che l'utilizzo di erba allo stadio vegetativo da parte dei caprini incrementa l'ingestione di essenze legnose ed inoltre l'alto livello di proteina degradabile nell'erba può contrastare l'effetto dei tannini a livello ruminale (Landau *et al.*, 2000). L'orario di pascolamento dovrebbe essere ugualmente considerato, in particolare durante le stagioni calde, quando le alte temperature riducono l'attività al pascolo delle capre durante le ore diurne. In quei periodi gli animali dovrebbero andare al pascolo preferibilmente la mattina presto o la sera tardi quando solitamente utilizzano maggiormente le specie arbustive ed arboree (Leclerc, 1984). Inoltre, se le capre ricevono supplementi, il livello e la composizione dell'integrazione modificano il comportamento alimentare. L'uso di integrazioni "alternative", ricche in fibre altamente digeribili (polpe di bietola disidratate, buccette di soia, ecc.) e azoto (urea), somministrate agli animali in piccole quantità due volte al giorno prima dell'accesso al pascolo, può aumentare l'ingestione (Ben Salem *et al.*, 2000b; Meuret *et al.*, 1994).

La gestione del pascolamento dei caprini nelle aree arbustive ed arboree delle regioni del Mediterraneo potrebbe essere finalizzata anche ad un controllo "biologico" della vegetazione alternativo al decespugliamento meccanico o chimico. In queste aree, infatti, spesso si creano delle zone in cui la vegetazione diventa talmente fitta ed impenetrabile da rendere impossibile un qualsiasi loro utilizzo. I caprini, grazie alla grande varietà della loro dieta, alla loro elevata resistenza a fattori antinutrizionali e tossici ed alle loro caratteristiche morfofisiologiche, sono in grado di pascolare piante poco appetite e/o difficilmente accessibili per altri animali (Hart, 2001). Molte di queste piante (*Rubus* spp., *Rosa* spp., *Euphorbia* spp., *Smilax* spp., *Rubia* spp. etc.), se non controllate in qualche modo, possono svilupparsi enormemente e creare delle "tare" nel pascolo e comunque delle zone di accumulo di sottobosco non fruibili per l'uomo e destinate ad accrescere i rischi di incendi rovinosi. Un'altra caratteristica importante del comportamento alimentare dei caprini è l'elevato consumo dei fiori e dei semi non ancora maturi di molte piante infestanti, che determina una riduzione della loro risemina. In Nuova Zelanda uno studio (Allan e Holst, 1996) ha evidenziato come i caprini riducessero la banca di seme dei cardi (*Silybum*, *Carduus*, spp. ecc.) nel terreno. L'utilizzo dei caprini, da soli o in associazione con altri mezzi per il controllo delle infestanti, è una pratica che negli

USA ed in Australia inizia a dare risultati interessanti. A questo riguardo è utile anche il ricorso al pascolamento misto con specie animali differenti (caprini, ovini, bovini, equini).
Le possibili applicazioni future di questa tecnica sono importanti, ma meritano ulteriori studi per l'approfondimento di alcuni aspetti quali: il carico necessario per ottenere il controllo di certe infestanti; le tecniche di settorizzazione e di pascolamento; le conseguenze sulle produzioni animali; i costi da sostenere per una sua applicazione.

Bibliografia

1. Allan, C.J., Holst, P.J. 1996. The ecological role of the goat in maintaining pasture and range. Proc. of VI International Conference on Goats; Beijing, China. 427-435.
2. Baumont, R., Prache, S., Meuret, M., Morand-Fehr, P. 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. Liv. Prod. Sci. 64: 15-28.
3. Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Abdouli, H. 1994. Palatability of shrubs and fodder trees measured on sheep and dromedaries: 1. Methodological approach. Anim. Feed Sci. Technol. 46: 143-153.
4. Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, L. 1999. Sheep and goat preferences for fodder shrubs. Relationship with the nutritive characteristics. 8th FAO-CIHEAM cooperative network on sheep and goats nutrition; Grignon (France), 3-5 Sep. 1998. Options Méditerranéennes 52: 155-159.
5. Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, L., Tisserand, J.L. 2000a. Deactivation of condensed tannins in Acacia cyanofilla Lindl foliage by polyethylene glycol in feed blocks. Effect on feed intake, diet digestibility, nitrogen balance, microbial synthesis and growth by sheep. Liv. Prod. Sci. 64: 51-60.
6. Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, L. 2000b. Supplementing range goats in central Tunisia with feed blocks or a mixture of Opuntia ficus indica var. inermis and Atriplex nummularia. Effects on behavioural activities and growth. Proc. of VII International Conference on goats; 15-18 May 2000, Tours, France. pp. 988-989.
7. Ben Salem, H., Ben Salem, L., Nefzaoui, A., Ben Saïd, M.S. 2003. Effect of PEG and olive cake feed blocks supply on feed intake, digestion, and health of goats given kermes oak (Quercus coccifera L.) foliage. Anim. Feed. Sci. Technol. 110: 45-59.
8. Boubaker, A., Kayouli, C., Buldgen, A., Boukary, A. 2004. Chemical and biological characterisation of some woody species browsed by goats in the North-West of Tunisia. 9th FAO-CIHEAM cooperative network on sheep and goats nutrition; Hammamet, 8-10 Nov 2001. Options Méditerranéennes 59: 147-151.
9. Cabiddu, A., Decandia, M., Sitzia, M., Molle, G. 2000. A note on the chemical composition and tannin content of some Mediterranean shrubs browsed by Sarda goats. 8th FAO-CIHEAM meeting on sheep and goats nutrition; Grignon, France, 3-5 September 1998. Options Méditerranéennes, 52: 175-178.
10. Cannas, A., Pes, A., Mancuso, R., Vodret, B., Nudda, A. 1998. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. J. Dairy Sci. 81: 499-508.
11. Congiu, F., Dattilo, M., Serra, A. 1978. Indagine preliminare sulla composizione chimica e sul valore nutritivo delle principali essenze arbustive presenti in Sardegna. Zoot. Nutr. Anim. 4: 433-441.

12. Cooper, S.M., Owen-Smith, N., Bryant, J.P. 1988. Foliage acceptability to browsing ruminants in relation to seasonal changes in the leaf chemistry of woody plants in a South African savanna. Oecologia 75: 336-342.

13. Daget, P., Poissonet, J. 1969. Analyse phytologique des prairies. Application agronomique. C.N.R.S. C.E.P.E. Montpellier, document n. 48 pp. 67.

14. Decandia, M., Molle, G., Sitzia, M., Ruiu, P.A., Pampiro, F., Pintus, A. Kababya, D. 1997a. Feeding behaviour of goats browsing on a mediterranean shrubland. Book of abstracts of the 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Wien, Austria 25-28 August 1997. Abstract S3.13, 293.

15. Decandia, M., Sitzia, M., Molle, G., Fois, N., Fois, G. 1997b Effect of weather conditions on browsing behaviour of goats in Mediterranean shrubland. Proc. of International workshop on "Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystems". Thessaloniki, Greece, October 23-25, 1997. 227-230.

16. Decandia, M., Molle, G., Ligios, S. Scanu, G. 1999. Effect of different levels of polyethylene glicol on the nutritional value of Pistacia lentiscus L. fed to goats. Proc. of the XIII ASPA Congress, Piacenza, June 21-24, 1999. 384-386.

17. Decandia, M., Sitzia, M., Cabiddu, A., Kababya, D., Molle, G. 2000a. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. Small Rumin. Res. 38: 157-164.

18. Decandia, M., Molle, G., Sitzia, M., Cabiddu, A., Ruiu, P.A., Pampiro, F., Pintus, A. 2000b. Responses to an antitannic supplementation by browsing goats. Proc. of VII International Conference on goats 15-18 May 2000 Tours, France. pp. 71-73.

19. Decandia, M., Molle, G., Sitzia, M., Cabiddu, A., Pampiro, F., Ruiu, P.A. 2004a. Feeding behaviour of dairy goats supplemented with polyethylene glycol browsing on bushland with different herbage cover. 9th FAO-CIHEAM cooperative network on sheep and goats nutrition. Hammamet, 8-10 Nov 2001. Options Méditerranéennes 59: 29-33.

20. Decandia, M., Cabiddu, A., Sitzia, M., Molle, G. 2004b. Gestione delle risorse alimentari nell'allevamento estensivo di caprini nelle regioni del Mediterraneo. Informatore Zootecnico 18: 176-196.

21. Decandia, M., Pinna, G., Cabiddu, A., Molle, G. 2005. Intake by lactating goats browsing on Mediterranean shrubland; XX International Grassland Congress. Dublin, 26 June-1 July 2005. In press.

22. Distel, R.A., Provenza, M. D. 1991. Experience early in life affects voluntary intake of blackbrush by goats. J. Chem. Ecol. 17: 431-450.

23. Dominique, M.F., Dellow, D.W., Barry, T.N. 1991. Voluntary intake and rumen digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. J. Agric. Sci. 117: 117-120.

24. Dumont, B., Meuret, M., Prud'hon, M. 1995. Direct observation of biting for studying grazing behavior of goats and llamas on garrigue rangelands. Small Rumin. Res., 16: 27-35.

25. Fedele, V., Pizzillo, M., Claps, S., Morand-Fehr, P., Rubino, R. 1993. Grazing behaviour and diet selection of goats on native pasture in Southern Italy. Small Rumin. Res. 11: 305-322.

26. Gilboa, N. 1996. The negative effects of tannins and its neutralization in livestock. Ph.D. Thesis, The Hebrew University of Jerusalem.

27. Gilboa, N., Perevolotsky, A., Landau, S., Nitsan, Z., Silanikove, N. 2000. Increasing productivity in goats grazing Mediterranean woodland and scrubland by supplementation of polyethylene glycol. Small Rumin. Res. 38: 183-190.

28. Hadjipanayiotou, M., Antoniou, T. 1983. A comparison of rumen fermentation patterns in sheep and goats given a variety of diets. J. Sci. Food Agric. 34: 1319-1322.

29. Hadjipanayiotou, M. 1986. Studies on the response of lactating Damascus goats to dietary protein. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 57: 41-52.

30. Hart, S.P. 2001. Recent perspectives in using goats for vegetation management in the USA. J. Dairy Sci. 84 (E. Suppl.), E170-E176.

31. Howe, J.C., Barry, T.N. 1988. Voluntary intake and digestion of gorse (Ulex europeus) by goats and sheep. J. Agric. Sci. 111: 107-114.

32. Jones, W.T., Mangan, J.L. 1977. Complexes of the condensed tannins of sainfoin (Onobrychis viciaefolia Scop) with fraction 1 leaf protein and submaxillary mucoprotein and their reversal by PEG and pH. J. Sci. Food Agric. 28: 126-136.

33. Kababya, D. 1994. Grazing behavior and nutrition of goats in Mediterranean woodland. Master thesis, Faculty of Agriculture of the Hebrew University of Jerusalem.

34. Kababya, D., Perevolotsky, A., Bruckental, I., Landau, S. 1998. Selection of diets by dual-purpose Mamber goats in Mediterranean woodland. J. Agric. Sci. Cambridge. 131: 221-228.

35. Koukoura, Z. 1988. Composition of kermes oak browse as affected by shade and stage of maturity. Anim. Feed Sci. Technol. 21: 1-9.

36. Kumar, S., Vaithiyanathan, S. 1990. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. Anim. Feed Sci. Technol. 30: 21-38.

37. Landau, S., Vecht, J. Perevolotsky, A. 1993. Effects of two levels of concentrate supplementation on milk production of dairy goats browsing Mediterranean scrubland. Small Rumin. Res. 11: 227-237.

38. Landau, S., Provenza, F., Silanikove, N. 2000. Feeding behaviour and utilization of vegetation by goats under extensive systems. Proc. of VII° International Conference on goats 15-18 May 2000; Tours, France. pp. 47-52.

39. Leclerc, B. 1984. Utilisation du maquis corse par des caprins et des ovins. Acta Ecologica Ecol. Applic., 5 n. 4: 383-406.

40. Le Houérou, H.N. 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. Ecosystems of the world 11, mediterranean-type Shrublands (F.di Castri *et al.*, eds) Elsevier Scientific Publ. Co., N.Y., 479-521.

41. Le Houérou, H.N. 1992. Grazing land of the Mediterranean basin. In: Coupland RT, ed. Ecosystems of the world, natural Grasslands Vol. 8B. Elsevier Scientific Publ. Amsterdam: 171-196.

42. Le Houérou, H.N. 1993. Environmental aspects of fodder trees and shrubs plantation in the Mediterranean basin. In Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: objectives and expected results of the EC research contract. Edited by Papanastasis V. pp. 207.

43. Liacos, L.G., Papanastasis, V.P., Tsiouvaras, C.N. 1980. Contribution to the conversion of kermes oak bushlands to grasslands and comparison of their production with improved bushlands in Greece. Dasiki Erevna 1: 97-141.

44. Makkar, H.P.S., Blummel, M., Becker, K. 1997. In vitro rumen apparent and true digestibilities of tannin-rich forages. Anim. Feed Sci. Technol. 67: 245-251.

45. Meuret, M. 1989. Feuillages fromages et flux ingérés. Thesis in Agronomic Sciences, Gembloux (Belgium), INRA-SAD, Avignon (France), pp. 229.

46. Meuret, M., Bruchou, C. 1994. Modélisation de l'ingestion selon la diversité des choix alimentaires réalisés par la chèvre au paturage sur parcours. Rench. Rech. Ruminants; 1: 225-228.

46. Meuret, M., Lasseur, J., Molénat, G., de Simiane, M. 1994. Un complément pour stimuler l'appétit. Reussir-Patre. 416: 23-26.

47. Meuret, M., Bellon, S., Guerin, G., Hanus, G. 1995. Faire paturer sur parcours. Renc. Rech. Ruminants 2:27-36.

48. Meuret, M. 1996. Organizing a grazing route to motivate intake on coarse resources. Ann. Zootech. 45, Suppl, 87-88.

49. Molina Alcaide, E., Garcia, M.A., Aquilera, J.F. 1997. The voluntary intake and rumen digestion by grazing goats and sheep of a low-quality pasture form a semi-arid land. Liv. Prod. Sci. 52: 39-47.

50. Molle, G., Sitzia, M., Decandia, M., Fois, N., Scanu, G., Ligios, S. 2000. Intake and performance of dairy ewes grazing Mediterranean forages either as pure or mixed swards. 8th FAO-CIHEAM cooperative network on sheep and goats nutrition. Paris-Grignon, 3-5 Sep. 1998. Options Méditerranéennes 52: 187-192.

51. Narjisse, H., Annasser, Z., Hemissi, A. 1988. Comportement alimentaire des ovins et des caprins sur un parcours forestier à base de chêne vert (Grazing behavior of sheep and goats in oak woodland). Seminar of FAO subnetwork on Goat Nutrition and Feeding Behaviour; Oct. 3-5, 1988, Potenza (Italia).

52. Narjisse, H. 1991. Feeding behaviour of goats on rangelands. In Goat nutrition, P. Morand-Fehr Editor. pp. 308.

53. Nastis, A.S. 1982. Nutritive value of oak foliage (Quercus coccifera) for goats at various phenological stages. Int. Rep. Lab. Range Univ. Thessaloniki, Greece. pp. 71.

54. Nastis, A.S., Malechek, J.C. 1988. Estimating digestibility of oak browse diets for goats by in vitro techniques. J. Range Manage. 41: 255-258.

55. Nastis, A.S. 1993. Nutritive value of fodder shrubs. In Ed Papanastasis Report CEC - Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: objective and expected results of the EC research contract. pp. 207.

56. Orr, R.J., Penning, P.D., Parsons, A.J., Harvey, A., Newman, J.A., 1995. The role of learning and experience in the development of dietary choice by sheep and goats. Ann. Zootech. 44, Suppl. 111.

57. Papachristou, T.G., Nastis, A.S. 1993. Nutritive value of diet selected by goats grazing on kermes oak shrublands with different shrub and herbage cover in Northern Greece. Small Rumin. Res. 12: 35-44.

58. Papachristou, T.G., Papanastasis, V.P. 1994. Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvopastoral systems for goats. Agroforestry systems. 27: 269-282.

59. Papanastasis, V.P. 1977. Fire ecology and management of phrygana communities in Greece. In Mooney HA, and Conrad CE, coors. Proc. Symp. Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. USDA Forest Service, General Technical report WO-3, 476-482.

60. Papanastasis, V.P. 1996. Shrubland management and shrub plantations in southern Europe. In proc. of the workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and semi-arid zones (Gintzburger, Bounejmate and Nefzaoui eds). Hammamet, Tunisia.

61. Papanastasis, V.P. 1997. Proc. of International workshop on "Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystems". Thessaloniki, Greece, October 23-25, 1997. pp. 5-9.

62. Perevolotsky, A., Brosh, A., Ehrlich, O., Gutman, M., Henkin, Z., Holzer, Z. 1993. Nutritional value of common oak (Quercus calliprinos) browse as foffer for goats: Experimental results in ecological perspective. Small Rumin. Res. 11: 95-106.

63. Perevolotsky, A., Landau, S., Kababia, D., Ungar, E.D. 1998. Diet selection in dairy goats grazing woody Mediterranean rangeland. Applied Animal Behaviour Science 57: 117-131.

64. Provenza, F.D., Malechek, J.C. 1983. Tannin allocation in Blackbrush (Coleogyne ramosissima). Biochemical Systematics and Ecology, Vol 11, n. 3: 233-238.

65. Provenza, F.D., Balph, D.F. 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminant encounter, p. 43-459. In: R.N. Huges (ed.) Behavioural Mehanisms of food selection. NATO ASI Series G: Ecological Sciences, Vol 20. Springer –Verlag, Berlin, Heildelberg.

66. Provenza, F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food selection and intake in ruminants. J. Range Manage. 48: 2-17.

67. Robbins, C.T., Mole, S., Hafgerman, A.E., Hanley, T.A. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in dry matter digestion? Ecology, 68: 1606-1615.

68. Rosenberger S., Meuret, M. 1985. Une histoire de coups de dents. La chèvre, 151: 21-27.

69. Rubino, R., Fedele, V., Pizzillo, M. 1988. La capra al pascolo: attitudine al pascolamento ed efficienza di utilizzazione. Agricoltura Ricerca, 81: 73-86.

70. Sandrucci, A., Rapetti, L., Galli, A. 1995. Stima del valore energetico del latte di capra (Estimation of the energy value of goat milk). Atti XLIX Conv. Naz. SISVet, Salsomaggiore Terme (Parma), 27-30 Sett. 1995.

71. Shkolnik, A., Brosh, A., Choshniak, I. 1987. Goats and the desert ecosystem. Proc of the 4° Intern. Conf. on goats. Brasilia (Brasile), Marzo 8-13, 1987, vol. 1, pp. 115-129.

72. Sidahmed, A.E., Morris, J.G., Koong, L.J., Radosevitch, S.R. 1981. Contribution of three Chaparral shrubs to the protein and energy requirements of Spanish goats. J. Anim. Sci., 53: 1391-1400.

73. Silanikove, N., Tagari, H., Shkolnik, A. 1993. Comparison of rate passage, fermentation rate and efficiency of digestion of high fiber diet in desert black Bedouin goats as compared to Swiss Saanen goats. Small Rumin. Res. 12: 45-60.

74. Silanikove, N., Gilboa, N., Nir, I., Perevolotsky, A., Nitsan, Z. 1996a. Effect of daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (Quercus calliprinos, Pistacia lentiscus and Ceratonia siliqua) by goats. J. Agric. Food Chem. 44: 199-205.

75. Silanikove, N., Gilboa, N., Nitsan, Z., Perevolotsky, A. 1996b. Goats fed tannin-containing leaves do not exhibit toxic syndrome. Small Rumin. Res. 25: 195-201.

76. Silanikove, N., Gilboa, A., Nitsan, Z., Perevolotsky, A. 1997. Effect of foliage-tannins on feeding in goats. Options Méditerranéennes, 34: 43-45.

77. Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. Small Rumin. Res. 35: 181-193.

78. Sottini, E., Geri, G. 1971. Composizione chimica, valore nutritivo ed utilizzazione pascoliva dei germogli e delle foglie di alcune essenze tipiche della macchia mediterranea. Informatore Agrario n. 3: 27-38.

79. Thorhallsdottir, A.G., Provenza, F.D., Balph, D.F. 1987. Food aversion learning in lambs with or without a mother: discrimination, novel and persistence. Appl. Anim. Behav. Sci. 18: 324-340.

80. Titus, C.H., Provenza, F.D., Perevolotsky, A., Silanikove, N., Rogosic, J. 2001. Supplemental polyethylene glycol influences preferences of goats browsing blackbrush. J. Range Manage. 54: 161-165.

81. Tomaselli, R. 1981. Main physiognomic types and geographic distribution of shrub systems related to Mediterranean climates. In Mediterranean type shrublands; Ecosystems of the World 11 (di Castri *et al.* ed.) Elsevier, Amsterdam. pp. 95-104

82. Tsiouvaras, C.N., Nastis, A.S. 1990. Browse production and nutritive value of some fodder shrubs and trees in a semi-arid environment in Greece. Proc of 6th Meeting of the FAO European Sub-Network on mediterranean pastures and fodder crops, 17-19 Oct. 1990. Bari, Italy. pp. 169-172.

83. Yiakoulaki, M.D. 1987. Nutritive value of range species as determined with laboratory procedures and their contribution to meet animal demands. M.S. Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece.

84. Yiakoulaki, M.D. 1992. Effect of different proportions of shrubby and herbaceous vegetation for goats. Ph.D. Dissertation. Aristotle University of Thessaloniki, Greece.

85. Yiakoulaki, M.D. Nastis, A.S. 1993. Mineral content of selected forage species common in the Mediterranean shrublands. Proc of 7th meeting of the FAO subnetwork on "Mediterranean pastures and fodder crops". Chania, Crete. REUR Technical Series 28. FAO, Rome. pp. 137-140.

86. Yiakoulaki, M.D., Nastis, A.S. 1995. Intake by goats grazing kermes oak shrubland with varying cover in Northern Greece. Small Rumin. Res. 17: 223-228.

87. Yiakoulaki, M.D., Papadoyannis, I.N., Nastis, A.S. 1997. Determination of marker chromic oxide in feces of grazing goats on Mediterranean shrublands by AAS. J. Anim. Feed Sci. Technol. 67: 163-168.

88. Yiakoulaki, M.D., Nastis, A.S. 1998. A modified faecal harness for grazing goats on Mediterranean shrublands. J. Range Manage. 51: 545-546.

89. Yiakoulaki, M.D., Kodona, M.S., Nastis, A.S. 1999. Effect of Prescribed Burning and Management Systems on Diet Selection and Intake of Goats Grazing in Pinus brutia Forest. In Proc. of the EQULFA project meeting held in Thessaloniki, 8-11 November. Waterhouse and McEwan (eds) "Landscapes Livestock and livelihoods in European Less Favoured Areas". SAC, Auchincruive, Ayr. pp. 85-89.

Capitolo 9

L'ALLEVAMENTO CAPRINO IN ITALIA E LE POLITICHE DI RICERCA DEL MiPAF

Fidalma D'Andrea
Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Roma

9.1. L'allevamento caprino in Italia

Il patrimonio caprino nazionale, secondo i dati del 5° Censimento Generale dell'Agricoltura è di circa 923.755 capi, concentrato nelle regioni meridionali e insulari e in quelle dell'arco alpino occidentale (Figura 9.1).

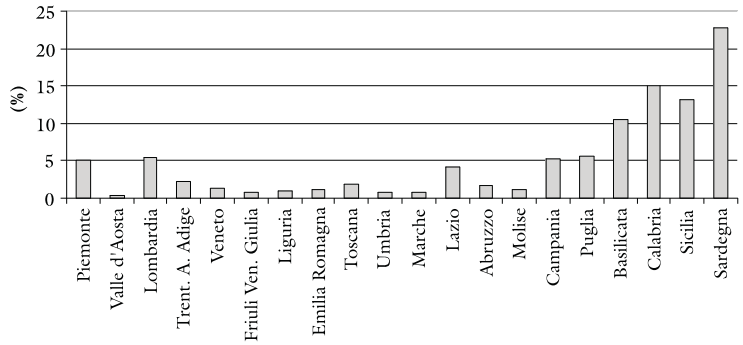


Figura 9.1 - Ripartizione percentuale del patrimonio caprino italiano (ISTAT, 2000).

La produzione nazionale di latte caprino (Figura 9.2) ha manifestato una sensibile contrazione negli ultimi anni novanta e attualmente si attesta in circa 115.000 tonnellate (FAO, 2005). Il latte caprino prodotto in Italia è prevalentemente destinato alla trasformazione casearia e secondariamente alla produzione di latte alimentare.

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 209-215

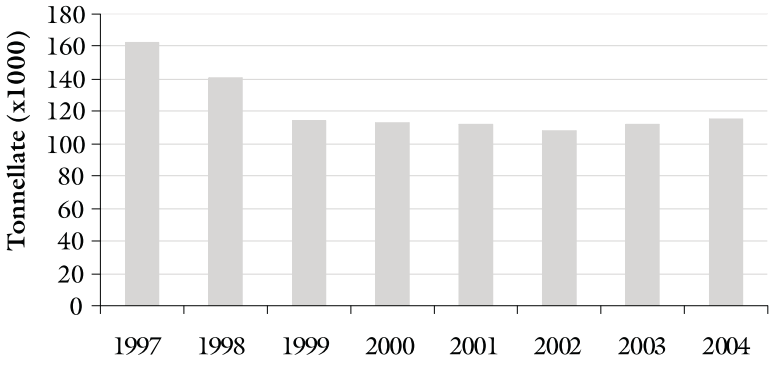


Figura 9.2 - Evoluzione della produzione di latte caprino in Italia (FAO, 2005).

9.2. Le attività di ricerca del MiPAF nel settore dei piccoli ruminanti

I dati sopra riportati di fatto evidenziano quelle che ancora oggi sono le peculiarità di questo settore: la localizzazione degli allevamenti principalmente nelle aree meridionali del nostro Paese e una diminuzione della produzione complessiva, in atto ormai da diversi anni.
Il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, consapevole dell'importanza e delle peculiarità di questo settore all'interno della zootecnia italiana, fin dagli inizi degli anni novanta ha cercato di affrontare i problemi ad esso connessi tenendo conto anche degli aspetti socio-economici e ambientali.
Infatti, la politica nazionale attuata nell'ultimo ventennio, sia nel campo della ricerca che in quello più generale della programmazione di settore, ha mirato al perseguimento di obiettivi che esulassero da una logica strettamente settoriale, ma tenessero nel debito conto sia gli aspetti sociali, collegati al tipo di allevamento e di allevatore, che il ruolo svolto da entrambi nel presidio del territorio e nella conservazione e tutela delle risorse naturali.
Nel contempo era necessario non trascurare l'esigenza di confrontarsi e quindi di essere competitivi in un mercato globale, che impone una sempre maggiore sostenibilità ambientale delle produzioni e dei processi produttivi e in cui le parole "chiave" che consentono ad una qualsiasi azienda di sopravvivere, sono rappresentate da "qualità e tipicità" delle produzioni, dalla sostenibilità ambientale delle stesse e dalla loro sicurezza alimentare.
Di fatto tutta la normativa comunitaria e nazionale dell'ultimo ventennio è stata orientata verso la ricerca di soluzioni e di strategie in grado di affrontare questi problemi e miranti alla conservazione delle risorse ambientali in generale, e

della biodiversità vegetale e animale in particolare, attraverso il recupero e la valorizzazione di patrimoni genetici autoctoni a rischio di estinzione.
Già alla fine degli anni" 80 con il finanziamento del progetto finalizzato "Ovini e Caprini" l'allora Ministero dell'Agricoltura e Foreste ha cercato di affrontare in maniera unitaria i diversi problemi legati a questi allevamenti.
Ma è solo negli anni novanta, quando il concetto di agricoltura e di zootecnia sostenibile si era affermato a livello comunitario, che nella consapevolezza del ruolo strategico di questo settore, viene predisposto il programma nazionale ("Piano Specifico di intervento per il settore ovi-caprino" - approvato dal Comitato interministeriale per la Programmazione Economica il 28/06/1990) che affrontava i problemi di questo comparto produttivo in maniera globale, attraverso un'analisi dettagliata dei fattori limitanti lo sviluppo, degli obiettivi che si intendevano raggiungere e degli eventuali interventi da attuare per stimolarne la crescita.
Negli anni successivi (1994-1996) l'accento, a livello ministeriale, è stato posto soprattutto sul settore ovino con il finanziamento di un altro progetto finalizzato "Sviluppo ed evoluzione di un programma per la formulazione di razioni alimentari per ovini e caprini" che si inserisce a pieno titolo nel contesto politico del piano di settore e dei mutamenti che si stavano compiendo a livello della politica agricola comunitaria.
Questo progetto di ricerca partiva dalla considerazione che fra i fattori ambientali, l'alimentazione è quello che più di ogni altro è in grado di determinare variazioni produttive negli animali e si proponeva di migliorare la stima delle esigenze nutritive e dell'ingestione alimentare degli ovini da latte allevati in ambiente mediterraneo e di perfezionare quelle dei caprini.
Le ricerche sono proseguite negli anni 1997-1999 con il progetto "Ulteriore sviluppo ed evoluzione di un programma per la formulazione di razioni alimentari per ovini e caprini", che si poneva l'obiettivo principale di creare un sistema informatizzato per l'alimentazione degli ovini e dei caprini che contenesse algoritmi in grado di stimare con sufficiente precisione i parametri alimentari necessari alla formulazione delle razione.
In particolare gli obiettivi che il programma si proponeva di raggiungere riguardavano:
a) la stima del valore nutritivo degli alimenti disponibili;
b) la quantificazione delle esigenze nutritive degli animali e del loro livello di ingestione;
c) il calcolo delle quantità di alimenti necessarie per soddisfare i fabbisogni degli animali.

Nel biennio finale è stato approfondito, attraverso la prosecuzione dei finanziamenti ministeriali, l'aspetto relativo alla nutrizione e alimentazione delle capre in lattazione.
Questo volume, finanziato dal MiPAF, è il frutto delle ricerche effettuate in seno a questo progetto e rappresenta, assieme al manuale "l'Alimentazione della pecora da latte" edito dalla stessa Avenue Media e diffuso a livello internazionale nelle versione inglese "Diary sheep nutrition" della Cabi, una notevole applicazione del principio di trasferimento della ricerca alle realtà produttive delle imprese d'allevamento dei piccoli ruminanti. Inoltre, il sofware di alimentazione Assis-T, illustrato nel capitolo 15, e la versione del CNCFS per gli ovini da latte, pubblicato da Cannas *et al.* nel 2004, dimostrano l'applicabilità immediata dei risultati delle ricerche al razionamento degli ovini e dei caprini anche nelle difficili situazioni di pascolamento, su superfici inerbite o cespugliate, così frequenti nei sistemi di allevamento ovino e caprino da latte dei paesi del Mediterraneo.
Le altre iniziative messe in atto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali hanno cercato di integrare gli aspetti strettamente connessi ai problemi dell'allevamento con quelli relativi alla salvaguardia dei patrimoni genetici e alla valorizzazione e tipicizzazione delle produzioni agricole ed agroindustriali.
Per quanto riguarda il primo punto sono state attivate una serie di iniziative sia per far fronte agli impegni internazionali che per garantire la salvaguardia dei patrimoni genetici presenti nel Paese e di razionalizzare gli interventi attualmente in atto nel settore al fine di favorire la creazione di sinergie sia in termini di azioni che di disponibilità finanziarie.
L'attività di salvaguardia e di conservazione dei Tipi Genetici Autoctoni a limitata diffusione "in situ" ed "extra situ" nell'ambito del territorio nazionale, viene effettuata sia in "vivo" che "in frigido" attraverso il Consorzio per la Sperimentazione, Divulgazione ed Applicazione di Biotecniche innovative (ConSDABI) con sede presso l'azienda Casaldianni, Circello (BN).
Nel 1994 il ConSDABI è stato ufficialmente accreditato presso la FAO dal Governo italiano come National Focal Point Italiano, nell'ambito del Programma Globale per la Gestione delle Risorse Genetiche Animali di interesse Zootecnico (The Global Strategy for the Management of farm Animal Genetics resources) della FAO stessa.
Detto Organismo ha il compito di coordinare le varie fasi della tutela della biodiversità, intesa come identificazione, conoscenza, conservazione, monitoraggio e valorizzazione delle risorse genetiche nonché educazione della popolazione umana alla consapevolezza dell'importanza della biodiversità, e di trasferire i risultati di tali attività alle strutture centrali dell'Associazione europea di Produzione

Animale (European Association for Animal Production, EAAP) e della FAO.
Tra gli obiettivi specifici che il suddetto Consorzio si propone di raggiungere ricordiamo:

- la conoscenza delle risorse genetiche animali;
- il monitoraggio periodico delle risorse genetiche animali nazionali ed aggiornamento dei dati relativi alle consistenze della banca dati della EAAP e della FAO;
- indagini, studi ed iniziative volte a valutare lo stato e l'evoluzione delle risorse genetiche animali;
- reperimento, acquisto, custodia, mantenimento ed utilizzazione di un congruo numero di animali di tipi genetici (TG) in via di estinzione (bovini, ovini, caprini, suini, equini ed altre specie) e/o portatori di rimaneggiamenti cromosomici;
- promozione, realizzazione e gestione di programmi di conservazione in situ ed extra situ per le risorse genetiche animali autoctone;
- ricerche inerenti nuove biotecniche e studio di modelli di impiego nelle popolazioni oggetto di conservazione;
- studio di modelli di valorizzazione naturale ed ecologica di aree di allevamento altrimenti destinate all'abbandono;
- studio di metodi innovativi con particolare riguardo alle popolazioni oggetto di conservazione;
- sviluppo di attività di ricerca a carattere sperimentale finalizzate alla caratterizzazione di produzioni animali definibili "prodotto tradizionale tipizzato etichettato"; in tale contesto vengono svolte azioni finalizzate alla tipizzazione genetica e produttiva di tipi genetici o tipi genetici autoctoni.

Ulteriori iniziative intraprese in ambito zootecnico dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, attraverso i propri Istituti di Ricerca e Sperimentazione, sono state rivolte alla determinazione di tutti quegli aspetti che influiscono in maniera diretta sulla qualità del prodotto finale, intesa sia come qualità della materia prima che come qualità tecnologica.
La qualità della materia prima è influenzata dall'ambiente, dalla nutrizione, dal management e dalle caratteristiche genetiche degli animali.
La qualità tecnologica è determinata dalle tecniche di trasformazione, dalla resa e dalle caratteristiche fisico-chimiche del prodotto che si vuole trasformare.
In questo senso è stato attivato il progetto di ricerca "Dietolat" che si proponeva di studiare le caratteristiche funzionali e dietetiche dei latti di specie diverse e dei loro derivati e il progetto "Geni e Lipidi", attualmente in atto, il cui

obiettivo è quello di indagare sulle frazioni lipidiche del latte e di approfondire i meccanismi che le determinano e le modificano a livello animale.
Questo progetto di ricerca si inserisce nella programmazione sotto il punto di vista della determinazione della qualità dei prodotti zootecnici, del mantenimento della biodiversità e della sostenibilità delle produzioni. Con questo programma si intendono dare risposte certe al consumatore che, da una parte, è più attento alla qualità e alle caratteristiche organolettiche dei prodotti e del loro effetto sulla salute umana e, dall'altra, è attento all'ambiente, avendo compreso la necessità di avere una zootecnia sostenibile ed è cosciente dell'importanza del mantenimento della biodiversità.
Le azioni della ricerca sono finalizzate all'individuazione di parametri che caratterizzino il rapporto tra l'alimentazione degli animali al pascolo e le caratteristiche qualitative, organolettiche e gustative dei formaggi prodotti in relazione al benessere dell'animale.
L'individuazione ed il monitoraggio dei parametri qualitativi della filiera foraggio-animale-prodotto può consentire di definire e migliorare gli standard produttivi e nello stesso tempo permettere di creare i presupposti per una tracciabilità di un prodotto qualitativo.
Il quadro brevemente delineato dimostra come a livello centrale si è passati da una politica della ricerca volta alla individuazione di soluzioni specifiche per determinati problemi ad una politica "globale" nella quale vengono prese in considerazione tutte le variabili che entrano in gioco in una filiera produttiva e nella quale il concetto di agricoltura e di zootecnia sostenibile si va affermando in maniera sempre maggiore, anche al fine di dare risposte puntuali agli impegni assunti a livello internazionale con la ratifica della convenzione sulla biodiversità.
È chiaro, tuttavia, che qualsiasi opera di tutela e di valorizzazione delle risorse, vegetali ed animali, presenti sul territorio non può prescindere da un coinvolgimento attivo delle popolazioni locali e da quello degli agricoltori/allevatori.
A questo fine è necessario attivare una efficace opera di informazione e di formazione per giungere alla costituzione di una rete di allevatori consapevolmente impegnati nella conservazione aziendale, che allevano popolazioni animali a scarsissima o limitata diffusione.
La sempre minore disponibilità di finanziamenti pubblici impone, inoltre, nei diversi settori disciplinari, la realizzazione della sempre auspicata anagrafe della ricerca, al fine di evitare inutili e costose duplicazioni delle attività di studio che vengono finanziate ai diversi livelli e di creare le necessarie sinergie tra gli Enti a ciò preposti soprattutto al fine di soddisfare i criteri di efficienza e di efficacia dell'azione portata avanti dalla Pubblica Amministrazione.

Bibliografia

1. Cannas A., Tedeschi L. O., Fox D. G., Pell A.N., Van Soest P.J., 2004. A mechanistic model for predicting the nutrient requirement and feed biological value for sheep. J. Anim. Sci. 82:149-169.
2. FAO, 2005 yearbook.
3. ISTAT, 2001 - 5° Censimento Generale dell' Agricoltura.
4. Pulina G., (ed.) 2001. L'alimentazione degli ovini da latte, Avenue Media, Bologna.
5. Pulina G., (ed.) 2004. Diary sheep feeding and nutrition, CABI International.

Capitolo 10

L'ALIMENTAZIONE AL PASCOLO DELLA CAPRA DA LATTE

Adriana Bonanno[1], Vincenzo Fedele[2], Antonino Di Grigoli[1]
[1]Dipartimento S.EN.FI.MI.ZO., sezione di Produzioni Animali,Università di Palermo
[2] C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Zootecnia - Bella (Potenza)

10.1. Introduzione

Da sempre, e ancora oggi, l'allevamento della capra è considerato tipico delle zone meno favorevoli allo sviluppo di altre attività zootecniche. La capra, infatti, più di altre specie d'interesse zootecnico, si presta allo sfruttamento di pascoli naturali poveri di specie erbacee e ricchi in alberi e arbusti. In realtà la capra è allevata, in funzione delle condizioni ambientali, con sistemi diversificati, che vanno da quello estensivo su risorse foraggere spontanee (rappresenta ancora oggi circa l'85% degli allevamenti), a quello intensivo al pascolo o alla stalla, diffusosi negli ultimi decenni. Il primo interessa le razze e le popolazioni più rustiche, mentre il secondo quelle più selezionate (Saanen, Alpine), in genere importate da altri paesi. Tra questi estremi esiste, tuttavia, una vasta gamma di forme intermedie di allevamento, la cui validità tecnico-economica è commisurata all'ambiente in cui si opera ed alle potenzialità produttive delle razze allevate. Non mancano, infatti, realtà in cui l'approvvigionamento alimentare si basa sull'utilizzo, oltre che di pascoli naturali erbacei, anche di risorse coltivate, quali prati, prati-pascoli ed erbai autunno-primaverili, con il ricorso a scorte foraggere e concentrati nei periodi di bassa disponibilità di erba (Bonanno e Canzoneri, 1986; Fedele *et al.*, 1997).
In qualsiasi sistema, al pari delle altre specie, la capra necessita di strategie alimentari adeguate alle sue potenzialità produttive, sia che si tratti di razze rustiche sia di razze selezionate. In questo ambito si collocano gli interventi volti al recupero ed al miglioramento dei pascoli naturali, le tecniche da mettere in atto per una corretta gestione delle aree a pascolo, siano esse naturali o coltivate, e il ricorso all'integrazione alimentare, che concorrono tutti ad evitare il deficit alimentare e nutritivo degli animali.

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 217-250

Tra gli interventi sul pascolo (spietramento, decespugliamento, concimazione, trasemina), ve ne sono pochi realmente praticabili per onerosità e risposta in termini produttivi, e tra questi le concimazioni e gli sfalci di pulizia dalla vecchia vegetazione (Fedele *et al.*, 1988; Cavallero *et al.*, 1983). Per la capra il miglioramento del pascolo assume una dimensione diversa da quella delle altre specie pascolanti; la sua propensione ad utilizzare in via preferenziale le graminacee (loietto, bromo, erba mazzolina, ecc.) e le cosiddette "erbacce" (cicorie, gerani, carote selvatiche, ecc.), e meno le leguminose (trifogli, mediche. ecc.), fa capire che l'intervento di miglioramento deve essere finalizzato principalmente all'infittimento del cotico e alla conservazione e miglioramento della fertilità del terreno. La capacità della capra di utilizzare nel periodo estivo specie spesso rifiutate dagli altri ruminanti (*Rumex* spp, *Poligonum aviculare*, *Daucus carota*, *Convolvulus arvensis*) le consente di coprire, attraverso questa vegetazione, parte del proprio fabbisogno nutritivo richiedendo così un più limitato intervento di integrazione alimentare.
Anche per le capre, una razionale tecnica di gestione del pascolo (programmazione dei tempi, dell'intensità di utilizzazione, carico ottimale ed eventualmente dei turni di pascolamento in funzione del periodo dell'anno e della velocità di crescita delle risorse pabulari) è in grado di assicurare – entro i limiti imposti dalle fluttuazioni stagionali delle disponibilità di erba – la possibilità di esprimere il più a lungo possibile il comportamento selettivo, la massima capacità d'ingestione e il soddisfacimento delle esigenze nutrizionali dettate dalla fase fisiologica e ottimizzare così il livello produttivo. Una conduzione razionale ed equilibrata è quindi il presupposto indispensabile per massimizzare l'efficienza del sistema produttivo al pascolo, anche in considerazione del ruolo insostituibile che esso svolge nella salvaguardia ambientale e paesaggistica del territorio.

10.2. Comportamento al pascolo

La conoscenza del comportamento della capra al pascolo riveste notevole importanza per una corretta gestione del pascolamento e degli interventi di integrazione alimentare.
Al pascolo, le capre svolgono una notevole attività motoria, superiore rispetto alle pecore e alle bovine, andando incontro a maggiori dispendi energetici (Harrington, 1982). I continui spostamenti, in cui le capre sono quasi costantemente impegnate, sono finalizzati alla ricerca e all'assunzione delle specie vegetali più gradite e delle parti di piante qualitativamente migliori. Il pascola-

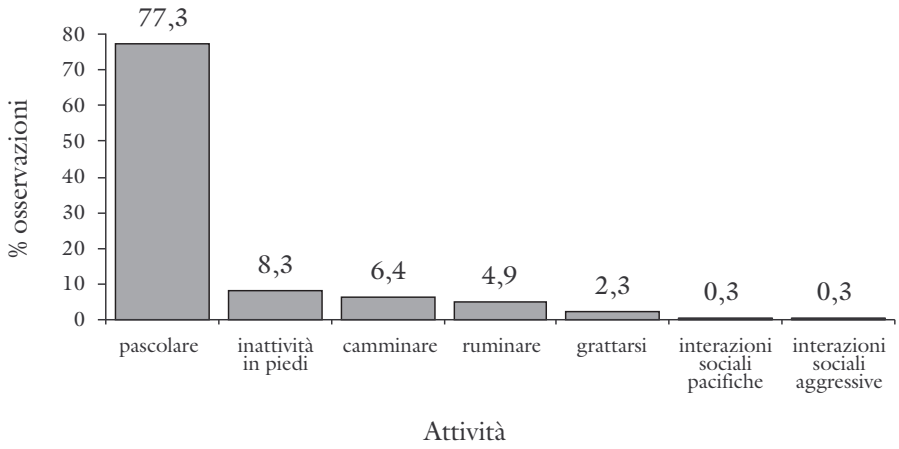


Figura 10.1 - Incidenza delle attività osservate su capre Girgentane durante il pascolamento su un cotico naturale utilizzato per 7 h/d (Di Grigoli et al., 2003).

mento "attivo", che associa l'ingestione dell'erba agli spostamenti per la ricerca sulla vegetazione, costituisce l'attività prevalente delle capre, come osservato durante l'utilizzazione per 7 h/d di un pascolo naturale migliorato (Figura 10.1) (Di Grigoli *et al.*, 2003). Per il tempo restante, le capre mostrano inattività, in piedi o in movimento, ruminano e sono impegnate in interazioni sociali di tipo pacifico o aggressivo.

10.2.1. Comportamento alimentare su pascoli naturali

La vegetazione naturale dei pascoli se erbacea, arbustiva o arborea è causa di modificazioni del comportamento alimentare dei ruminanti. Tra i pastori è diffuso un detto che "l'erba è della vacca, l'arbusto della capra". Che la capra sia un buon trasformatore biologico di alimenti di tipo legnoso, quali alberi ed arbusti, non vi è dubbio, ma questi non sono sempre i preferiti in tutte le condizioni e per capirlo è sufficiente dare uno sguardo ai dati della tabella 10.1.
Il pascolamento di greggi misti, su vegetazione naturale mista di erbe, alberi e arbusti consente di valutare meglio il comportamento di una specie animale e le differenze esistenti con le altre specie. Da questo studio (Fedele, 2001a) emerge l'indubbia superiorità della capra ad utilizzare più degli ovini e dei bovini alberi ed arbusti, ma emerge anche che quando l'erba abbonda nel pascolo (primavera) essa preferisce, al pari delle altre due specie, le erbe. Questo tipo di comportamento scaturisce dal differente livello di preferenza che hanno questi ani-

Tabella 10.1 - Composizione percentuale della dieta dei ruminanti per categoria vegetale (Fedele, 2001a).

	Primavera	**Estate**	**Autunno**	**Inverno**
		Alberi		
Capra	5	76	45	38
Pecora	3	18	15	4
Vacca	2	10	5	3
		Arbusti		
Capra	7	11	27	28
Pecora	2	11	10	4
Vacca	2	4	4	3
		Erbe		
Capra	88	13	28	34
Pecora	95	71	75	92
Vacca	96	86	91	94

mali verso le piante. Delle tante piante arbustive (biancospino, ononide, lentisco, rovo, rosa canina, ecc.) e arboree (acero, faggio, leccio, ecc.) diffuse nei boschi del Mediterraneo la capra non disdegna di utilizzarle quasi tutte, mentre le altre due specie animali esercitano una scelta molto più specifica (Tabella 10.2).

La capra, ha un adattamento anatomico e morfologico che consente di utilizzare le risorse meno accessibili. Grazie a questo adattamento, non è raro vedere l'animale alzato sugli arti posteriori o saltare per strappare le foglie dai rami degli alberi, salire sui tronchi per brucare l'edera, penetrare nel groviglio di vegetazione arbustiva per brucare i fili d'erba o i giovani germogli, raccogliere con la lingua i semi caduti al suolo, strappare le radici che emergono dal terreno (Claps *et al.*, 2001).

Anche in presenza di un pascolo naturale formato da sole erbe, la capra manifesta un comportamento selettivo molto evidente influenzato da molteplici fattori che

Tabella 10.2 - Preferenza verso alcune piante del Cilento da parte dei ruminanti (Claps et al., 2001).

Pianta	Capra	Pecora	Vacca
Acero	Ottima	Buona	Scarsa
Cerro	Buona	Scarsa	Scarsa
Faggio	Ottima	Media	Media
Frassino	Buona	Scarsa	Scarsa
Leccio	Scarsa	Nulla	Nulla
Olmo	Ottima	Buona	Buona
Ontano	Buona	Scarsa	Scarsa
Robinia	Ottima	Buona	-
Biancospino	Buona	Scarsa	Nulla
Citiso	Ottima	Buona	-
Colutea	Nulla	Nulla	Nulla
Coronilla	Media	Media	Buona
Fillirea	Media	-	Media
Lentisco	Buona	Nulla	Nulla
Ligustro	Media	Scarsa	Media
Perastro	Buona	-	Scarsa
Pruno selvatico	Buona	Scarsa	Scarsa
Pungitopo	Scarsa	Nulla	Nulla
Rosa	Media	Scarsa	Nulla
Rovo	Media	Scarsa	Nulla
Graminacee	Ottima	Ottima	Ottima
Vecce	Buona	Ottima	Ottima
Mediche	Media	Ottima	Ottima
Trifogli	Scarsa	Buona	Ottima
“Erbacce”	Buona	Scarsa	Scarsa

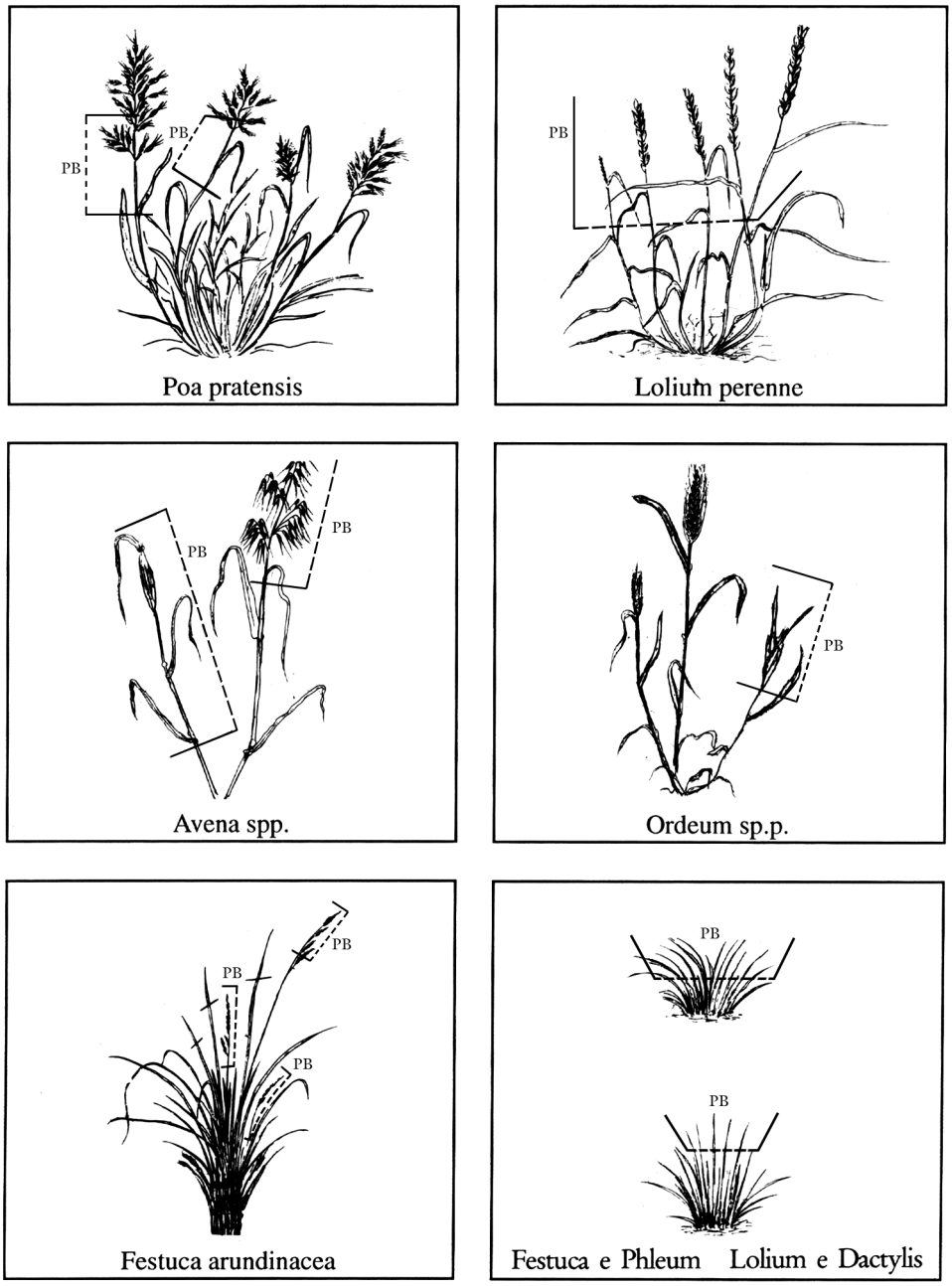
spesso interagiscono fra loro: il contenuto in sostanza secca, la disponibilità di erba, la composizione floristica, lo stadio fenologico delle piante, e tanti altri ancora. Un contenuto in sostanza secca compreso tra il 18 e il 26% sembra favorire l’ingestione, mentre la presenza di latice, particolarmente alta nel primo stadio di sviluppo di alcune piante (*Chicorium ssp*, *Sochus*, ecc.), la limita fortemente. La presenza di spine, o di asperità, o di eccessiva pubescenza in fiori, foglie e steli (*Dipsacum*, *Cardus*, *Picris*, ecc.) spingono la capra a limitare l’ingestione di queste parti epigee (Fedele *et al*., 1996). Anche se questi fattori esercitano la loro influenza, la disponibilità di erba e la composizione floristica del pascolo sembrano essere ancora più

determinanti. Il decremento della disponibilità di sostanza secca del pascolo da 2.000-3.000 kg/ha del periodo primaverile a 700-1.500 kg/ha di quello autunnale riduce l'ingestione di sostanza secca da 0,73-0,92 kg a 0,49-0,59 kg/capo/giorno (Fedele *et al.*, 1996). Analizzando nel dettaglio la composizione del bolo esofageo (campioni di dieta raccolti con capre provviste di fistola esofagea) è stato rilevato che le capre, mediamente, selezionano una dieta formata per il 70% di graminacee, per il 25% da "erbacce" (specie appartenenti alle più svariate famiglie botaniche) e solo il 5% di leguminose. Sembrerebbe che questa scelta, oltre che dai fattori precedentemente trattati, sia dettata dalla composizione chimica dell'erba: la capra tende ad aumentare il suo livello di ingestione attraverso la selezione di piante o loro parti più ricche di sostanza organica digeribile e di proteina grezza (Morand-Fehr *et al.*, 1993; Fedele *et al.*, 1996). Questo non si traduce in un aumento dell'ingestione delle leguminose per una serie di motivi: esse esercitano un'azione negativa sulla digeribilità e sulla palatabilità a causa dei metaboliti secondari che contengono (Barry e Duncan, 1984; Reed, 1995); quando il loro contenuto in proteina è alto la sostanza secca è bassa per cui vanno incontro facilmente a disturbi digestivi (Fedele *et al.*, 1996); la selezione di apici fogliari, giovani germogli, fiori, ecc. delle graminacee e di altre specie consente loro di innalzare il contenuto di proteina degradabile della loro dieta e di creare un migliore equilibrio con i carboidrati non strutturali (NSC) (Fedele *et al.*, 1996). Nelle tavole che seguono, curate da Lucia Sepe, vengono riportate per alcune piante le parti brucate dalle capre, mentre nella tabella 10.3 si riportano gli indici di preferenza verso le categorie di piante (graminacee, altre famiglie, leguminose) del pascolo naturale nel corso delle stagioni.

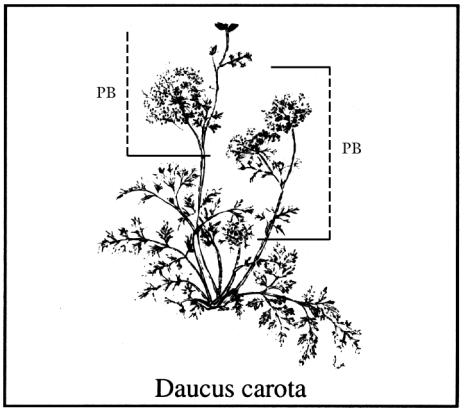
Tabella 10.3 - Indici di preferenza delle capre verso le differenti categorie di piante (Fedele et al., 1993, dati rielaborati).

Categoria	Specie presenti (n.)				Specie rifiutate (n.)				Indice medio specie brucate			
	P	E	A	I	P	E	A	I	P	E	A	I
Graminacee	17	12	10	7	0	3	3	0	3,6	2,4	3,9	4,4
Altre Famiglie	30	24	19	6	14	7	9	4	3,3	3,6	3,2	1,1
Leguminose	9	9	7	3	5	2	5	3	1,9	1,4	1	0,4

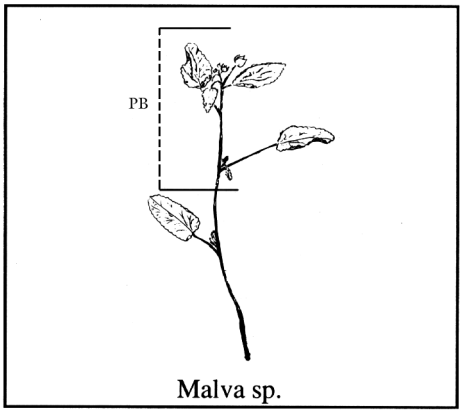
P=Primavera; E=Estate; A=Autunno; I=Inverno
Indici di preferenza: 5= piante utilizzate tra 81-100%; 4=61-80%; 3=41-60%;
2= 21-40%; 1= 1-20%



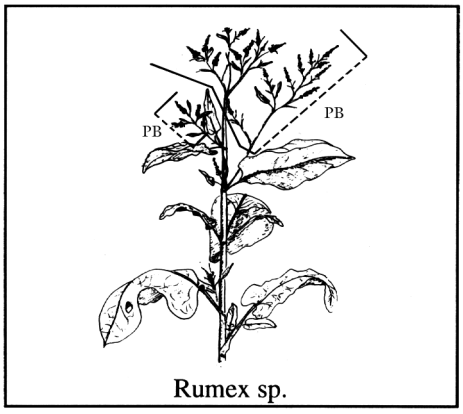
PB= parte brucata dalle capre



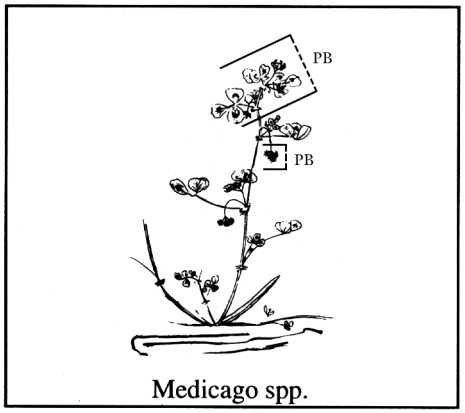
Daucus carota



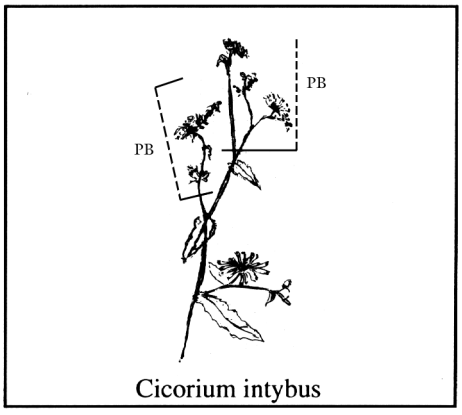
Malva sp.



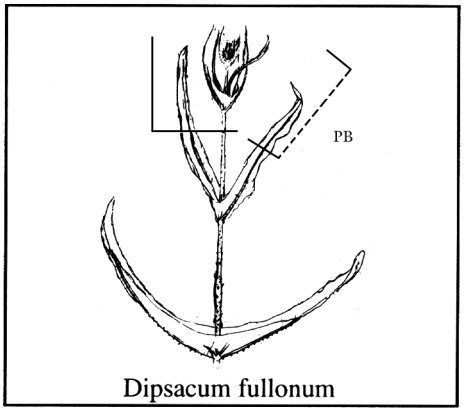
Rumex sp.



Medicago spp.

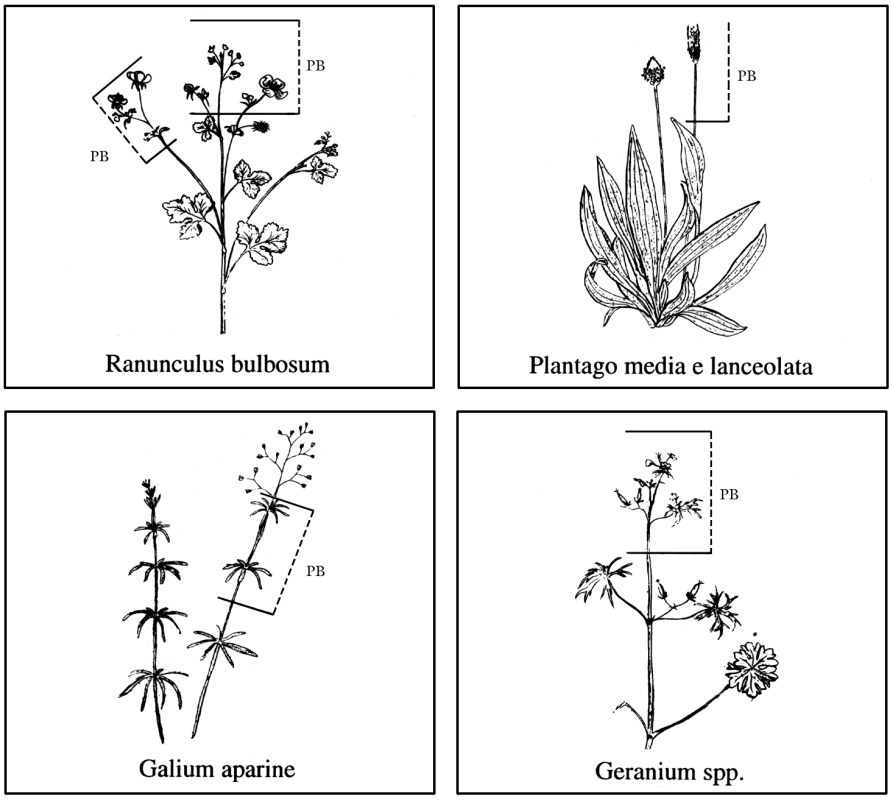


Cicorium intybus



Dipsacum fullonum

PB= parte brucata dalle capre



PB= parte brucata dalle capre

Le altre famiglie, le cosiddette "erbacce", raggiungono la massima presenza nella dieta in estate quando le altre categorie disseccano ed in parte spariscono. Esse oltre a rappresentare una risorsa strategica nel periodo estivo, svolgono un ruolo importante sulla qualità aromatica del latte e dei formaggi (vedi capitolo 5 sulla qualità aromatica e nutrizionale). Il miglioramento dei pascoli spesso veniva praticato per limitare la diffusione di questa categoria di piante ed incrementare quella delle leguminose in particolare. Un miglioramento in questa direzione produrrebbe all'allevamento caprino ben pochi benefici.

10.2.2. Comportamento su risorse foraggere coltivate

Osservazioni su pecore e capre in asciutta al pascolo su loglio (*Lolium perenne*) e trifoglio bianco (*Trifolium repens*) (Tabella 10.4) (Penning *et al.*, 1997) hanno evidenziato che le capre, rispetto alle pecore, trascorrono meno tempo ad ingerire l'erba, anche per il più basso livello di assunzione totale di sostanza secca,

giustificato in tal caso dal minore peso corporeo. In realtà, l'ingestione volontaria delle capre risulta superiore a quella delle pecore se riferita all'unità di peso (Harrington, 1982) ed è spiegabile da un più rapido transito degli alimenti attraverso il rumine e da una più elevata degradazione ruminale, entrambi conseguenza dei più efficienti processi di riduzione delle particelle con la masticazione e la ruminazione (Garcia *et al.*, 1995). Il tempo dedicato alla ruminazione è anch'esso minore, e di conseguenza le capre passano più tempo inattive rispetto alle pecore. Esse mostrano, inoltre, ritmi di ingestione e dimensioni del boccone inferiori a quelli delle pecore, dovuti alla maggiore selettività, mentre entrambe le specie manifestano maggiori velocità di ingestione e quantità di erba assunta per boccone sul trifoglio rispetto al loglio (Penning *et al.*, 1997).

Tabella 10.4 - Tempo (min./24h) trascorso nelle diverse attività comportamentali da capre al pascolo su loglio e trifoglio bianco e ritmo di ingestione (Penning et al., 1997).

		Capra	Pecora
Pascolare		520	663
Ruminare		208	234
Inattività		712	543
Ritmo di ingestione (SS g/min.)	**Loglio**	3,5	4,3
	Trifoglio	4,0	5,2

Il tempo che le capre dedicano al pascolamento dipende dalla durata del pascolamento, dalla disponibilità di erba, dalla composizione botanica e nutritiva dell'erba e dall'integrazione alimentare.

Nell'arco dell'intera giornata, l'attività di pascolamento si concentra generalmente in due periodi, all'alba e al tramonto, corrispondenti a due pasti principali in cui si realizza la massima ingestione giornaliera, mentre si riduce molto nelle ore di buio (Baumont *et al.*, 2000; Abbadessa *et al.*, 2000, Penning *et al.*, 1997). In condizioni di pascolamento breve, le capre si adattano alla limitazione di accesso al pascolo compensandola con l'aumento del tempo trascorso a pascolare e del ritmo di ingestione (SS g/min.) (Romney *et al.*, 1996).

La riduzione della biomassa vegetale determina un aumento del tempo dedicato al pascolamento e ai relativi spostamenti (Bordi *et al.*, 1994; Romney *et al.*, 1996), della frequenza e del numero di morsi, ai quali corrisponde una minore quantità di erba ingerita per morso (Milne *et al.*, 1981). L'aumento del carico,

determinando una riduzione della disponibilità di biomassa, fa registrare una ridotta selettività ed un aumento della frequenza dei morsi delle capre al pascolo, sebbene non modifichi il loro profilo comportamentale (Abbadessa *et al.*, 2000). Ad una diminuzione dell'altezza dell'erba, inoltre, le capre rispondono riducendo l'ingestione più rapidamente rispetto alle pecore (Penning *et al.*, 1997).
In sistemi di pascolamento basati sull'utilizzo di una graminacea e di una leguminosa, le capre pascolano maggiormente sulla prima rispetto alla seconda, contrariamente a quanto osservato per le pecore. La differenza di comportamento selettivo tra le due specie animali è stata attribuita al fatto che le capre, rispetto alle pecore, pascolano strati più alti e superficiali della vegetazione (Del Pozo *et al.*, 1997), in cui prevalgono le graminacee, e la differente selettività rifletterebbe, su tale base, solo la diversa distribuzione delle specie vegetali entro lo spazio di pascolamento. Ulteriori spiegazioni derivano dalla preferenza della capra nei confronti di essenze foraggere con un elevato contenuto in carboidrati non strutturali e più digeribili, come le graminacee (Fedele *et al.*, 1993), e dal rifiuto di quelle che, come le leguminose, contengono metaboliti secondari quali tannini, saponine e terpeni, che le rendono poco digeribili e appetibili (Provenza, 1995). La preferenza nei confronti delle graminacee e lo scarso interesse per le leguminose sono emerse anche quando sono stati offerti pellet di paglia inumiditi con estratti delle due diverse essenze, da cui si deduce che anche il flavor dell'alimento gioca un preciso ruolo nella manifestazione delle preferenze alimentari delle capre (De Rosa *et al.*, 2002).
Come le pecore, anche le capre preferiscono pascoli polifiti che offrono, rispetto a quelli monospecifici, maggiori possibilità selettive dettate dall'appetibilità e dalle esigenze di ordine nutrizionale e produttivo (Baumont *et al.*, 2000). Il pascolamento su una consociazione di loiessa e trifoglio alessandrino, rispetto all'utilizzazione separata e sequenziale nella giornata di monocolture delle stesse specie, ha consentito una maggiore selezione per la graminacea e una maggiore ingestione di erba (Bonanno *et al.*, 2004). Inoltre, l'utilizzazione di un pascolo naturale migliorato, rispetto ad un erbaio di loiessa, ha favorito la selezione di una dieta più eterogenea sotto l'aspetto botanico, un maggiore livello di ingestione della sostanza secca e l'assunzione di una razione più proteica e meno fibrosa (Avondo *et al.*, 2004). Le cause sono da ricondurre in parte alla eccessiva altezza dell'erba nel pascolo di loiessa, pari in media a 32,7 cm ma variabile da 14 a 54 cm (contro oscillazioni da 8 a 25 cm nel pascolo migliorato). Poiché l'ingestione al pascolo è positivamente correlata con la biomassa (Forbes, 1995) e, in condizioni di elevata omogeneità, come è il caso di un erbaio monofita, l'altezza dell'erba è strettamente legata alla disponibilità di

biomassa, si riscontra in genere una correlazione positiva tra altezza e ingestione (Molle *et al.*, 2001). Tuttavia, oltre determinati limiti di altezza, la capacità di ingestione degli animali tende a ridursi a causa delle difficoltà nell'effettuare prensioni abbondanti (Baumont *et al.*, 2000; Avondo *et al.*, 2002).
In considerazione del comportamento selettivo delle capre al pascolo si suggerisce, quindi, quale concreta applicazione, di utilizzare cotici polifiti con un numero di specie quanto più possibile elevato, per consentire un miglior bilanciamento nutrizionale della dieta selezionata. In pascoli naturali la variabilità delle specie si può ottenere razionalizzando gli interventi di concimazione; in pascoli migliorati l'obiettivo si può raggiungere mediante la trasemina delle specie più appetite; per le risorse coltivate è preferibile impiantare miscugli di due o più specie in consociazione.
La durata dell'attività di pascolamento è inversamente correlata con la concentrazione proteica della dieta (Harrington, 1982); in questo senso, il maggior tempo dedicato al pascolamento dipende dalla più intensa attività di ricerca sulla vegetazione per selezionare le parti maggiormente proteiche con cui far fronte alle esigenze nutrizionali. Tuttavia, le capre, rispetto alle pecore, modificano meno il loro comportamento in risposta al minore livello proteico della vegetazione disponibile, e questo denota come esse abbiano minori esigenze in proteina (Kronberg e Malecheck, 1997) dovute alla loro elevata efficienza di utilizzazione dei composti azotati, derivante a sua volta dalla maggiore capacità di riciclo dell'azoto (Tisserand, 2003).
Di norma, l'integrazione alimentare riduce il tempo dedicato al pascolamento (Bordi *et al.*, 1994). Infatti, le capre che non ricevono integrazione spendono più tempo per assumere maggiori quantitativi di foraggio o per selezionare una dieta bilanciata (Provenza e Malecheck, 1986).
Anche le condizioni climatiche influenzano il comportamento al pascolo delle capre: di fronte ad un evento piovoso, le capre smettono di pascolare e cercano riparo, riducendo così il tempo di pascolamento; le pecore, invece, appaiono poco disturbate dalla pioggia (Penning *et al.*, 1997).
Altro fattore che condiziona fortemente il comportamento al pascolo, e quindi la produttività, è la posizione all'interno della scala gerarchica che si instaura stabilmente nelle greggi di capre, dove dominano i soggetti dotati di corna e di maggiore età o taglia. Le competizioni si manifestano soprattutto per la scarsità delle risorse; infatti, esse sono lievi al pascolo mentre diventano più consistenti in stalla, durante la somministrazione delle integrazioni e per la conquista del posto di riposo (Di Grigoli *et al.*, 2003). La competizione alimentare al pascolo emerge essenzialmente in condizioni di larga disponibilità alimentare; inve-

ce, in condizioni di bassa disponibilità si osserva una minore competizione per la selezione delle specie più appetite, poiché l'attività selettiva comporterebbe un maggiore dispendio energetico che la dieta selezionata, di bassa qualità, non riuscirebbe a coprire (Barroso *et al.*, 2000).

10.3. Tecniche di pascolamento

I sistemi produttivi basati sul pascolamento sono indubbiamente i più convenienti poiché l'erba utilizzata direttamente dagli animali costituisce una componente economica fondamentale, e ottimizzarne l'utilizzazione rappresenta, quindi, un obiettivo primario per massimizzare l'efficienza dell'allevamento.
I vantaggi del pascolamento, per le capre così come per le altre specie, sono principalmente legati alla possibilità di sfruttare le risorse in aree non meccanizzabili, di ridurre i costi delle materie prime e della manodopera, di garantire maggiori condizioni di benessere agli animali e di conservare la fertilità dei suoli, soprattutto attraverso il rilascio delle deiezioni. A questi aspetti positivi si contrappone, tra gli altri, il forte limite dato dall'irregolarità della disponibilità quanti-qualitativa dell'erba fra le stagioni, che vincola la produttività degli allevamenti a quella delle risorse foraggere. É importante, in tal senso, mettere in atto tecniche di pascolamento che consentano di mantenere quanto più a lungo nella stagione adeguate e costanti disponibilità nella quantità e qualità dell'erba in modo da prolungare e massimizzare i livelli d'ingestione e ridurre così al minimo i costi dell'integrazione alimentare.

10.3.1 Descrizione delle tecniche

Diverse sono le modalità di pascolamento che è possibile adottare. La loro efficienza è data dal raggiungimento della massima interazione tra la risorsa e l'animale utilizzatore e dipende dalle specifiche condizioni operative.
Sostanzialmente, le diverse tecniche di pascolamento rappresentano delle varianti alle due modalità principali, il pascolamento continuo e quello turnato (Figura 10.2), di cui si riporta di seguito una sintetica descrizione (Cavallero e Ciotti, 1991; Molle *et al.*, 2001).
Pascolamento continuo. Gli animali utilizzano l'erba del pascolo continuativamente per tutta la stagione; pertanto, la vegetazione non usufruisce di periodi di crescita indisturbata. Quando la superficie o il carico rimangono invariati nel corso della stagione, si parla di *pascolamento libero* (continuous stocking o set stocking), condizione in cui gli animali hanno la possibilità di esercitare la mas-

sima selettività; se invece la superficie o il carico vengono modulati nel corso della stagione, in funzione della disponibilità di erba (spesso facendo riferimento alla sua altezza) o delle esigenze degli animali, si attua il *pascolamento continuo intensivo* (intensive continuous stocking o continuous variable stocking), modalità da preferirsi per il migliore equilibrio tra fabbisogni degli animali e disponibilità di erba.

Pascolamento turnato. In questo caso si alternano periodi di pascolamento a periodi di riposo della vegetazione. Gli animali vengono mantenuti in un settore recintato ad un carico istantaneo tale per cui la loro capacità d'ingestione supera la velocità di crescita dell'erba; completata l'utilizzazione, essi vengono spostati in un altro settore. Se dopo il primo turno la ricrescita dell'erba consente un successivo periodo di utilizzazione, si parla di *pascolamento a rotazione* (rotational grazing). Quando il settore utilizzato è sufficiente a soddisfare le esigenze degli animali per periodi ristretti, di uno o pochi giorni, è il caso del *pascolamento a striscie* (strip grazing o daily rotational grazing), da attuare con recinzioni mobili elettrificate; tale sistema evita situazioni di eccessivo o basso sfruttamento della vegetazione e, per i frequenti cambiamenti di appezzamento, minimizza i rischi di diffusione di infestazioni parassitarie.

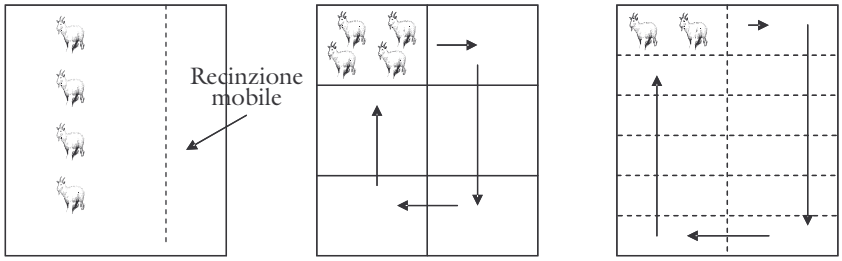


Figura 10.2 - Tecniche di utilizzazione del pascolo (Molle et al., 2001).

Indipendentemente dalla tecnica adottata, il pascolamento può avere una durata giornaliera limitata a poche ore o protrarsi per tutta la giornata. Quando il pascolamento dura meno di 12 h/d, si parla di *pascolamento breve* o *a tempo* (short grazing); è questa la condizione più diffusa negli ambienti mediterranei e su pascoli erbacei, dove di norma il pascolamento si attua nell'intervallo tra le due mungiture giornaliere, per un tempo variabile dalle 4 alle 8 h/d. Con adeguate disponibilità di erba, il pascolamento breve non comporta riduzioni di ingestione tali da limitare il soddisfacimento dei fabbisogni degli animali, anzi

viene compensato con ritmi e livelli di assunzione dell'erba più intensi e rapidi rispetto al pascolamento nell'arco dell'intera giornata (Romney *et al.*, 1996).
Il pascolamento notturno, ad integrazione di quello diurno, si annovera tra le più importanti pratiche di gestione in grado di migliorare le prestazioni degli animali (Bayer *et al.*, 1987). I benefici che si ottengono dal *pascolamento giornaliero integrale* riguardano la condizione corporea degli animali, la tolleranza allo stress da caldo, l'ingestione di erba, la qualità e la digeribilità della dieta selezionata e la produzione di latte (Iason *et al.*, 1999). Questo tipo di pascolamento è sicuramente consigliabile al sud, particolarmente nel periodo primaverile-estivo, dove le alte temperature diurne limitano di molto il tempo che gli animali dedicano al pascolamento. Ai benefici si associano alcuni svantaggi dovuti alla maggiore esigenza di manodopera, all'abigeato, ai danni alla vegetazione per il maggiore calpestio da parte degli animali, tutti aspetti che possono rendere, in alcune condizioni, del tutto inattuabile la pratica del pascolamento notte e giorno.
La bassa diffusione, nelle aree meridionali, di allevamenti caprini specializzati e la prevalenza di allevamenti misti in cui le capre coesistono con bovini e/o ovini, implica la necessità di sviluppare sistemi di *pascolamento misti* o *in successione*. In tali sistemi, dove gruppi di animali di specie diverse o in diversa fase fisiologica gravitano contemporaneamente o in sequenza sulle stesse aree a pascolo, i vantaggi sono tanto maggiori quanto più i gruppi manifestano esigenze e comportamenti alimentari diversi. La diversità e la complementarietà nel comportamento alimentare e selettivo degli erbivori può determinare, specie in caso di pascolo eterogeneo, profonde variazioni nella composizione botanica e in quella strutturale del pascolo. Poiché le capre hanno una differente preferenza alimentare rispetto agli ovini e/o ai bovini, i sistemi misti che prevedono la loro presenza risultano, di norma, più produttivi dei sistemi con una sola specie animale. I vantaggi sono dovuti alla maggiore presenza di leguminose residue, da cui una più intensa azotofissazione, al migliore sviluppo del pascolo, ai limitati rischi connessi ad una sovrautilizzazione del pascolo e, di conseguenza, alle superiori prestazioni degli animali (Harrington, 1982).
Il pascolo in successione consiste nel far pascolare prima la specie, o gli animali più esigenti o più selettivi, e far poi completare l'utilizzazione dalla specie o dalla categoria meno esigente. È stato dimostrato che l'introduzione di pecore in successione alle capre rappresenta un'efficace strategia di gestione di pascoli a base di loglio e trifoglio bianco in quanto garantisce alle pecore più alti livelli di ingestione e migliori prestazioni in termini di crescita degli agnelli allattati rispetto a una successione di pascolamento pecora-pecora. Ciò si spiega con

la ridotta utilizzazione del trifoglio da parte delle capre, del cui si avvantaggiano le pecore nel corso della successiva utilizzazione (Del Pozo *et al.*, 1996, 1997; Osoro e Del Pozo, 1996).

10.3.2. Scelta del sistema di pascolamento per le capre

La scelta del sistema di pascolamento non è una questione semplice. Le esperienze condotte sulle diverse specie animali dimostrano come non sempre sussistano condizioni ambientali ed operative tali da far emergere con chiarezza la validità di una tecnica rispetto all'altra. Dovendo operare una scelta tra le due principali tecniche di pascolamento descritte, quali il turnato ed il continuo, non v'è dubbio che il primo è in grado di estrinsecare la maggiore potenzialità produttiva del cotico, specie se gli intervalli di ricrescita non comportino un eccessivo invecchiamento dei tessuti fogliari. In genere, con il pascolamento turnato, la produzione di biomassa è superiore al continuo con incrementi medi del 15-20% e punte fino al 50%. Ciononostante, sono numerosi i confronti nel quale tale superiorità produttiva del pascolo non si traduce, come ci si dovrebbe attendere, in un aumento dell'ingestione e un miglioramento delle prestazioni degli animali (Cavallero e Ciotti, 1991). Il pascolamento continuo rende disponibile per gli animali una percentuale di lamine fogliari, rispetto ai culmi, ben superiore in confronto al pascolamento turnato, e questo si traduce in una più alta digeribilità e un più alto contenuto proteico dell'erba ingerita (Reyneri, 1989). Nella pratica il pascolamento turnato si presenta meno conveniente, non solo per quanto evidenziato prima, ma anche perché richiede una gestione più complessa e onerosa rispetto al continuo (installazione di recinzioni fisse o mobili, maggiore esigenza di manodopera). Esperienze condotte in ambiente mediterraneo su capre alimentate su essenze arbustive, con sistema a rotazione, si sono tradotte, rispetto al pascolamento continuo, in un aumento della vegetazione disponibile e dell'incremento ponderale delle capre, da attribuirsi alla maggiore capacità di ricrescita della vegetazione, al miglioramento della sua qualità nutrizionale e al minore dispendio energetico per gli spostamenti (Tsiouvaras *et al.*, 1999). Per quanto riguarda l'applicazione del pascolamento turnato o a rotazione nell'allevamento della capra su pascoli erbacei di tipo mediterraneo, le esperienze non sono numerose e in genere hanno fatto rilevare limitati successi in termini di ingestione di erba, produzione di latte (Masson *et al.*, 1991) e incremento in peso (Gutman e Seligman, 1979). Anche su pascoli naturali del meridione non sono emerse differenze tra i sistemi di pascolamento continuo e turnato a livello d'ingestione di erba e di produzione quanti-qualitativa di latte; una lieve superiorità della produzione di latte e della sua

composizione in grasso e proteina è addirittura emersa per il sistema continuo (Rubino *et al.*, 1988b) (Tabella 10.5). Analoghi risultati si sono ottenuti su un prato di graminacee utilizzato dalle capre con il pascolamento continuo o turnato: sebbene quest'ultimo abbia espresso una produzione di latte leggermente superiore (+6%) rispetto al continuo, non sono emerse rilevanti differenze per quanto riguarda l'evoluzione dell'altezza e della disponibilità di erba, la produzione e la qualità del latte, il comportamento, il peso e lo stato corporeo delle capre (Van Quackebeke *et al.*, 1997) (Tabella 10.5).

Tabella 10.5 - Confronto tra pascolamento continuo e turnato di capre in lattazione su vegetazione erbacea.

Risorsa	Tecnica di pascolamento	Carico capre/ha	Durata d	Disponibilità media di SS	Ingestione g/capo/d SS	Latte	Autore
Pascolo naturale	Continuo	6	110		410	246 kg/capo	Rubino et al., (1988b)
	Turnato	6	110		415	231 kg/capo	
Prato di graminacee	Continuo		112	2,8 kg/capo/d			Van Quackebek et al., (1997)
	Turnato		112			+6%	
Consociazione loiessa trifoglio alessandrino	A rotazione	32	50	3,6 t/ha	660	1027 g/capo/d	Bonanno et al., (2004)
	Continuo	36	87	4,1 t/ha	840	1210 g/capo/d	Bonanno et al., (2005)

Occorre rimarcare che l'adozione di una o di un'altra tecnica di pascolamento, anche su una stessa risorsa, non fornisce sempre un risultato uguale nelle diverse annate. Ad esempio, una stessa consociazione loiessa-trifoglio alessandrino, impiantata in due anni successivi su appezzamenti limitrofi, è stata utilizzata, in entrambe le annate a partire dal mese di aprile, da gruppi di capre al medesimo stadio di lattazione e con uguale integrazione; nel primo anno l'erbaio è stato suddiviso in settori utilizzati a rotazione, mentre nell'anno successivo si è attuato il pascolamento continuo sull'intera superficie (Bonanno *et al.*, 2004, Bonanno *et al.*, 2005) (Tabella 10.5). Il pascolamento continuo, grazie al più favorevole andamento termo-pluviometrico del secondo anno, ha consentito

maggiori e durevoli ritmi di crescita dell'erba e un livello produttivo degli animali marcatamente superiore rispetto al pascolamento turnato, e questo nonostante un carico lievemente superiore (36 *vs* 32 capre/ha).
Basandosi sulle poche esperienze maturate, il pascolo turnato, che potenzialmente dovrebbe assicurare la maggiore disponibilità di erba, la sua migliore distribuzione nel tempo e i massimi livelli di ingestione, nonché stimolare l'efficienza di utilizzazione limitando l'attività selettiva delle capre, in realtà non sembra apportare evidenti miglioramenti rispetto al sistema continuo. La scelta più opportuna cui orientarsi sembrerebbe, quindi, il pascolamento continuo, anche in considerazione dei minori aggravi di natura organizzativa e gestionale che esso comporta.
Quando il pascolamento continuo non consente adeguati livelli di utilizzazione, come nel caso di elevate disponibilità di foraggio, è sempre consigliabile ridurre la superficie utilizzata dagli animali e destinare la parte non pascolata alla costituzione di scorte; tale sistema, largamente diffuso nel meridione, garantisce livelli di utilizzazione più elevata (+ 20% di erba e +22% di UFL), produzioni analoghe agli altri sistemi e permette di avere le scorte di fieno necessarie a superare i periodi di scarsa produzione del pascolo (Rubino *et al.*, 1988b).

10.4. Il carico animale

Le produzioni animali ottenute dai sistemi al pascolo rappresentano il prodotto di una complessa interazione tra la quantità e la qualità del foraggio consumato e l'efficienza con cui i nutrienti ingeriti sono convertiti in prodotti animali (Hart *et al.*, 1988). Tra i principali fattori gestionali che possono influenzare tale interazione vi è il carico animale, e quindi l'intensità di pascolamento. Pertanto, nell'organizzazione e gestione del pascolamento, uno degli aspetti più importanti da affrontare riguarda il dimensionamento del carico animale, ossia il numero degli animali mantenuti al pascolo per unità di superficie (ha) in un dato intervallo di tempo (Malecheck, 1982). La sovrautilizzazione e la sottoutilizzazione del pascolo, determinano effetti negativi sulla composizione botanica del pascolo sulla digeribilità e sul valore nutritivo della dieta selezionata dagli animali. Un carico eccessivo induce gli animali a consumare gran parte dell'apparato fogliare delle piante, indispensabile per la ricostituzione delle riserve radicali necessarie alla loro ricrescita, e può comportare la riduzione o persino l'estinzione delle specie botaniche più appetite; esso può, quindi, condurre ad una riduzione della produzione di foraggio e dell'ingestione degli

animali, e contribuire ai fenomeni di degradazione ed erosione del suolo. La sottoutilizzazione riduce la qualità del foraggio e può determinarne perdite consistenti per senescenza dei tessuti. Lo stadio di sviluppo delle piante è il più importante fattore che influenza la qualità del foraggio. Nell'evoluzione fisiologica delle piante, l'incidenza di steli ed il relativo contenuto in fibra aumentano, mentre si riduce il contenuto proteico e la digeribilità. Inoltre, la maggiore concentrazione fibrosa rende le piante più dure e quindi meno appetibili. Di fatto, gli animali che possono usufruire solo di piante mature, selezionano una dieta di minore valore nutritivo.

Lo studio dell'effetto del carico sulle capre ha riguardato soprattutto pascoli a vegetazione arbustiva, compresi quelli della macchia mediterranea, in cui emerge chiaramente come l'aumento della pressione di pascolamento comporti una riduzione dell'incidenza delle specie più appetite, sia arbustive che erbacee, una riduzione della produzione di foraggio e dell'ingestione delle capre (Tsiouvaras *et al.*, 1999).

Di contro, sono pochissimi gli studi sull'effetto del carico di capre su pascoli esclusivamente erbacei. Utili indicazioni possono trarsi da una ricerca condotta su capre Girgentane in lattazione al pascolo con sistema continuo per 7 h/d su una consociazione di loiessa (*Lolium multiflorum* Lam. subsp. *Westerwoldicum*, var. Elunaria) e trifoglio alessandrino (*Trifolium alexandrinum* L., Var. Lilibeo), che ricevevano un'integrazione di 500 g/capo/d di orzo (Bonanno *et al.*, 2005).

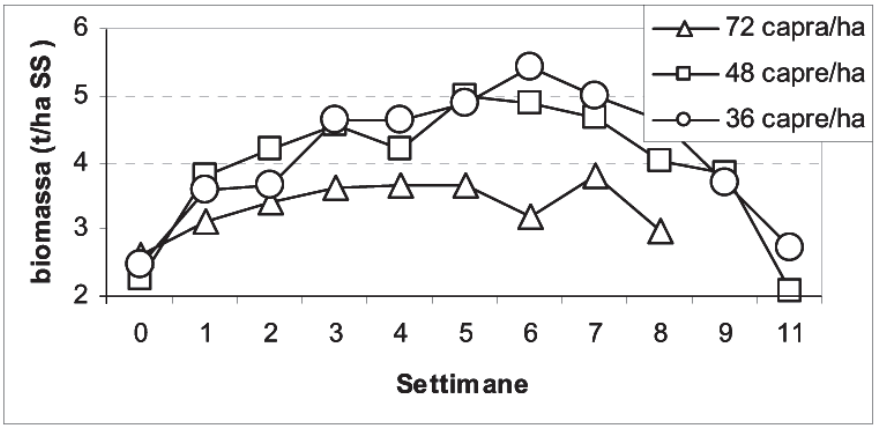


Figura 10.3 - Andamento nel tempo della disponibilità di biomassa (SS t/ha) per effetto del carico (Bonanno et al., 2005).

In tale esperienza, il carico ha innanzitutto influito sulla durata del pascolamento; infatti, con il carico più elevato (72 capre/ha), il pascolamento è stato sospeso 25 d prima (62 *vs* 87 d) rispetto alle utilizzazioni meno intense (48 e 36 capre/ha) (Figura 10.3), a causa del più rapido esaurimento cui è andata incontro la vegetazione. Nel periodo in cui il pascolo è stato utilizzato contemporaneamente con i tre diversi carichi, 72, 48 e 36 capre/ha (primi 62 d di pascolamento), è emerso che il carico più elevato riduce l'altezza dell'erba e la biomassa mediamente disponibile, influenza la composizione botanica del foraggio, mentre non modifica il contenuto proteico medio dell'erba (Tabella 10.6). All'aumento del carico, si è riscontrata un'evidente tendenza (Figura 10.4) alla riduzione della produzione complessiva di foraggio, dovuta al minore ritmo di crescita dell'erba, e della disponibilità giornaliera di sostanza secca per capo; ciò ha comportato una maggiore pressione di utilizzazione da parte degli animali, sebbene questa si sia mantenuta, nel complesso, piuttosto bassa, analogamente a quanto osservato in pascoli naturali, dove le capre hanno mostrato livelli di utilizzazione variabili dal 34 al 63% (Fedele *et al.*, 1988).

Tabella 10.6 - Altezza, disponibilità media, contenuto proteico e composizione botanica della biomassa per effetto del carico (Bonanno et al., 2005).

	CARICO (n. capre/ha)		
	36	**48**	**72**
Altezza erba (cm)	21,3	18,5	12,4
Biomassa media disponibile (t/ha SS)	4,3	4,2	3,3
Proteina grezza (% SS)	16,0	17,0	17,0
Composizione botanica (% SS):			
loiessa	24,9	23,9	15,1
trifoglio alessandrino	46,0	45,3	51,1
altre specie	6,7	11,4	8,3
materiale secco	22,3	19,4	25,4

Sia l'ingestione che la digeribilità della dieta selezionata (Tabella 10.7) sono diminuite all'aumentare della pressione di pascolamento; il contenuto proteico, al contrario, non ha subito l'effetto del carico, così come osservato in altre esperienze (Njwe *et al.*, 1995), e si è mantenuto intorno al 24-25%, livello superiore a quello del foraggio disponibile. Questo conferma che, in un pascolo esclusivamente erbaceo, le capre tendono a selezionare le parti di piante più tenere,

più proteiche e meno fibrose (Pizzillo *et al.*, 1988), che il contenuto proteico della dieta selezionata si mantiene sempre su valori elevati anche quando quello dell'erba disponibile è basso (Rubino *et al.*, 1988b), e che se la quantità di biomassa disponibile non consente tale comportamento selettivo, le capre riducono piuttosto l'ingestione.
Inoltre, al più alto carico, le capre sono state obbligate a ridurre l'assunzione della loiessa, più appetita e quindi gradualmente meno presente nel pascolo, e ad aumentare l'incidenza della leguminosa che, notoriamente meno gradita, è risultata maggiormente disponibile (Tabella 10.7).
Con il carico più elevato si è avuta, infine, una minore produzione di latte per effetto della minore ingestione di erba (Tabella 10.7), mentre nessuna variazione è emersa sulla composizione del latte per effetto del carico.

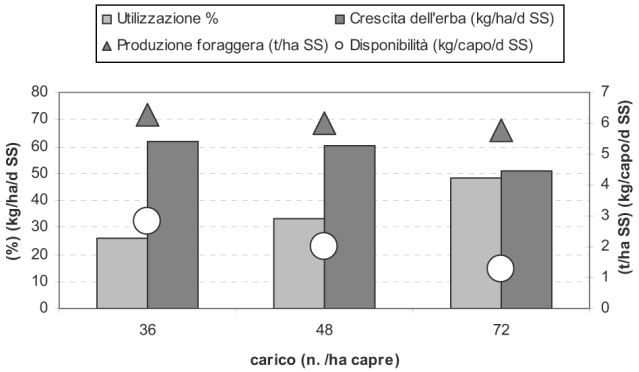


Figura 10.4 - Parametri relativi alla produzione foraggera e all'utilizzazione da parte delle capre in funzione del carico (Bonanno et al., 2005).

Tabella 10.7 - Ingestione, digeribilità e composizione botanica della dieta selezionata, e produzione di latte delle capre per effetto del carico (Bonanno et al., 2005).

	CARICO (n. capre/ha)		
	36	**48**	**72**
Ingestione (g/capo/d SS)	765	682	630
Digeribilità SS (%)	70,1	69,8	67,1
Loiessa (% SS)	54,8	45,8	37,1
Trifoglio alessandrino (% SS)	35,6	34,9	50,1
Altre specie (% SS)	9,6	19,3	12,9
Latte normalizzato al 3,5% di grasso (g/capo/d)	1347	1350	1017

Nell'intero periodo di pascolamento, all'aumento del carico la produzione complessiva di latte per capra si riduce, mentre quella per ettaro prima aumenta e poi diminuisce (Figura 10.5). È evidente come il più alto carico si sia tradotto in una riduzione della produzione complessiva degli animali. In relazione al carico, il massimo profitto di un sistema si ottiene quando la produzione per ettaro è massima e la produzione individuale comincia a declinare (Hart *et al.*, 1988), condizione che in genere, così come anche nel caso specifico (Figura 10.5), corrisponde ad un carico medio. Un carico moderato rappresenta, quindi, il migliore compromesso tra la massima produttività per animale e la massima produttività per ettaro.
Nella pratica, per una migliore risposta in termini di prestazioni degli animali e di utilizzazione delle risorse foraggere, è consigliabile usare un carico moderato, così come suggerito in altri e numerosi studi. Il carico medio assicura agli animali un'alta disponibilità di foraggio e l'opportunità di esprimere il comportamento selettivo, oltre ad assicurare, in genere, una maggiore produttività del sistema rispetto a carichi bassi o elevati.

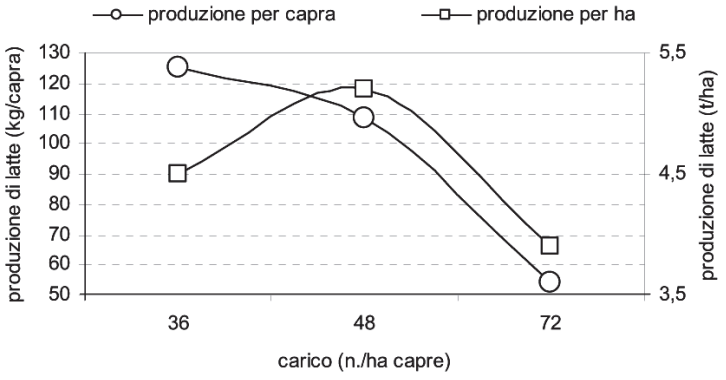


Figura 10.5 - Produzione media complessiva di latte per capra e per ha in funzione del carico (Bonanno et al., 2005).

10.4.1. Determinazione del carico mantenibile

Per garantire alle capre al pascolo un livello di assunzione di erba adeguato ai fabbisogni produttivi è necessario dimensionare il carico animale mantenibile in un dato intervallo di tempo. Si pone quindi il problema della stima del carico, per il quale, in realtà, non esistono metodi univoci e adattabili a qualsiasi sistema al pascolo. Alcuni metodi di stima (Molle *et al.*, 2001) si basano sulla conoscenza del ritmo di crescita dell'erba, in kg/ha/d di sostanza secca. Tale parametro risul-

ta, tuttavia, di difficile valutazione in quanto mostra una notevole variabilità, soprattutto in funzione dell'andamento termo-pluviometrico, che può favorire una ricrescita più o meno intensa, ma anche in relazione alle essenze che compongono il pascolo e, non meno importante, alla modalità di utilizzazione.
La seguente formula classica risulta di più semplice applicazione in condizioni operative, sebbene non tenga conto della ricrescita dell'erba e si limiti al calcolo di un carico istantaneo oppure relativo a brevi periodi di pascolamento:

$$CA = (DF \times S) / (I \times D) * CU$$

CA = carico animale (capre n./ha);
DF = disponibilità di foraggio (SS kg/ha);
S = superficie del pascolo (ha)
I = ingestione di foraggio (SS kg/capra/d)
D = durata del pascolamento (d)
CU = coefficiente di utilizzazione (< 1)

La formula si basa sulla conoscenza della disponibilità foraggera del pascolo (SS kg/ha); questa è stimabile, per alcune essenze pascolive di larga diffusione in aree mediterranee, mediante le regressioni lineari in funzione dell'altezza dell'erba, misurata con l'erbometro, reperibili in bibliografia (Molle *et al.*, 2001). In alternativa, la stima della disponibilità può essere effettuata sfalciando tutta l'erba presente su piccole superfici di estensione nota; le aree sfalciate devono essere in numero tanto più elevato quanto maggiore è l'eterogeneità strutturale e botanica del pascolo. L'erba raccolta deve essere essiccata e pesata, e il quantitativo pesato rapportato all'intera superficie cui si fa riferimento.
Più problematico è stabilire il valore da assegnare al coefficiente di utilizzazione (CU). Questo dipende da diversi fattori quali la pendenza e l'esposizione del pascolo, la composizione floristica, il valore nutritivo, la tecnica di pascolamento, il carico e la selettività della specie animale. Se normalmente per la pecora si assume un valore di 0,65 (Molle *et al.*, 2001), per la capra, in condizioni di pascolo erbaceo a carico medio (40-50 capre/ha) e in considerazione della sua forte selettività, dell'elevato tasso di rifiuto e dell'intensa attività motoria, si potrebbe proporre un valore non superiore allo 0,55.

10.5. L'integrazione del pascolo con concentrato

In ambienti mediterranei, l'utilizzazione esclusiva dell'erba dei pascoli non sempre permette alle capre di esprimere adeguati livelli produttivi. I motivi

sono tanti, ma due sono quelli che maggiormente condizionano l'efficienza produttiva dell'allevamento: la forte variabilità stagionale nella disponibilità e qualità dell'erba e le condizioni climatiche non sempre favorevoli al pascolamento. Nell'uno e nell'altro caso il ricorso all'integrazione alimentare diviene una necessità. Nei sistemi al pascolo decidere quando e come intervenire con l'integrazione non è cosa facile poiché non si conosce con puntualità e precisione l'ingestione alimentare e la qualità dell'erba ingerita. Nonostante queste oggettive difficoltà, le informazioni oggi disponibili, pur se non totalmente esaustive, consentono di trovare soluzioni in grado di migliore l'efficienza complessiva dell'allevamento.

10.5.1. Scelta dell' integrazione alimentare

Nel corso delle stagioni di pascolamento l'erba del pascolo subisce profondi cambiamenti chimico-nutritivi che si ripercuotono sulla qualità dell'ingerito, anche di un animale molto selettivo come la capra. Da qui scaturisce che il miglioramento dell'efficienza produttiva del "sistema pascolo" non è un semplice soddisfacimento del fabbisogno energetico dell'animale, ma qualcosa di più complesso che partendo dall'ottimizzazione del processo digestivo deve arrivare al miglior sincronismo tra i nutrienti dell'erba e quelli contenuti negli alimenti utilizzati per l'integrazione. I tentativi di agire solo sulla quantità di concentrato distribuito non hanno fornito risposte soddisfacenti. Infatti, in tutte le esperienze su pascoli naturali (Pilla *et al.*, 1986; Rubino *et al.*, 1995), l'aumento della quantità di concentrato distribuita o non ha avuto effetto, o lo ha avuto a un livello alquanto trascurabile, probabilmente a causa della minore ingestione di erba. Rubino *et al.* (1988a) hanno osservato che le capre che ricevevano un'integrazione di 150 g di concentrato ingerivano il 60% in più di erba rispetto a quelle integrate con 550 g/capo/d. Anche con alimentazione su risorse foraggere coltivate l'effetto dell'integrazione con concentrati non sortisce risultati differenti: essa riduce l'ingestione di erba, con tassi di sostituzione pari a 0,58 per le coltivazioni in purezza di loiessa e trifoglio e a 0,54 per le stesse in consociazione (Bonanno *et al.*, 2004). I motivi di questi deludenti risultati non sono dovuti alla semplice minore ingestione di erba, ma al mancato sincronismo tra i nutrienti nelle fermentazioni ruminali. Nel periodo della stasi vegetativa invernale l'erba è ricca di sostanze solubili – zuccheri e azoto in particolare – e povera in fibre. Con il sopraggiungere della primavera subentra un equilibrio fra i nutrienti che dura giusto fino ai primi caldi primaverili-estivi. Da questo momento in poi si verifica un progressivo calo delle sostanze solubili e un aumento delle fibre, lignina in particolare (Fedele, 2001a). Di fatto si veri-

fica, quindi, che nei periodi di bassa disponibilità di erba (inverno e primavera) si ha il più alto disequilibrio fra i nutrienti e questo non può essere trascurato nell'intervento di integrazione alimentare.

10.5.2. Risposta degli animali alla natura e quantità dei concentrati

Il primo effetto della distribuzione di concentrato alle capre al pascolo si manifesta a carico del comportamento alimentare. La distribuzione di 600 g/capo/d di concentrato a capre alimentate su pascoli naturali ha spinto gli animali a selezionare più graminacee e specie appartenenti ad altre famiglie, e meno le leguminose, oltre che ridurre il numero delle specie selezionate (Claps *et al.*, 2000). Tale effetto non è altrettanto evidente quando il pascolamento avviene su cotici coltivati, poco eterogenei da un punto di vista botanico. Infatti, l'integrazione con 500 g/capo/d di una miscela di orzo e favino (Bonanno *et al.*, 2004) non ha modificato il comportamento selettivo delle capre che pascolavano su una consociazione di loiessa e trifoglio alessandrino; invece, nel caso in cui le monocolture delle due specie sono state utilizzate in sequenza nella giornata, limitando la libertà selettiva degli animali, il concentrato ha ridotto l'assunzione del trifoglio a vantaggio della graminacea.

La modifica del comportamento selettivo non rimane circoscritta alle piante selezionate, ma si ripercuote anche sul contenuto in nutrienti dell'erba ingerita. In genere, quando l'erba del pascolo ne offre la possibilità, la capra tende, attraverso la selezione dell'erba, a combinare una dieta il più equilibrata possibile nei differenti nutrienti. Al variare della quantità del concentrato distribuito, o del suo contenuto proteico, la capra seleziona erba dal contenuto in principi nutritivi differenti. A parità di concentrato distribuito, 550 g/capo/d, un aumento dal 12 al 18% del contenuto proteico, conduce ad una minore ingestione di proteina con l'erba di poco più di 1 g/kg PM e di fibra grezza di quasi 2 g/kg PM (Fedele *et al.*, 1993). I risultati ottenuti da Avondo *et al.* (2004) in ambiente diverso e con capre di razza Girgentana non si discostano dai precedenti: l'aumento del contenuto proteico del concentrato dal 15 al 20% ha prodotto una minore ingestione di proteina dal pascolo del 15% (189 vs 160 g/capo/d).

Di contro, simili compensazioni nell'assunzione dei nutrienti al pascolo, per effetto del concentrato o del suo contenuto proteico, non sono altrettanto evidenti su risorse coltivate, data la loro maggiore omogeneità. La somministrazione di concentrato non ha modificato la composizione della dieta selezionata su pascoli di loiessa e trifoglio alessandrino in monocoltura o in consociazione, dove è presumibile che la selettività delle capre sia stata limitata dall'elevata

incidenza di NDF nell'erba, e quindi dal suo maggiore ingombro (Bonanno *et al.*, 2004). Così come il concentrato più proteico non ha ridotto l'assunzione di proteina delle capre al pascolo su un erbaio di loiessa (Avondo *et al.*, 2004), spiegabile con le difficoltà selettive legate alla struttura del pascolo, evidenziate in precedenza (vedi paragrafo 10.2.2.).
L'aumento della quantità di concentrato sortisce, invece, effetti più marcati: passando da 150 a 550 g/capo/d l'ingestione di proteina da erba si dimezza (7,5 vs 3,5 g/kg PM). e quella di fibra diminuisce fortemente (12,4 vs 7 g/kg PM) (Fedele *et al.*, 1993).
Quando l'integrazione si basa su concentrati semplici, quali i semi di leguminose o di cerali, il disequilibrio che si viene a creare è difficilmente tamponato dall'azione selettiva operata dalla capra sulla vegetazione. Somministrazioni ad integrazione del pascolo di soli ceci o di solo orzo conducono a diete o eccessivamente ricche in proteina (20 % nel caso dei ceci) o povere (11,5 % nel caso dell'orzo) (Claps *et al.*, 1994). La miscela di più granaglie (orzo, ceci, fave) e di sottoprodotti ricchi in fibra strutturata (polpe di barbabietola) permette alla capra di formularsi una dieta ben equilibrata per contenuto proteico (13,2 %) e NDF (41,8 %).
La risposta produttiva fornita dagli animali a questi trattamenti di integrazione alimentare rispecchia l'equilibrio nutrizionale della dieta: le capre integrate con orzo (carenza di proteina) hanno prodotto circa 160 kg di latte, quelle integrate con ceci 238 kg e quelle integrate con la miscela di granaglie 328 kg (Claps *et al.*, 1994). Queste produzioni assumono un significato ben superiore se si considera che le capre alimentate al pascolo senza alcuna integrazione hanno prodotto 226 kg di latte.
Il concentrato, deprimendo l'ingestione di erba, può avere notevoli effetti sulla qualità del latte, soprattutto quando l'animale non è nelle condizioni di bilanciare i nutrienti al pascolo e si creano squilibri nutrizionali che sono poi responsabili del peggioramento della composizione del latte e della resa casearia. La minore assunzione di carboidrati strutturali da essenze coltivate a seguito della somministrazione di concentrato ha comportato una diminuzione del contenuto lipidico del latte (Bonanno *et al.*, 2004), che è dovuta alla minore produzione in sede ruminale di acido acetico, precursore degli acidi grassi a corta e media catena del latte. Inoltre, quando l'energia apportata dal concentrato è in eccesso rispetto all'azoto della dieta, provoca nel rumine uno squilibrio che limita la sintesi di proteina microbica, cui consegue la riduzione della caseina nel latte. A tal proposito, occorre aggiungere che quando l'ingestione energetica dovuta ai concentrati eccede quella azotata viene preferibilmente dirottata per la costituzione di tessuti adiposi di riserva inducendo negli animali uno

stato di ingrassamento che incide negativamente sulla loro produttività. É bene rimarcare come anche gli eccessi proteici apportati dal concentrato, soprattutto quando l'erba del pascolo ne è ben dotata, creano un errato rapporto tra proteina ed energia della dieta, e contribuiscono ad innalzare i livelli di ammoniaca nel rumine, e così i rischi di alcalosi, nonché di urea e NNP del latte.

10.6. Indicazioni pratiche sull'integrazione alimentare

Per affrontare su basi sufficientemente attendibili il problema dell'integrazione alimentare degli animali al pascolo è necessario conoscere alcuni parametri di ingestione e i fabbisogni nutritivi. A tale fine, nelle tabelle che seguono sono riportati alcune informazioni scaturite dalla rielaborazione (Fedele, dati non pubblicati) di dati raccolti, dalla Sezione di Potenza del C.R.A.- Istituto Sperimentale per la Zootecnia, in anni di sperimentazione.
Dai dati riportati nella tabella 10.8 appare evidente che l'ingestione di erba, oltre a dipendere dalla disponibilità stagionale, dipende anche dallo stato fisiologico in cui si trova l'animale (asciutta o lattazione), dal peso corporeo e dalla quantità di latte prodotto. In estate ed inverno, per i motivi spiegati nei precedenti paragrafi,

Tabella 10.8 - Ingestione di sostanza secca delle capre su pascoli naturali erbacei (Fedele, dati non pubblicati).

Stato fisiologico	Peso o latte	Sostanza secca ingerita (g)		
		Primavera	Estate	Inverno
Asciutta	- di 40 kg	540-630	290-370	310-390
	+ di 40 kg	610-750	310-470	330-440
Lattazione	- di 1 litro	660-810	390-470	410-530
	+ di 1 litro	830-1060	420-490	440-590

Tabella 10.9 - Composizione nutritiva (%) dell'erba ingerita dalle capre (Fedele, dati rielaborati).

Stagione	Proteina digeribile	NDF	UFL/kg SS
Primavera	12-16	44-51	0, 64-0,70
Estate	7-11	65-71	0,56-0,61
Inverno	14-18	34-41	0,69-0,78

le capre, anche se spinte da elevati fabbisogni di produzione (+ di un litro di latte al giorno) non riescono ad ingerire più 500 g/capo/d, in media, di sostanza secca. A rendere ancora più precario il deficit alimentare in queste due stagioni interviene la qualità dell'erba. In estate, il forte decremento delle sostanze fermentescibili, zuccheri in particolare, e l'aumento della lignina, riducono di molto il valore nutritivo dell'erba che passa da un valore di 0,64-0,70 UFL della primavera a 0,53-0,61 dell'estate (Tabella 10.9). In inverno, anche se il valore nutritivo dell'erba si attesta su valori elevati, 0,69-0,78 UFL, l'eccesso di sostanze fermentescibili - gli zuccheri raggiungono valori del 18-22 % (Fedele, 2001a) - e il basso contenuto di fibre, provocano spesso turbe digestive.
Su pascoli costituiti da vegetazione esclusivamente legnosa (alberi e arbusti) l'ingestione stimata, delle capre in lattazione, si colloca tra 450 e 950 kg/capo/d di sostanza secca in primavera e tra 430 e 770 g/capo/d in estate. Quando gli animali dispongono anche di aree ricoperte da vegetazione erbacea il livello di ingestione aumenta portandosi a valori di 550-1250 g/capo/d in primavera, mentre in estate l'ingestione rimane sui valori in precedenza indicati (Tabella 10.10). Rispetto ai pascoli erbacei quello che cambia è soprattutto il valore nutritivo della vegetazione utilizzata dalle capre: infatti, da un valore medio di circa 0,67 UFL della vegetazione erbacea si passa a uno di 0,48 per quella legnosa. La grande variabilità nei valori riportati è dovuta alla qualità delle essenze legnose presenti nelle aree pascolive. La dominanza di specie quali il leccio, il biancospino, il cerro, il ginepro e l'erica riducono di molto il livello di ingestione degli animali e il valore nutritivo della vegetazione ingerita. Al contrario, la larga presenza di acero, coronilla, ornello, frassino, edera e robinia - tutte di buon valore nutritivo (0,55-0,75

Tabella 10.10 - Ingestione e valore nutritivo della vegetazione legnosa (foglie e germogli) e legnosa-erbacea selezionata dalle capre in aree pascolive e dell'ambiente mediterraneo (Fedele, 2001b, dati rielaborati).

Stagione	Sostanza secca ingerita (g/capo/d)	Proteina digeribile (g)	UFL/kg
Primavera:			
Alberi e arbusti	430-950	42-68	0, 36-0,66
Alberi, arbusti e erbe	550-1250	48-91	0,44-0,72
Estate:			
Alberi e arbusti	550-1250	37-62	0,31-0,62
Alberi, arbusti e erbe	420-910	44-86	0,38-0,67

UFL) - sono indice di elevati livelli d'ingestione.
Sulla base di questi parametri possiamo conoscere l'ingestione attesa di nutrienti e quindi, sulla base dei fabbisogni, stabilire quanto è da apportare con i concentrati. I fabbisogni a cui si fa riferimento sono, in genere, quelli stimati su altri animali e in condizioni operative spesso molto differenti dai nostri pascoli (vedi capitolo 6). Le uniche indicazioni disponibili per le capre in lattazione alimentate su pascoli naturali (Tabella 10.11), sono quelle fornite da Claps *et al.* (1994) e da Fedele (1994). Questi fabbisogni risultano mediamente superiori del 20% rispetti a quelli stimati alla stalla con lo stesso metodo (Fedele *et al.*, 2002) – animali liberi di scegliere fra più concentrati semplici disponibili in

Tabella 10.11 - Fabbisogni della capre al pascolo[1] (Claps et al., 2004).

Sostanza secca	**3,3% del peso vivo per il mantenimento e 1,1 kg per kg di latte**
Proteina grezza	13-14%
NDF	39-41%
UFL	0,91-0,95
Energia netta (Kcal/kg PM):	
mantenimento	100
kg latte	730
Proteina digeribile (g/kg PM):	
Mantenimento	4,2
kg latte	40

[1] I fabbisogni sono stati stimati su capre in lattazione che al rientro dal pascolo disponevano di concentrati semplici in quantità illimitata, per cui stava a loro decidere quale concentrato scegliere e quanto ingerirne.

quantità illimitata - e su animali allo stesso stadio fisiologico.
Nella decisione circa la quantità e il tipo di concentrato da distribuire alle capre al pascolo, l'allevatore si deve far guidare anche da altre considerazioni di non trascurabile importanza. Il latte di capra non è destinato al consumo fresco, ma alla trasformazione in formaggio. L'obiettivo da perseguire non deve essere solo quello di aumentare l'efficienza produttiva degli animali, ma di trovare la migliore sintesi tra questa, la resa di caseificazione e la qualità del prodotto.
In condizioni ottimali di pascolo l'integrazione con concentrato comporta solo un effetto di sostituzione che deprime la qualità del latte e pertanto non se ne giustifica l'impiego. Nelle situazioni, invece, in cui l'erba del pascolo risulta

carente sotto l'aspetto nutrizionale, il ricorso al concentrato è certamente conveniente in quanto, bilanciando i nutrienti della dieta, consente un miglioramento produttivo, in termini di quantità e composizione del latte.
In linea di massima, non è opportuno somministrare mangimi con un'elevata concentrazione proteica, che deprimono il grasso e la proteina del latte. Occorre, inoltre, tenere presente che la somministrazione di concentrato, riducendo l'ingestione di erba al pascolo, contribuisce al peggioramento della qualità organolettica e nutrizionale del latte, in quanto limita la presenza di sostanze aromatiche e di composti ad azione antiossidante, quali CLA e vitamina E, questi ultimi utili nella prevenzione di svariate forme patologiche umane (vedi capitolo 5). In questo ambito, le informazioni disponibili consigliano di non distribuire più di 600 g/capo/d di concentrato preferibilmente costituito da materie prime di rapida degradabilità (orzo e ceci rispondono bene) poichè è con esse che si crea il miglior sincronismo con i nutrienti dell'erba. Il rapporto fra i singoli alimenti deve essere tale da ottenere una miscela al 14-15% di proteina grezza e il 17-20% di NDF. Nel periodo invernale, quando l'erba è troppo ricca in sostanze fermentescibili, l'aggiunta di un alimento ricco di fibre strutturate (crusca, polpe, pastazzo, fieno di buona digeribilità) salvaguarda gli animali dall'insorgenza di turbe digestive, migliora la qualità del latte e l'efficienza produttiva del sistema.

Bibliografia

1. Abbadessa V., Trabalza Marinucci M., Cavallucci C., 2000. Behavioural patterns of free-ranging Angora goats under different stocking rates. Options Méditerranéennes, 52: 151-154.
2. Avondo M., Bordonaro S., Marletta D., Guastella A.M., D'Urso G., 2002. A simple model to predict the herbage intake of grazing dairy ewes in semi-extensive Mediterranean systems. Livestock Production Science, 73: 275-283.
3. Avondo M., Pagano R., Di Grigoli A., Bonanno A., Formoso B., Giambalvo D., Scarpello C., 2004. Comportamento alimentare di capre Girgentane: effetto del tipo di pascolo e del livello proteico del supplemento. Atti XVI Congr. Naz. SIPAOC, Siena, 232. In stampa.
4. Bayer W., Suleiman H., Kaufmann R., Water-Bayer A., 1987. Resource use and strategies for development of pastoral systems in sub-umid West Africa. The case of Nigeria. Quart. J. of Intern. Agriculture 26: 58-71.
5. Barroso F.G., Alados, C.L., Boza J., 2000. Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habitus and production. Applied Animal Behaviour Science, 69: 35-53.
6. Barry T.N., Duncan S.J. , 1984. The role of condensed tannins in the nutritionalvalue of Lotus *pedunculatus* 1. Voluntary intake. Br. J. Nutr., 51: 485
7. Baumont R., Parche S., Meuret M., Morand-Fehr P., 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. Livestock Production Science, 64: 15-28.
8. Bonanno A., Canzoneri M., 1986. Situazione attuale e prospettive dell'allevamento caprino in Sicilia. Sviluppo Agricolo, 6: 25-35.
9. Bonanno A., Di Grigoli A., Alicata M.L., Avondo M., Pagano R., De Vita G., Stringi L., Giambalvo D., 2004. Ingestione al pascolo e produzione di latte di capre Girgentane in funzione della combinazione spaziale delle specie foraggere e dell'integrazione con concentrato. Atti XVI Congr. Naz. SIPAOC, Siena, 241. In stampa.
10. Bonanno A., Di Grigoli A., Alicata M.L., Tornambè G., Avondo M., Pagano R., Giambalvo D., Stringi L., Di Miceli G., 2005. D. Effect of stocking rate on selective behaviour and milk production of Girgentana goats grazing a ryegrass and berseem clover mixture. 11th Seminar of the Sub-Network FAO-CIHEAM on Sheep and Goat Nutrition, Catania. Options Méditerranéennes. In stampa.
11. Bordi A., De Rosa G., Napoletano F., Vesce G., Rubino R., 1994. Influence of feeding supplementation on goats grazing behaviour. Options Méditerranéennes, 50: 57-68.
12. Cavallero A., Onori M., Parente G., Rubino R., Talamucci p., Ziliotto U., 1983. Quelques resultats d'essais de regeneration des herbages dans 8 localites de la montagne italienne. Sous-réseau FAO des herbages de montagne. Cervignano (UD), 14-17 settembre.

13. Cavallero A., Ciotti A., 1991. Aspetti agronomici dell'utilizzazione dei prati e dei pascoli. Riv. di Agron., 25: 81-126.

14. Claps S., Rubino R., Cogliandro E., Fedele V., 1994. Fabbisogni alimentari e nutritivi, comportamento alimentare e produzione di latte di capre allevate al pascolo con differenti integrazioni alimentari. Atti Giornata Scientifica "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini", Bella, 24 Novembre.

15. Claps S., Donato R., Fedele V., Morone G., Rosati A., 2001. L'allevamento caprino nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. Ars Grafica, Villa d'Agri, pp. 62.

16. Claps S., Fedele V., Sepe L., Di Trana A., 2000. Effect of concentrate grain source and herbage intake on diet degradability and milk production in grazing goats. 7èmes Renc. Rech. Rum. (INRA), Paris, France, 319-322.

17. Del Pozo M., Wright A., Whyte T.K., Colgrove P.M., 1996. Effects of grazing by sheep or goats on sward composition in ryegrass/white clover pasture and on subsequent performance of weaned lambs. Grass and Forage Science, 51: 142-154.

18. Del Pozo M., Wright A., Whyte T.K., 1997. Diet selection by sheep and goats and sward composition changes in a ryegrass/white clover sward previously grazed by cattle, sheep or goats. Grass and Forage Science, 52: 278-290.

19. De Rosa G., Moio L., Napoletano F., Grasso F., Cubitosi L., Bordi A., 2002. Influence of flavor on goat feeding preferences. J. Chem. Ecol., 28: 269-281.

20. Di Grigoli A., Bonanno A., Alabiso M., Brecchia G., Russo G., Leto G., 2003. Effects of housing system on welfare and milk yield and quality of Girgentana goats. Ital. J. of Anim. Sci., Proc. of the A.S.P.A. 15th Congress, Parma, 542.

21. Fedele V., Zarriello G., Di Trana A., 1988. Osservazioni preliminari sul pascolamento di capre di ceppo locale. Agricoltura Ricerca, 81: 63-68.

22. Fedele V., Pizzillo M., Claps S., Morand-Fehr P., Rubino R., 1993. Grazing behaviour of goats on native pasture in Southern Italy. Small Rum. Res., 11: 305-322.

23. Fedele V., 1994. L'alimentazione dei caprini. Atti Giornata Scientifica "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini'', Bella, 24 Novembre.

24. Fedele V., 1996. L'alimentazione. In R. Rubino (Ed.) L'allevamento caprino. ASSONAPA, 49-101.

25. Fedele V., Rubino R., Claps S., Sepe L., 1996. Effect of plant characteristic, herbage availability and quality on grazing goat intake. Atti VI International Conference on Goats, Beijing, China, 6-11 May, Vol. 2: 608-611.

26. Fedele V., Rubino R., Claps S., 1997. Produzione foraggera, utilizzazione dell'erba e performances produttive di capre allevate con differenti sistemi alimentari. Riv. di Agron., 31(1): 333-337.

27. Fedele V., 2001a. Alimentazione, tra pascolo e integrazione. Caseus, 3: 36-43.

28. Fedele V., 2001b. Un'alimentazione secondo natura. In: "Il Caciocavallo Podolico e la Manteca: un grande formaggio del Sud". Ars Grafica, Villa d'Agri, pp. 139.

29. Fedele V., Claps S., Rubino R., Calandrelli M., Pilla A.M., 2002. Effect of free-choiche and traditional feeding systems on goat feeding behavour and intake. Livestock Production Science, Vol. 74(1): 19-31.

30. Forbes J.M., 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, UK.

31. García M.A., Aguilera J.F., Molina Alcaide E., 1995. Voluntary intake and kinetics of degradation and passage of unsupplemented and supplemented pasture from semiarid lands in grazing goats and sheep. Livestock Production Science, 44: 245-255.

32. Gutman M., Seligman N.G., 1979. Grazing management of herbaceous Mediterranean foothill range in the Upper Jorgan Valley. J. Range Manage., 32: 86-92.

33. Harrington G.N., 1982. Grazing behaviour of the goat. Proceeding of the Third International Conference of goat production and disease, Tucson, Arizona, USA, 398-403.

34. Hart R.H., Samuel M.J., Test P.S., Smith M.A., 1988. Cattle vegetation, and economic responces to grazing systems and grazing pressure. J. Range Manage., 41: 282-286.

35. Iason G.R., Mantecon A.R., Sim D.A., Gonzalez J., Foreman E., Bermudez F.F., Elston D.A., 1999. Can grazing sheep compensate for a daily foraging time constraint?. Journal of Animal Ecology, 68: 87-93.

36. Kronberg S.L., Malecheck J.C., 1997. Relationships between nutrition and foraging behaviour of free-ranging sheep and goats. J. Anim. Sci., 75: 1756-1763.

37. Malechek J.C., 1982. Grazing management of goats in extensive rangeland production systems. Proc. 3rd International Conference on goats, Tucson, Arzona, USA, 404-407.

38. Masson C., Rubino R., Fedele V., 1991. Forage utilization in goats. In P. Morand-Fehr (Ed.), Goats Nutrition, Pudoc Wageningen, 145-159.

39. Milne J.A., Maxwell T.J., Souter W.G., 1981. The effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. Animal Production. 32: 185-195.

40. Morand-Fehr P., Fedele V., Schmidely Ph., Rubino R., 1993. Relation between chemical composition of pasture plants and dietary preferences of goats. Workshop Report Sheep and Goat Nutrition Aristotle University, Thessaloniki, Greece, 24-26 September. Report European Commission Agricolture, 1-5.

41. Molle G., Decandia M., Ligios S., Fois N., Sitzia M., 2001. Il pascolamento e il carico animale con particolare riferimento all'ambiente mediterraneo. In G. Pulina (Ed.) L'alimentazione degli ovini da latte. Avenue Media, Bologna, 275-304.

42. Njwe R.M., Ikwuegbu O.A., Taratali G., Little D.A., 1995. Effect of stocking rate on the botanical composition and nutritive value of diets selected by West African dwarf goats maintained on researcher-managed and farmer-managed stylo fodder banks during the cropping season in Central Nigeria. Animal Feed Science and Technology, 51: 317-328.

43. Osoro K., Del Pozo M., 1996. Effect of different grazing strategies on performance of sheep and goats in perennial ryegrass-white clover pasture. Proc. 4th International Conference on goats, Beijing, China, 601-603.

44. Penning P.D., Newman J.A., Parsons A.J., Harvey A., Orr R.J., 1997. Diet preferences of adult sheep and goats grazing ryegrass and white clover. Small Rum. Res., 24: 175-184.

45. Pilla A.M., Scardella P., Rubino R., Pizzilllo M., Di Trana A., 1986. Bilancio alimentare di capre Maltesi alimentate al pascolo senza e con integrazione di concentrati. Ann. Ist. Sper. Zootec., 19(2): 97-108.

46. Pizzillo A., Di Trana A., Fedele V., 1988. Comportamento alimentare al pascolo di capre Maltesi e Locali. Agricoltura Ricerca, 81: 69-78.

47. Provenza D.F., Malecheck J.C., 1986. A comparison of food selection and foraging behaviour in juvenile and adult goats. Applied Animal Behaviour Science, 16: 49-61.

48. Provenza D.F. 1995. Postingestive feedback a an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. J. Range Manage. 48: 2-17.

49. Reed J.D.,1995. Nutritional toxicity of tannins and related polyphenols in forage legumes. J. Anim. Sci. 73: 1516-1528.

50. Reyneri A. 1989. Analisi della struttura epigea ed effetti della utilizzazione di graminacee foraggere sottoposte a pascolamento continuo e a rotazione. Riv. Di Agron. 23(3): 297-305.

51. Romney D.L., Sendalo D.S.C., Owen E., Mtenga L.A., Penning P.D., Mayes R.W., Hendy C.R.C., 1996. Effects of tethering management on feed intake and behaviour of Tanzanian goats. Small Rum. Res., 19: 113-120.

52. Rubino R., Damiano R., Ciafarone N., Morand-Fehr P. 1988a. Effect of the supplemet feeding level on the milk yield and composition and on certain blood constituent in two goats breeds. Subnetwork FAO "Goat nutrition and Feeding". Bella (PZ) 3-5th October.

53. Rubino R., Pizzillo M., Scardella P., 1988b. Confronto tra diversi sistemi di pascolamento in un modello intensivo con capre Maltesi. Agricoltura Ricerca, 81: 79-86.

54. Rubino R., Moioli B., Fedele V., Pizzillo M., Morand-Fehr P., 1995. Milk production of goats grazing native pasture under different supplementation regimes in Southern Italy. Small Rum. Res., 17: 213-221.

55. Tisserand J.L., 2003. Comparison of the blood urea recycling in sheep and goat. 54th Annual Meeting of European Association for Animal Production (EAAP), Roma, 150.

56. Tsiouvaras C.N., Nastis A., Papachristou T., Platis P., Yiakoulaki M., 1999. Kermes oak shrubland availability and grazing pressure responces as influenced by stocking rate and grazing system. Options Méditerranéennes, 27: 155-164.

57. Van Quackebeke E., Lefrileux Y., Pommaret A, 1997. Comparison de deux modes d'exploitation de prairies à base de graminées au printemps par les chévres laitières. 4èmes Rencontres Recherches Ruminants (INRA), Paris, France, 4-154.

Capitolo 11

TECNOLOGIE DI ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA IN STALLA

Luca Rapetti e Luciana Bava
Istituto di Zootecnia Generale, Università di Milano

11.1. La capra come "intermediate feeder"

In base alle diverse classificazioni degli erbivori riportate da Van Soest (1994) la capra è considerata una specie con comportamento alimentare intermedio ("intermediate feeders") cioè con caratteristiche tali da porla a metà tra i grandi ruminanti pascolatori ("grass-roughage eaters" come i bovini, i bufalini e gli ovini) e i ruminanti brucatori ("concentrate selector" come, in genere, i ruminanti selvatici) (Figura 11.1). La capra infatti è in grado di cambiare il proprio comportamento alimentare in base alle disponibilità alimentari in modo estremamente versatile. Questo ha favorito la sua diffusione negli ambienti più diversi: dalle regioni desertiche ai ricchi pascoli di pianura.

BRUCATORI (Concentrate selector)	**INTERMEDI (Intermediate feeders)**	**PASCOLATORI (Grass-roughage eaters)**
alce	ibex o capra di montagna	**pecora**
capriolo	camoscio	**vacca**
cervo	cervo rosso	pecora big horne
cervo dalla coda bianca	daino	muflone
giraffa	**capra**	bufalo
	caribù	
	bisonte	
	antilope	

Figura 11.1 - Classificazione dei ruminanti in base al comportamento alimentare (tratto da Van Soest, 1994).

Il particolare regime alimentare ha comportato adattamenti sia anatomici che fisiologici. Così le capre, rispetto alle vacche, hanno un omaso più piccolo, in proporzione alle dimensione corporee, ma hanno un rumine piuttosto volu-

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 251-279

minoso e una lunga porzione caudo-ventrale dell'intestino cieco (Santini *et al.*, 1992). Le capre hanno un apparato boccale simile a quello dei ruminanti selvatici e ciò le rende molto abili nella prensione degli alimenti: al contrario della vacca, il labbro superiore è mobile e coadiuva notevolmente l'azione della lingua. I caprini, inoltre, presentano un'attività ruminale giornaliera intermedia tra i selvatici, che hanno un rumine semplice e mangiano e ruminano frequentemente, e i pascolatori, che mangiano in un minor numero di pasti.
Le capre tendono a ingerire poca acqua, e questo spiega il piccolo omaso, ma riescono a trattenere i pochi liquidi ingeriti grazie al rumine e al lungo intestino cieco, come dimostrato anche dalla struttura (pellet) e dal contenuto di sostanza secca delle feci (Santini *et al.*, 1992).
Altra peculiarità della capra legata al comportamento alimentare è la superiore capacità di questo ruminante nella riduzione delle particelle alimentari durante la masticazione rispetto sia alla pecora che alla vacca. Studi comparativi hanno dimostrato che, a parità di atti masticatori, la capra è in grado di operare un migliore sminuzzamento della particelle fibrose durante la prima masticazione, mentre tende a compiere meno atti durante la masticazione mericica (Hadjigeorgiou *et al.*, 2003).
L'elevata attività masticatoria effettuata dalle capre riduce fortemente le dimensioni delle particelle alimentari con un aumento della superficie di attacco per i microrganismi ruminali. Inoltre il tasso di passaggio del contenuto ruminale verso le porzioni distali del digerente è più lento che nelle pecore e questo espone le particelle fibrose ad una più lunga azione di degradazione microbica. Infine nel rumine caprino vi è un'abbondante presenza di microrganismi cellulosolitici favorita dall'elevate quantità di urea (Santini *et al.*, 1992).
Le cause dell'alta concentrazione di urea nel rumine caprino sono molteplici. Prima di tutto, come già anticipato, la capra tende a ingerire poca acqua e questo riduce la diluizione dell'urea. Secondo, questo ruminante mostra una migliore efficienza nel ricircolo dell'azoto dal sangue al rumine favorito da un basso pH ruminale e da un'elevata permeabilità all'urea dell'epitelio ruminale. La quantità di urea riciclata è compresa tra 0,4 e 9,7 g/giorno, in funzione della quantità di azoto ingerito e dallo stato fisiologico degli animali (Brun-Bellut *et al.*, 1991). Gli stessi autori hanno valutato che il riciclo dell'urea riesce a provvedere al 20% del fabbisogno di proteina degradata rapidamente richiesta dall'animale.
La capra è in grado di esercitare una notevole azione selettiva sia al pascolo che in mangiatoia: nei prati privilegia le specie ricche in sostanza secca e con eleva-

te concentrazioni proteici, in stalla prima di ingerire grandi quantità di alimento, esplora la razione con piccoli assaggi e sceglie per prime le parti più appetibili. In particolare, tende a scegliere gli alimenti concentrati il che si traduce in una riduzione dell'ingestione di foraggi il che dimostra una buona capacità nel tollerare diete ricche in amidi (Abijaoudè *et al.*, 2000).
Nota è anche l'elevata capacità della capra nell'utilizzare la componente fibrosa della razione. Se alimentate con diete ricche di foraggi di bassa qualità, povere di sostanze azotate ed elevate in fibra, le capre ingeriscono più sostanza secca e digeriscono meglio la fibra rispetto alle pecore (Domingue *et al.*, 1991). Queste differenze nella capacità digestiva della specie caprina rispetto agli altri ruminanti tendono a ridursi quando l'ingesta è costituito da foraggi di buona qualità e le diete sono comunque bilanciate. Queste caratteristiche, associate al più contenuto consumo di acqua e alla più alta ingestione di sostanza secca, quando i foraggi disponibili sono particolarmente poveri, fanno sì che la specie caprina risulti più vantaggiosa per l'utilizzazione della vegetazione nelle zone aride o semi-aride del pianeta.
Da quanto brevemente esposto emerge che la capra è quindi un'abile selezionatrice, con buona capacità masticatoria e fermentativa, in grado di utilizzare bene le componenti fibrose delle dieta, ma al contempo di tollerare, entro certi limiti, senza problemi di acidosi, diete ricche in concentrati amidacei e regimi poveri di liquidi. È quindi un animale in grado di sfruttare bene sia razioni povere comprensive di pascolo che le diete ricche e bilanciate somministrate in stalla. Queste elevate capacità di adattamento e le elevate produzioni di latte ottenibili dalle razze specializzate giustificano l'allevamento di questo piccolo ruminante non solo in condizioni estensive, ma anche in quelle intensive.
Quindi nella formulazione delle razioni occorre dare debita importanza alle particolari caratteristiche fisiologiche della specie caprina, essendo riduttivo considerare la capra semplicemente come una "vacca in miniatura".

11.2. Il razionamento della capra nell'allevamento intensivo

In condizioni di allevamento intensivo il costo dell'alimentazione ha un peso rilevante sulla produzione lorda vendibile, soprattutto se il latte non viene trasformato, ma venduto come tale. Inoltre va considerato che capre che possono produrre anche più di 1000 kg di latte per lattazione, sono animali le cui potenzialità si estrinsecano solo assecondando la loro imponente richiesta di nutrienti. Ciò può essere ottenuto solo con una alimentazione appropriata durante tutto il

ciclo di riproduzione, dalla messa in asciutta alla fine della lattazione successiva. Come è noto la produzione lattea, il livello di ingestione di sostanza secca, il peso dell'animale e le riserve corporee cambiano con l'evolversi del ciclo riproduttivo, e con essi mutano radicalmente anche i diversi fabbisogni; diviene quindi necessario attuare una strategia alimentare che tenga conto di tutti i fattori citati.
Nella fase di asciutta, troppo spesso trascurata ma che riveste una notevole importanza per il buon evolversi della susseguente fase di lattazione, l'obiettivo è quello di portare la capra al parto in una condizione ottimale, con le riserve corporee ricostituite, ma nello stesso tempo non eccessivamente grassa.
Per il raggiungimento dell'obiettivo è necessario tenere presente i seguenti punti: 1) i fabbisogni delle gestanti, fino al terzo mese, sono analoghi a quelli di mantenimento; 2) a partire dal quarto mese di gravidanza il fabbisogno aggiuntivo per la crescita dei feti diviene esponenziale; 3) il livello di ingestione durante la gestazione tende a declinare a causa della riduzione di volume del rumine conseguente la crescita dei feti nella cavità addominale, che avviene in maniera più marcata nelle ultime due settimane; 4) l'efficienza lipogenetica è più alta durante la fine lattazione rispetto all'asciutta.
Nella prima fase di asciutta, fino al terzo mese di gestazione, i fabbisogni saranno quelli del mantenimento, per cui è sufficiente mantenere una concentrazione energetica della razione intorno alle 0,65 UFL/kg di SS mediante somministrazione di soli foraggi. A partire dal quarto mese di gravidanza è bene raggiungere le 0,75 UFL/kg di SS da elevare a 0,85 nel quinto ed ultimo mese (Morand-Fehr e Sauvant, 1988). Per raggiungere tali livelli di concetrazione energetica è fondamentale non eccedere nell'uso di alimenti concentrati, bensì utilizzare foraggi qualitativamente buoni e appetibili in maniera tale da mantenere tonico e voluminoso il rumine. Se si impiegano foraggi scadenti il rischio è che si instauri un bilancio energetico negativo, a cui consegue un'intensa lipomobilizzazione con riduzione del tessuto adiposo di riserva, alquanto necessario nelle prime settimane della lattazione. Allo scarso apporto energetico del foraggio spesso si cerca di ovviare con forti dosi di concentrato che tende a deprime l'ingestione del foraggio stesso e quindi la voluminosità del rumine: il mantenimento di un rumine voluminoso fino alla fine della gestazione è infatti importante perchè non sia troppo depressa l'ingestione ad inizio lattazione.
Pericoloso è anche un eccessivo stato di ingrassamento in fase di gravidanza poichè, nella capra, gran parte dei grassi di riserva si vanno ad accumulare nei tessuti addominali riducendo ulteriormente lo spazio per il rumine con conseguente forte riduzione del livello ingestivo; la lipomobilizzazione diviene quindi molto intensa per far fronte al fabbisogno energetico, con aumento del rischio di tossiemia di gestazione.

Durante la lattazione il periodo maggiormente critico è quello che va dal parto al picco produttivo in quanto il massimo livello di assunzione di SS, di norma, si verifica tra la sesta e la decima settimana di lattazione. In fase di inizio lattazione il bilancio energetico generalmente negativo viene compensato dalla mobilizzazione del tessuto adiposo di riserva che, peraltro, se diviene troppo intensa, può far insorgere problemi di chetosi. Dopo le prime tre o quattro settimane dal parto, nel caso di capre ad alta produzione, sarebbe necessario somministrare una razione altamente energetica (1,00-1,05 UFL/kg SS) per far fronte alla imponente domanda energetica che si verifica in prossimità del picco produttivo, senza comunque superare la soglia del 40% di amido e zuccheri sulla SS. Il raggiungimento di un tale livello di concentrazione energetica deve essere ottenuto gradualmente senza spingersi a valori del rapporto foraggio:concentrato inferiori a 30:70 per evitare l'instaurarsi di dismetabolie (vedi capitolo 13).
A inizio lattazione le capre sono anche più sensibili al contenuto proteico della razione rispetto a metà o fine lattazione in quanto le riserve corporee utilizzabili sono sostanzialmente di tipo adiposo; essendo modesta la mobilizzazione delle proteine corporee risulta quindi importante una corretta integrazione proteica della dieta.
A partire dal 2°-3° mese di lattazione, in corrispondenza dell'aumento del livello di ingestione di SS e della diminuzione di produzione lattea, il bilancio energetico tende a divenire positivo per cui si passa da una fase di intensa lipomobilizzazione a una fase lipogenetica. Gli animali in questa fase iniziano a ricostituire le riserve corporee e ad aumentare di peso senza però ingrassare eccessivamente. Per evitare questo è necessario ridurre progressivamente la concentrazione energetica della razione diminuendo l'apporto di alimento concentrato che in questo periodo è meno efficace per sostenere la produzione lattea.

11.3. I sistemi di alimentazione

I sistemi che possono essere utilizzati per alimentare le capre stabulate sono piuttosto diversificati. I principali fattori che l'allevatore considera nella scelta del sistema da adottare sono la dimensione del gregge e il grado di intensivizzazione.
Purtroppo questa scelta è condizionata sia dagli aspetti gestionali che alimentari i quali non sempre vanno nella medesima direzione, nel senso che scelte ope-

rative più facili da gestire possono non essere ottimali dal punto di vista nutrizionale; si tratta, quindi, di cercare il giusto compromesso che non sia troppo penalizzante né per l'uno né per l'altro aspetto. Ad esempio, se focalizziamo la nostra attenzione sui problemi alimentari, una delle soluzioni più interessanti è la pratica della somministrazione degli alimenti con sistema unifeed. D'altro canto tale sistema risulta sostanzialmente antieconomico per allevamenti di piccola dimensione a causa dell'alto costo dei carri miscelatori.
Volendo schematizzare, possiamo individuare i seguenti sistemi di alimentazione in funzione degli alimenti che vengono impiegati:

1. fieno e mangime complementare;
2. fieno, mangime e materie prime;
3. fieno e materie prime.

11.3.1. Fieno e mangime complementare

Il sistema tradizionale nel quale la dieta è costituita prevalentemente da fieno e da un mangime complementare del commercio è sicuramente quello più semplifice. Occorre precisare che il termine "complementare" è una definizione data dal legislatore per indicare che si tratta di un mangime da somministrare in aggiunta ad altri alimenti. In genere, la complementarietà in termini nutrizionali è solo parziale in quanto la formulazione del mangime non viene fatta tenendo conto delle caratteristiche peculiari del fieno che ha a disposizione l'allevatore e delle caratteristiche degli animali che alleva, ma viene invece mediata su quelle che possono essere delle caratteristiche generiche del foraggio e degli animali. Tuttavia, ciascuna azienda mangimistica solitamente produce diversi mangimi complementari differenziandoli soprattutto per il loro contenuto proteico al fine di consentire di scegliere quello che più si addice alle caratteristiche della base foraggera. A titolo esemplificativo, se volessimo somministrare una razione con un rapporto tra fieno e mangime pari a 1:1 e avessimo a disposizione un fieno polifita di buona qualità, con un contenuto proteico intorno al 13-14% (sul secco), per soddisfare il fabbisogno proteico di una capra che produce circa 3 kg di latte al giorno sarebbe sufficiente utilizzare un mangime con il 14,5-15% di PG sul tal quale. Se il fieno, invece, fosse di qualità inferiore, con un contenuto in PG del 10% circa sulla sostanza secca, allora il mangime dovrebbe avere almeno il 19% di PG sul tal quale. D'altro canto, impiegare un siffatto mangime con una base foraggera di buona qualità, porterebbe ad uno spreco di sostanze azotate con un aumento della loro escrezione, senza migliorare la percentuale di proteina vera del latte, ma aumentandone il quantitativo di azoto non proteico, in particolare di urea.

11.3.2. Fieno, mangime e materie prime

Il sistema costitutito da fieno, mangime e materie prime è un poco più complesso; prevede un maggior numero di alimenti da utilizzare, ma si dovrebbe tradurre in una maggiore facilità nel soddisfare i fabbisogni alimentari degli animali. Quindi si presenta come un sistema basato ancora sull'impiego di un mangime complementare del commercio quale principale alimento concentrato e su di un fieno, generalmente di produzione aziendale, ai quali si aggiungono una o più materie prime acquistate. Quali siano queste materie prime dipende molto dal grado di autoapprovigionamento aziendale: laddove questo sia limitato, in genere dovuto a una limitata produzione di foraggio, viene acquistato fieno o foraggio disidratato, generalmente erba medica. Oltre ai foraggi trovano spazio anche alimenti concentrati quali le polpe secche di barbabietola oppure cereali, soprattutto mais e orzo. Quanto più si fa ricorso a questi concentrati di tipo energetico tanto più limitato sarà l'impiego dei mangimi complementari che, logicamente, dovranno essere caratterizzati da contenuti in proteina anche molto elevati.
Le aziende mangimistiche, in relazione alla quantità di mangime richiesto dal cliente, possono anche produrre mangimi formulati *ad hoc* per la singola azienda in modo da complementare nel miglior modo possibile la restante parte della razione alimentare. Questo tipo di approccio, diffuso nel comparto bovino, è però assai limitato in quello caprino a causa della piccola dimensione degli allevamenti.

11.3.3. Fieno e materie prime

Questo sistema è basato sul fieno e sull'acquisto delle singole materie prime, siano esse foraggi, concentrati energetici o concentrati proteici, a integrazione di quelle prodotte a livello aziendale. L'unico mangime composto integrato acquistato dovrebbe essere quello che fornisce l'integrazione minerale e vitaminica ed eventuali altri principi alimentari necessari per bilanciare la dieta in modo ottimale.
Nella realtà lombarda il sistema di alimentazione basato su foraggi e mangimi complementari risulta essere il più diffuso, in quanto adottato da circa il 60-70% delle aziende iscritte ai servizi di assistenza tecnica dell'Associazione regionale allevatori. A tal proposito va sottolineato che la maggior parte di queste aziende ha un grado di autosufficienza delle foraggere piuttosto basso: la maggior parte delle aziende riesce a coprire non oltre il 60% del proprio fabbisogno. Ciò è dovuto principalmente al fatto che l'80% delle aziende lombarde è ubicata in zone montane e collinari dove la disponibilità di terra e le condizioni ambientali non favoriscono la fienagione. Circa il 25-30% delle aziende pratica il pascolamento nei periodi più favorevoli dell'anno, ma ci sono anche aziende estensi-

ve che lasciano liberi gli animali nel corso di tutto l'anno. Per quanto riguarda i concentrati circa il 70% delle aziende utilizza dei mangimi ai quali vengono abbinate delle materie prime (in particolare le più diffuse sono mais, orzo, polpe di bietola); il 20% delle aziende ricorre solo all'uso di mangimi mentre solo il 10% utilizza esclusivamente materie prime. In questa ultima percentuale sono incluse anche le aziende biologiche (circa il 5% degli allevamenti lombardi) le quali ricorrono anche ad alimenti concentrati alternativi alla soia (pisello, favino).

11.4. La modalità di somministrazione degli alimenti

Pur diversificandosi tra loro i vari sistemi di alimentazione hanno, ovviamente, l'obiettivo comune di fare in modo che ogni animale, attraverso il soddisfacimento dei fabbisogni nutrizionali, possa estrinsecare pienamente le proprie potenzialità produttive in condizioni di piena salubrità e mantenendo un ciclo riproduttivo ottimale. Perseguire questo comporta tuttavia problemi diversi in relazione alle modalità di distribuzione degli alimenti.
Per meglio chiarire questi aspetti è utile prendere in esame due situazioni tra loro molto differenti: da un lato quello della piccola azienda in cui la razione è costituita esclusivamente da fieno di produzione aziendale e da un mangime complementare del commercio; all'estremo opposto quello dell'azienda di grandi dimensioni in cui il sistema di alimentazione scelto è quello della razione completa ("unifeed").
Nel primo caso, al di là delle caratteristiche del foraggio e del mangime impiegati, è comunque necessario porre attenzione alle modalità in cui i due alimenti vengono somministrati. Innanzitutto è preferibile distribuire come primo alimento il fieno. La successiva somministrazione di una parte del mangime farà sì che questo, una volta ingerito, giunga nel rumine che già contiene una certa quantità di foraggio riducendo, in una certa misura, l'entità dell'abbassamento del pH ruminale dovuto alle fermentazioni più o meno rapide dei carboidrati non fibrosi (NFC) che sono apportati dal mangime stesso. L'altro aspetto, forse ancora più importante, è il frazionamento della somministrazione del concentrato nel corso della giornata. Soprattutto nel caso in cui sia debba impiegare una quantità di mangime anche superiore a quella del foraggio, situazione che si rende necessaria allorchè il fieno abbia un valore nutritivo modesto ed i fabbisogni delle capre siano invece elevati, è importante frazionare il mangime in piccole dosi. L'ideale sarebbe non oltrepassare i 250-300 g/capo per ciascuna somministrazione.

Nel secondo caso, invece, il sistema di alimentazione prevede la somministrazione di una razione completa mediante la tecnica unifeed. In Lombardia questo sistema è adottato da circa il 10-15% delle aziende. I vantaggi di tale tecnica sono noti e possono essere riassunti nella possibilità di somministrare nel corso di tutto l'anno una razione bilanciata e costante, nella garanzia che le quantità ingerite soddisfino le esigenze nutrizionali fisiologiche dell'animale in quanto è fortemente limitata la selezione e ciò permette l'ingestione di carboidrati e sostanze azotate nella corretta proporzione a ciascun pasto (Giger-Reverdin e Sauvant, 1991). Inoltre l'unifeed dà la possibilità di utilizzare con facilità anche alimenti caratterizzati da scarsa appetibilità e permette una completa meccanizzazione delle operazioni di alimentazione. Infine, esperienze effettuate da alcuni ricercatori (Maltz *et al.*, 1991) hanno dimostrato che la somministrazione alle capre dell'unifeed rispetto a diete costituite da singole materie prime separate (foraggi e concentrati) consente di ottenere un miglior indice di conversione degli alimenti e soprattutto maggiori produzioni di latte sia in termini quantitativi che qualitativi. Anche una valutazione effettuata negli ultimi anni dal Servizio di Assistenza Tecnica agli Allevatori della Lombardia ha messo in evidenza che le stalle nelle quali è adottato il sistema del piatto unico hanno ottenuto migliori risultati in termine di qualità del latte (basso numero di capi con il problema dell'inversione dei titoli lipidico e proteico) rispetto alle aziende con alimentazione tradizionale. I limiti legati a questo tipo di alimentazione sono la necessità di acquistare un carro miscelatore, il che è giustificato solo in aziende con molti animali, e una struttura aziendale che consenta lo stoccaggio di elevate quantità di materie prime, nonché la presenza di sili per i foraggi insilati e una corsia di alimentazione di dimensioni tali da consentire il passaggio dei carri distributori.

Anche per la capra, così come per la bovina, alimento base dell'unifeed può essere un foraggio insilato: il silomais, soprattutto se l'azienda è collocata in pianura, insilati di cereali autunno-vernini oppure insilati d'erba, più diffusi nelle aree collinari. Poche però sono le aziende che utilizzano gli insilati: solo il 5% in Lombardia. Forse questa realtà tenderà a cambiare nel futuro: in questi ultimi anni la diminuzione del prezzo del latte forse porterà gli allevatori a compiere delle scelte tali da abbassare il costo dell'alimentazione e in quest'ottica gli insilati sono sicuramente i foraggi vincenti.

La situazione più diffusa è però quella in cui, come base foraggera al posto degli insilati sono impiegati dei foraggi essiccati; in questo caso si parla di unifeed secchi che possono essere miscelati nel carro direttamente dall'allevatore oppure possono essere acquistati già pronti sul mercato. Questa ultima soluzione risul-

ta particolarmente vantaggiosa per le stalle senza terra o dove la terra è utilizzata per colture non foraggere o ancora dove le condizioni pedo-climatiche non consentono una buona produzione di foraggi. L'utilizzo di questi prodotti libera l'allevatore dalla variabilità della qualità e della quantità dei foraggi prodotti in azienda, semplifica notevolmente le operazioni aziendali oltre, ovviamente, a ridurre il parco macchine. Lo svantaggio dell'uso di questi prodotti è legato alle forti oscillazioni del prezzo di mercato.
Importante accortezza nell'utilizzo dell'unifeed per la capra è la trinciatura dei fieni e la granulometria delle particelle: è stato infatti dimostrato (Fernàndez e Sànchez-Seiquer, 2003) che le capre riescono comunque a selezionare gli alimenti, soprattutto se la quantità di razione offerta supera di molto le quantità effettivamente ingerite. In particolare esse tendono a rifiutare le particelle di piccole dimensioni e i pellet frantumati. Nella preparazione dell'unifeed occorre quindi somministrare le giuste quantità di alimento per evitare un'eccessiva quantità di residui da una parte e per spingere l'animale ad ingerire tutte le componenti della razione dell'altra. Bisogna prestare particolare cura nella dimensione degli alimenti limitando le quantità di particelle di piccole dimensioni magari pellettando accuratamente le farine e trinciando i fieni lunghi a 3-4 cm di lunghezza per favorire la miscelazione dei diversi ingredienti.
Spesso negli unifeed secchi il fieno è costituito quasi esclusivamente da medica: in questo caso deve essere posta molta attenzione sulla scelta del prodotto valutando attentamente la percentuale di foglie rispetto agli steli.
Si riporta qui di seguito un esempio di razione unifeed costituita esclusivamente da alimenti secchi utilizzata in un'azienda di capre da latte di razza Saanen ad alta produzione. La dieta è stata formulata per soddisfare i fabbisogni di animali di 60 kg di peso, con un livello produttivo giornaliero di 4 kg di latte.

Razione unifeed secco

Erba medica disidratata[1]	550 g capo/giorno
Fieno polifita (9% PG stq)[2]	500 g capo/giorno
Paglia di frumento[1]	100 g capo/giorno
Mais granella[2]	500 g capo/giorno
Mais laminato[1]	200 g capo/giorno
Polpe secche di barbabietola[1]	240 g capo/giorno
Seme di cotone integrale[1]	100 g capo/giorno
Seme di girasole integrale[1]	100 g capo/giorno
Mangime complementare (26% PG stq)[1]	550 g capo/giorno

[1]Alimenti acquistati
[2]Alimenti di produzione aziendale

In totale, ciascuna capra riceve quotidianamente in due somministrazioni circa 2,6 kg di sostanza secca, le cui principali caratteristiche chimiche e nutrizionali sono le seguenti (sulla SS).

Proteina grezza (%)	15,2
Ceneri (%)	8,6
Lipidi grezzi (%)	6,1
NDF (%)	35,5
ADF (%)	24,5
NFC (%)	37,4
Amido (% s.s.)	22,0
Zuccheri (%)	5,3
Fibra solubile (%)	10,2
Ca (%)	0,8
P (%)	0,4
Proteina metabolizzabile (%)	10,7
Energia Netta Latte (MJ/kg)	6,86

Si tratta di una dieta con un rapporto tra foraggi e concentrati pari a 40:60, con caratteristiche simili a razioni impiegate per le bovine da latte, ma con alcune particolarità proprie per la specie caprina. Ad esempio, l'impiego della granella intera di mais e del seme integrale di girasole è una pratica che trova una certa diffusione nell'alimentazione della capra e non in quella della vacca.
Non vi è dubbio che la presenza di alimenti umidi nella dieta unifeed migliora le caratteristiche fisiche della razione favorendo la miscelazione degli alimenti e, di conseguenza, riduce la possibilità di selezione alimentare da parte della capra. A titolo esemplificativo, a tal proposito è qui di seguito riportata una dieta unifeed a base di insilato di mais utilizzata in un'allevamento caprino francese.

Razione unifeed con silomais

Erba medica disidratata[1]	300 g capo/giorno
Fieno di medica[2]	500 g capo/giorno
Silomais[2]	2500 g capo/giorno
Frumento, farina[1]	220 g capo/giorno
Orzo, farina1	450 g capo/giorno
Polpe secche di barbabietola[1]	220 g capo/giorno
Soia, f.e. 44%PG[1]	130 g capo/giorno
Integratore minerale e tamponi[1]	30 g capo/giorno

[1]Alimenti acquistati
[2]Alimenti di produzione aziendale

La sostanza secca apportata da questa razione alimentare è anche in questo caso di circa 2,6 kg, il rapporto tra foraggi e concentrati, invece, è praticamente invertito rispetto alla precedente razione, risultando pari a circa 60:40.
Laddove le condizioni pedoclimatiche non consentano un'idonea coltivazione del mais, come ad esempio nelle zone collinari e pedemontane del nostro Paese, un buon insilato quale base foraggera per una razione completa unifeed può essere rappresentato dall'insilato ottenuto dal trinciato integrale di un cereale autunno-vernino.

11.5. Il foraggio per la capra nell'allevamento intensivo

Nell'ambito dei problemi dell'alimentazione dei ruminanti il "capitolo foraggi" rappresenta sicuramente uno dei punti nodali.
I foraggi, anche nell'alimentazione della capra da latte, da una parte assicurano una preziosa fonte di fibra dall'altra, forniti come unici componenti della razione, non sono in grado di soddisfare gli imponenti fabbisogni soprattutto degli animali molto produttivi. Si può affermare che i foraggi possono coprire i fabbisogni di mantenimento e quelli di produzione fino anche a 3 kg di latte al giorno, in funzione della qualità del foraggio stesso (Masson *et al.*, 1991). Per i livelli produttivi più elevati l'impiego dei concentrati diviene indispensabile per fornire un'adeguata supplementazione proteica, minerale e vitaminica e, soprattutto, energetica. Infatti il livello di ingestione di energia è il fattore alimentare che maggiormente influenza la produzione lattea.
Molto importante è anche la qualità dei foraggi utilizzati: peggiore è la loro qualità maggiore è la necessità di ricorre a forti quantità di concentrati e questo può comportare il rischio di dismetabolie per gli animali, oltre che aumentare il costo della razione. È quindi decisamente molto importante scegliere il tipo di foraggio e valutarne attentamente la qualità soprattutto nel caso si debba ricorre al mercato per l'approvvigionamento.
Focalizzando l'attenzione sul rapporto tra foraggi e concentrati di diete per capre ad alta produzione, si riportano i risultati salienti di una prova sperimentale condotta presso la stazione sperimentale dell'Istituto di Zootecnia Generale della Facoltà di Agraria di Milano (Rapetti *et al.*, 1997). Nella prova, effettuata con capre Saanen a metà lattazione, sono state poste a confronto tre diete con un rapporto foraggio/concentrato 30:70 (trattamento F30), 50:50 (trattamento F50) e 70:30 (trattamento F70). Per riprodurre le condizioni che frequentemente si ritrovano in allevamento, quale foraggio è stato impiegato un fieno di

prato polifita (quarto taglio) e come concentrato un mangime del commercio.
Il più elevato contenuto in concentrati nella dieta del trattamento F30 ha determinato un aumento di ingestione pari all'11% circa rispetto al trattamento F50 e di circa il 21% rispetto al trattamento con più fieno (Tabella 11.1). La maggiore ingestione ha comportato una produzione di latte più elevata senza peraltro ridurre il titolo lipidico. Quest'ultimo riscontro sembrerebbe confermare che la capra è meno sensibile della vacca a diete con basso contenuto in fibra lunga, in termini di depressione della percentuale di grasso del latte. Questi risultati sono in accordo con quanto espresso da Sauvant *et al.* (1987), secondo i quali, per diete con rapporto tra foraggio e concentrato superiore a 20:80, lo stato energetico nutrizionale della capra è un fattore più importante che non la proporzione di foraggio nella razione.
Va però evidenziato che durante questa sperimentazione il rapporto tra grasso e proteine del latte si è mantenuto mediamente sotto l'unità, situazione questa che frequentemente si rileva anche in molti allevamenti. Le possibili cause sono da ricercarsi nelle caratteristiche genetiche degli animali impiegati nella prova e nella coincidenza tra lo stadio di piena lattazione con il periodo stagionale di fine primavera e inizio estate, che nei comprensori padani è spesso caratterizzato da temperature elevate accompagnate da forte umidità,

Tabella 11.1 - Influenza delle diete sull'ingestione alimentare e sulla produzione, composizione e attitudine alla coagulazione del latte (modificato da Rapetti et al.*, 1997).*

		DIETE			ES
		F30	F50	F70	
Ingestione di sostanza secca	g/d	2535^{A}	2318^{B}	2091^{C}	19,6
Produzione lattea	g/d	3508^{A}	3248$^{A, B}$	2868^{B}	46,0
Grasso	%	2,62	2,66	2,55	0,04
	g/d	85,0^{A}	78,7$^{A, B}$	69,5^{B}	1,1
Proteina	%	2,90	2,81	2,80	0,07
	g/d	92,5^{A}	85,6$^{A, B}$	75,6^{B}	1,2
Tempo di coagulazione	min	15,7	14,4	15,9	1,0
Velocità di formaz. del coagulo	min	7,7	7,1	8,2	0,5
Consistenza del coagulo	mm	21,8	22,7	21,9	0,3

A, B: P≤0.01; a, b: P≤0.05.

fattori questi che in generale penalizzano la qualità del latte, ma soprattutto ne riducono il contenuto lipidico.
Anche l'attitudine alla coagulazione del latte, stimata in base ai parametri tromboelastografici, non è risultata influenzata dalla quantità di foraggio presente nella dieta.
L'efficienza alimentare della razione, espressa come rapporto tra il latte prodotto e la sostanza secca ingerita, è risultata migliore (1,40) nella dieta F50. La minore efficienza delle altre due razioni ha una duplice spiegazione: per il trattamento F70 il dato registrato pari a 1,37 è dovuto sostanzialmente alla minore concentrazione energetica di questa dieta; per il trattamento F30 (1,38), invece, la spiegazione sta nel fatto che una maggiore quota di energia metabolizzabile è stata convertita non in latte, ma in grasso corporeo. Questi risultati trovano conferma in un lavoro più recente pubblicato da Goetsch *et al.* (2001): in questa sperimentazione sono state somministrate diverse diete con percentuali crescenti di concentrati a capre Alpine a fine lattazione. In questo stadio fisiologico le migliori prestazioni produttive sono state ottenute con diete con eguale percentuale di foraggi e concentrati, mentre sono stati osservati addirittura dei peggioramenti con la dieta contenente il 65% di concentrati. In definitiva, l'impiego di razioni alimentari molto ricche di concentrati non necessariamente fa produrre più latte, ma può invece causare un ingrassamento eccessivo degli animali con ripercussioni estremamente negative (dismetabolie) soprattutto nella fase del peri-parto. A tale riguardo, il monitoraggio dello stato di ingrassamento durante tutte le fasi riproduttive, quantificato attraverso la valutazione della condizione corporea (BCS – body condition score) degli animali, può essere un valido strumento per avere delle indicazioni sulla formulazione della razione.
Il rapporto foraggi/concentrati (F/C) più idoneo in un determinato contesto produttivo è anche influenzato dalle caratteristiche qualitative del foraggio. In generale, con foraggi di qualità elevata è possibile mantenere un più alto rapporto F/C; viceversa, se il foraggio è scadente, per sostenere la produzione lattea si deve ricorrere ad una quota maggiore di concentrati.
Vale allora la pena considerare alcuni degli aspetti più importanti per caratterizzare il valore nutritivo di un foraggio. A titolo esemplificativo, nella tabella 11.2 sono riportate le caratteristiche salienti di alcuni dei foraggi che più frequentemente sono impiegati nell'allevamento caprino in condizioni di stabulazione.

Tabella 11.2 - Caratteristiche chimiche (in % sulla SS) e nutrizionali (in Mcal/Kg SS) di alcuni foraggi impiegati nell'allevamento caprino.

Foraggio	SS %	PG	NDF	ADL	NFC[1]	Fibra sol.[2]	ED totale	ED	ED NDF	TDF[3]
Erba medica disidratata	90	17,0	46,0	9,2	27,5	15,6	2,50	0,69	1,34	
Fieno polifita 9% PG	90	8,5	64,0	9,0	15,9	8,9	2,17	1,20	1,56	
Fieno polifita 13% PG	90	13,0	56,5	6,8	20,4	11,4	2,51	1,10	1,57	
Insilato di mais	35	9,2	45,0	4,1	40,1	1,2	3,02	0,99	1,04	
Insilato di loiessa	35	12,5	53,0	3,7	26,0	11,2	2,92	1,22	1,68	
Insilato di triticale	38	13,5	59,0	5,8	16,0	3,5	2,51	1,27	1,42	

[1]: NFC (carboidrati non fibrosi) = 100 – (CEN + PG + EE + NDF – NDFIP),

[2]: Fibra solubile,

[3]: TDF (Fibra dietetica totale), costituita essenzialmente da NDF e da fibra solubile

In tabella 11.2 sono stati riportati i parametri più importanti per poter valutare il foraggio: la proteina grezza (PG), la fibra neutro detersa (NDF), la lignina (ADL), i carboidrati non fibrosi (NFC) (costituiti da acidi organici, zuccheri, amido, e fibra solubile) e infine, la fibra solubile (costituita da sostanze pectiche, beta-glucani, galattani e fruttani). Nelle ultime tre colonne sono riportati i valori in energia digeribile (ED) (calcolati secondo il sistema NRC 2001): quella totale e quelle derivanti dalla digestione dell'NDF e della TDF.
L'erba medica, in base al suo contenuto in proteina, si conferma la regina delle foraggere. Se però consideriamo il suo contenuto in ED totale, risulta superiore solamente al fieno polifita che ha un più basso contenuto proteico. In particolare, l'ED derivante dalla digestione dell'NDF è la più bassa in assoluto e ciò è dovuto al basso contenuto in NDF e all'elevato contenuto in lignina che la caratterizza. A suo vantaggio va però evidenziato l'apporto energetico derivante dalla digestione della fibra solubile, frazione alimentare questa caratterizzata da una velocità di digestione ruminale molto più alta rispetto alla cellulosa e alle emicellulose contenute nell'NDF. A questo proposito va ricordato che una elevata velocità di digestione ruminale come pure un basso contenuto di NDF riducono l'effetto di ingombro e quindi favoriscono l'ingestione alimentare.

Queste caratteristiche, unitamente alla buona costanza qualitativa del prodotto disidratato, fanno sì che tale foraggera risulti frequentemente inserita nelle razioni destinate alle capre da latte.
Relativamente ai fieni polifiti, è evidente una riduzione del loro valore nutritivo conseguente all'aumento del contenuto in NDF. Particolare attenzione a questo parametro va posta per le implicazioni con l'ingestione, come detto precedentemente.
In tabella 11.2 sono stati inseriti anche tre foraggi insilati, quello integrale di mais e quello di loiessa, prodotti principalmente nelle zone di pianura, e quello di triticale, che come, gli altri cereali autunno-vernini, può essere favorevolmente coltivato anche in zone collinari e montane.
L'insilato di mais, ove viene utilizzato, costituisce generalmente il principale foraggio della razione. Bisogna considerare, però, che circa metà della sua sostanza secca è costituita dalla granella; quindi, più propriamente, dovremmo definirlo metà concentrato e metà foraggio. Il suo valore nutritivo elevato è dovuto per larga parte alla granella: approssimativamente, la concentrazione energetica della frazione foraggera è pari alla metà di quella relativa a quest'ultima (Crovetto *et al.*, 2003).
In una prova sperimentale (Crovetto *et al.*, 1994) condotta su capre Saanen è stato effettuato un confronto tra una dieta a base di insilato di mais (di 2° raccolto) con una a base di insilato di loiessa al fine di valutarne l'utilizzazione energetica e l'effetto sulla produzione lattea. La dieta contenente loiessa è stata quella che ha fatto registrare la minore ingestione di sostanza secca forse a causa della sua elevata umidità (75% in questo caso) e alla difficile miscelazione con il mangime cubettato. Infatti, in un'altra prova in cui è stato utilizzato un mangime in farina, l'ottima amalgama tra la loiessa umida e il concentrato, non ha penalizzato l'ingestione.
La più alta digeribilità della fibra della loiessa rispetto a quella del silomais ha sostanzialmente determinato un maggior valore nutritivo della dieta a base loiessa riuscendo a compensare la minore ingestione alimentare e facendo così registrare una produzione lattea simile tra le due diete.
Per quanto riguarda l'impiego della pianta intera insilata dei cereali autunno-vernini vanno annoverati tra i vantaggi la buona potenzialità produttiva in termini quanti-qualitativi, e la possibilità di operare la raccolta all'interno di un intervallo di tempo piuttosto ampio, scegliendo il giorno migliore in funzione dell'andamento climatico. È stato infatti evidenziato (D'Urso *et al.*, 1989) che, nel caso del triticale, un buon compromesso tra produzione qualitativa e quantitativa è ottenibile raccogliendo il foraggio tra gli stadi di maturazione lattea e

latteo-cerosa delle cariossidi. In questi stadi la pianta è caratterizzata da un contenuto in SS superiore al 30%, tale per cui risulta possibile effettuare l'insilamento senza dover far preappassire il foraggio (operazione invece necessaria nel caso della loiessa), semplificando il cantiere di raccolta e riducendo il rischio di inquinamento con terra delle biomasse.

11.6. L'importanza della forma fisica degli alimenti

La forma fisica degli alimenti ha un'importanza fondamentale per i ruminanti: prima di tutto stimola l'attività masticatoria e con essa la produzione di saliva e il buon funzionamento dell'attività ruminale; inoltre influenza l'accesso da parte dei microrganismi ruminali ai substrati; infine la dimensione delle particelle, insieme alla loro densità, è il fattore che definisce il passaggio dell'alimento dal rumine alle porzioni successive dell'apparato digerente. Se si considera che una buona attività ruminale è la base per ottenere un latte di buona qualità, risulta ancor più evidente l'importanza di questo aspetto nella valutazione della razione. Responsabili della granulometria della razione sono la fibra dei foraggi, per la massima parte, e alcuni alimenti concentrati (quali mais intero e alcuni sottoprodotti di origine vegetali). Per sottolineare le funzioni della fibra quale elemento determinante la forma fisica della razione alcuni anni fa, autori americani hanno introdotto il termine "fibra effettiva" per definire quella parte dell'alimento in grado di stimolare la ruminazione, mantenere la percentuale di grasso e il latte normalizzato nella norma (Grant, 1997). La granulometria può essere definita dalla lunghezza delle particelle e dal loro diametro.
La lunghezza influisce sull'attività ruminativa in senso lato (attività masticatoria e ruminazione) e sull'ingestione. È noto infatti che se i foraggi sono eccessivamente lunghi tendono a rimanere a lungo nel rumine causando una riduzione nell'ingestione (Welch, 1982). Al contrario se la lunghezza delle porzioni fibrose è troppo ridotta si ha spesso una riduzione della produzione di grasso nel latte, fenomeno definito dagli americani come milk fat depression (Grant *et al.*, 1990), dovuta alla ridotta attività masticatoria (Andrighetto, *et al.*, 1998; Kuehn, *et al.*, 1997).
La tecnica più diffusa per determinare la dimensione delle particelle è la setacciatura con setacci con larghezza delle maglie differenti. Essi vengono impilati uno sull'altro in ordine decrescente di dimensioni delle maglie e posti sopra a un setacciatore automatico. La setacciautra può essere fatta a secco o a umido, il che facilita il distacco delle particelle coeve garantendo un risultato ottimale (Van Soest, 1994).

Un altro sistema per valutare l'adeguatezza della granulometria della razione è la determinazione dell'attività masticatoria degli animali, fattibile attraverso metodi che prevedono l'osservazione visiva continua degli animali oppure utilizzando strumenti particolari in grado di registrare automaticamente i movimenti della mandibola. Dal numero e dalla frequenza degli atti compiuti dalla bocca dell'animale è possibile stimare il tempo trascorso nell'attività di ingestione dell'alimento (masticazione primaria) e il tempo, il numero di atti (masticazione mericica) e il numero di boli effettuati durante l'attività di ruminazione. Dalle ricerche effettuate con questi sistemi appare chiaro che le capre, all'aumentare della lunghezza della particelle di alimento, tendono ad aumentare il numero di atti masticatori durante la masticazione primaria mentre non variano il tempo trascorso nella ruminazione (Hadjigeorgiou *et al.*, 2003), come indicato nella tabella 11.3. Questa tabella riporta quanto ottenuto da questi autori in una prova comparativa tra capre e pecore.

Tabella 11.3 - Comportamento alimentare di capre e pecore alimentate con foraggi di diversa lunghezza di trinciatura (Hadjigeorgiou et al.*, 2003).*

Lunghezza del foraggio	Porzione del giorno (24 h) spesa nell'ingestione		Porzione del giorno (24 h) spesa nella ruminazione		Tempo tot. speso nell'ingestione e nella ruminazione (min)		n. di cicli ruminativi nelle 24 h	
	Capre	Pecore	Capre	Pecore	Capre	Pecore	Capre	Pecore
Lungo (13,3 mm)	0,241	0,245	0,362	0,38	869	901	521	639
Medio (7,3 mm)	0,228	0,229	0,327	0,4	800	906	481	655
Corto (0,7 mm)	0,185	0,181	0,382	0,436	816	890	494	663
Significatività ANOVA lunghezza foraggio	P < 0,001		P < 0,01		NS		NS	
specie	NS		P < 0,001		P < 0,001		P < 0,001	
specie*lungh.	NS		NS		NS		NS	

11.6.1. La granulometria della razione: la granella di mais e i sottoprodotti vegetali

Come già anticipato responsabili della granulometria della razione, oltre ai foraggi, sono alcuni concentrati quali la granella di mais intero e i sottoprodotti di origine vegetale.

La granella di mais è la fonte di amido più importante nell'alimentazione dei ruminanti. Essa può essere integrata nella razione sotto varie forme fisiche: schiacciata,

fioccata, macinata e anche come cariosside intera. I trattamenti fisici, a cui da sempre sono sottoposte le cariossidi dei cereali, hanno lo scopo di rendere più facilmente attaccabile la matrice amidacea da parte dei microrganismi ruminali che da questa traggono energia per la loro sopravvivenza e moltiplicazione. È noto però che un trattamento eccessivo, unito ad elevate quantità di granella nelle razioni, possono indurre fenomeni di acidosi ruminale con tutte le conseguenze che ciò comporta (sviluppo dei batteri lattici, inibizione dei batteri cellulosolitici, riduzione dell'attività di degradazione della fibra, minor produzione di acidi grassi volatili e in particolare di acido acetico, riduzione del tenore di grasso del latte). Occorre quindi regolare l'entità del trattamento fisico per favorire un attacco graduale dei batteri alle granelle. Un'alternativa interessante, anche dal punto di vista economico, è la somministrazione agli animali della granella intera di mais. Risultati ottenuti in diverse sperimentazioni (Nicholson *et al.*, 1971; Weston, 1974) indicano che il mais intero è utilizzato solo in parte dai bovini: l'attività masticatoria di questi ruminanti non consente loro di rompere tutte le cariossidi della razione durante la prima masticazione e una gran parte dei granelli interi riesce a sfuggire dalle maglie del reticolo-omaso passando direttamente nelle feci. Non così invece gli ovini e i caprini: essi hanno una maggiore capacità nel rompere e digerire il mais intero. Questa considerazione è il risultato anche di una prova condotta su capre Saanen (Rapetti e Bava, 2004) a cui sono state somministrate due diete: una contenente circa 800 g di granella intera di mais e priva di altre forme di mais e una contenente la medesima quantità di farina di mais. La digeribilità dell'amido è risultata elevata per entrambi le diete seppur penalizzata dalla granella intera (94,2% contro 97,8 % per granella e farina rispettivamente, $P<0,05$) mentre l'ingestione di sostanza secca e la produzione di latte è risultata decisamente superiore negli animali alimentati con la granella (2295 *vs* 2162 g/d e 4570 *vs* 4075 g/d, per ingestione e latte, rispettivamente). Pochissime cariossidi intere sono inoltre state ritrovate nelle feci, segno di buona utilizzazione digestiva. Questo può essere spiegato dal fatto che le capre alimentate con la granella intera hanno ruminato di più rispetto a quelle alimentate con la farina (328 *vs* 262 min/d) e ciò ha comportato una maggiore stabilità del pH ruminale (le variazioni di pH tra l'ora della somministrazione della dieta e 4 ore successive è stata pari a 0,10 nelle dieta granella e pari a 0,52 per la farina). I sottoprodotti di origine vegetale entrano solitamente nelle razioni per ruminanti quali alimenti capaci di integrare il contenuto proteico e energetico apportato dai foraggi, ma molti di essi hanno anche un'elevata quantità di fibra. I sottoprodotti infatti hanno un contenuto in energia digeribile paragonabile a quello dei cereali, ma apportano elevate quantità di NDF che riduce l'abbassamento del pH ruminale causato da eccessi di amidi (Bava, 2000). A parità di contenuto di parete cellulare, i foraggi e i sottoprodotti presentano valori di fibra

effettiva anche molto diversi: questi ultimi hanno generalmente dimensioni delle particelle inferiori rispetto ai primi e questo comporta una differente attività masticatoria e una distinta ritenzione ruminale. Teoricamente le razioni che contengono elevate quantità di sottoprodotti fibrosi e basse quantità di foraggio hanno una fibra caratterizzata da una rapida fermentescibilità, un veloce transito e di conseguenza una minore stimolazione sulla ruminazione e sulla produzione di saliva. In realtà alcuni lavori scientifici (Grant, 1997; Beauchemin *et al*, 1991; Zhu *et al.*, 1997) hanno dimostrato, nella vacca da latte, che è possibile sostituire fino al 60% della fibra da foraggi con fibra proveniente da sottoprodotti.

I sottoprodotti hanno il vantaggio di poter essere acquistati direttamente dal mercato, di essere facilmente trasportabili e somministrabili agli animali e, in molti casi, non richiedono particolari macchine o attrezzature aziendali.

Considerando l'elevata adattabilità della capra a diversi regimi alimentari e il successo ottenuto nelle sperimentazioni con la bovina, la somministrazione di buone

Tabella 11.4 - Ingredienti e composizione chimica delle diete utilizzate nella due prove.

		Diete	
		Priva di foraggi (1)	Priva di foraggi (2)
Ingredienti, % SS			
Girasole f.e.		33,0	
Manioca		20,0	
Panello di cocco		16,9	
Semi integrali di cotone		8,5	11,3
Panello di cotone		7,0	
Buccette di uva		6,0	
Palmisto		3,0	
Melasso di canna		1,6	
Polpe di bietola		26,5	
Carrube frante		25,8	
Soia f.e., 44%		12,0	
Semi integrali di mais		9,6	
Mais farina		9,8	
Glutine di mais		2,0	
Min. e vitamine		4,0	3,0
Composizione chimica			
SS, %		91,5	90,0
Proteine grezze	% SS	21,4	16,6
Estratto etereo	"	5,6	2,9
NDF	"	36,8	30,2
ADF	"	26,1	21,6
ADL	"	9,6	5,4
NFC	"	28,8	44,7

quantità di sottoprodotti sembra essere una soluzione interessante da adottare anche nell'allevamento caprino. Questo è quanto è emerso dai risultati ottenuti in due prove sperimentali condotte nell'Istituto di Zootecnia Generale su capre di razza Saanen (Bava *et al.*, 2001 e Rapetti *et al.*, 2005). Nelle sperimentazioni sono state confrontate diete costituite unicamente da miscele secche di prodotti e sottoprodotti vegetali e totalmente prive di foraggi con diete tradizionali basate su foraggi insilati, fieno o erba di pascolo. In una prova il confronto (dieta priva di foraggi (1) *vs* dieta con insilati) è stato effettuato per tutta la durata della lattazione, nell'altra invece (dieta priva di foraggi (2) *vs* dieta erba e dieta fieno) è stato applicato uno schema a quadrato latino durante la fase di piena lattazione. Nella tabella 11.4 si riporta, a titolo esemplificativo, una sintesi della composizione e dell'analisi chimica delle due diete prive di foraggi utilizzate.
In entrambe le prove le diete prive di foraggi sono state caratterizzate dall'elevata presenza di prodotti e sottoprodotti vegetali (panelli di cotone e di cocco, melasso, buccette d'uva, polpe di bietola e carrube frante) e da semi integrali (cotone e mais). Questi alimenti hanno apportato una notevole quantità di fibra alle razioni. L'aspetto interessante di queste diete è che la loro granulometria, ottenuta mediante setacciatura a umido, è risultata sufficiente nello stimolare l'attività masticatoria e ruminativa: nella prima prova infatti il 22% delle particelle avevano un diametro superiore a 4 mm; nella seconda prova le particelle con diametro pari o superiore a 4 mm nella dieta senza foraggi era il 53% (Figure 11.2 e 11.3). Occorre però sottolineare che in entrambe le prove le dimensioni medie delle par-

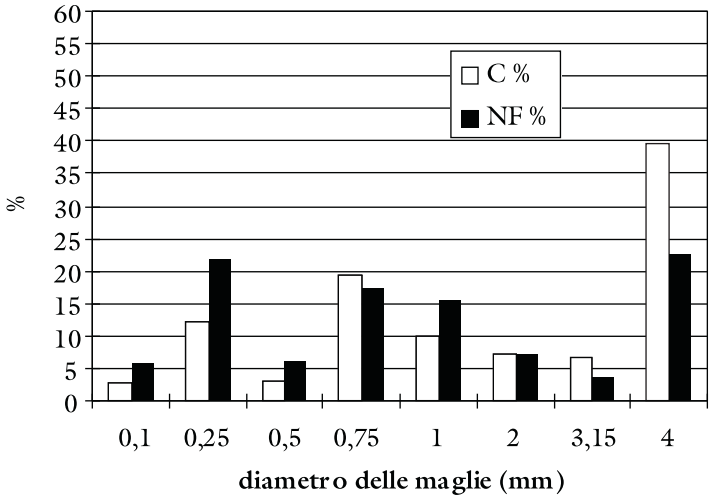


Figura 11.2 - Analisi granulomerica delle diete utilizzate nella prima prova sperimentale.

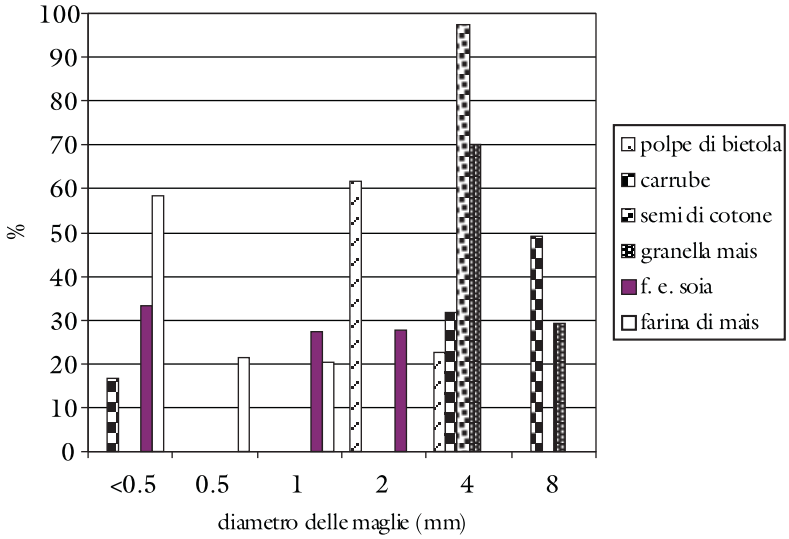


Figura 11.3 - Analisi granulometrica della dieta priva di foraggi utilizzata nella seconda prova.

ticelle delle diete prive di foraggi erano comunque inferiori alle dimensioni di quelle con foraggi. Ma nonostante ciò l'attività masticatoria delle capre, valutata con strumenti elettronici con misurazioni in continuo nella seconda prova, non è risultata differente rispetto alla diete contenti fieno o erba, questo grazie alla presenza dei semi integrali di cotone e mais, alle polpe di bietola e alle carrube.
L'ingestione e la digeribilità delle diete sono state influenzate soprattutto dalle caratteristiche chimiche e in particolrare dal contenuto in ADF: nella prima prova la dieta senza foraggi ha registrato elevati tassi di ingestione e bassa digeribilità rispetto alle dieta di controllo. Situazione opposta invece nella seconda prova: la dieta no-forage è stata ingerita meno e digerita meglio rispetto alla dieta con fieno, questo grazie alle sue migliori caratteristiche nutritive.
Molto interessante è stata anche la produzione e la qualità del latte ottenuta dagli animali alimentati con le diete prive di foraggi: in entrambe le prove le produzioni sono state notevoli (in media 3,3 l di latte al giorno per le diete no-forage) e solo di poco inferiori a quanto ottenuto con le diete con foraggi (in media 3,6 l). Buoni anche i risultati in termine di contenuto in grasso: 3,63% per la dieta di controllo e 4,21% per la dieta senza foraggi, in media sull'intera lattazione nella prima prova. Nella seconda sperimentazione, invece, il contenuto lipidico del latte è risultato superiore nelle diete contenenti i foraggi (3,24% vs 2,96%, controllo verso no-forage).

Questi risultati, in parte confermati anche dalla letteratura (Sanz Sampelayo *et al.*, 1998), indicano la possibilità di sostituire anche nell'alimentazione della capra da latte ad alta produzione, parte della fibra lunga da foraggi con adeguati alimenti vegetali senza peggiorare l'attività masticatoria e ruminativa, e di conseguenza, la produzione di latte. Resta comunque fondamentale la scelta dei sostituti dei foraggi: devono avere dimensioni tali da stimolare la ruminazione e non devono avere eccessivi contenuti di fibra indigeribile per non penalizzare eccessivamente la digeribilità della dieta.

11.7. L'integrazione proteica nell'alimentazione della capra in stalla

Prima di fare considerazioni sul tema dell'integrazione proteica della razione, è opportuno enfatizzare quanto sia importante apportare con la dieta quei principi alimentari che, a livello ruminale, siano in grado di fornire in modo equilibrato energia fermentescibile e azoto degradabile, affinché la sintesi microbica possa svolgersi con elevata efficienza: questo poiché la proteina di origine microbica contribuisce per più del 50% al totale della proteina assorbita a livello intestinale! Vale a dire che il principale "alimento proteico" delle nostre capre è rappresentato proprio dalla proteina microbica ruminale che giunge nel lume intestinale. Non solo, dato che i nutrienti azotati necessari per mantenimento e produzione sono gli aminoacidi, la proteina microbica assume ancor maggiore importanza in virtù della suo profilo in aminoacidi essenziali. Se consideriamo i due ritenuti più importanti, lisina e metionina, non siamo in grado di ritrovare in natura alcun alimento di origine vegetale che abbia caratteristiche superiori alla proteina di origine microbica.
Queste considerazioni ci spiegano perché non sempre, anzi, quasi mai, sia sufficiente un semplice aumento nella dieta della proteina indegradabile a livello ruminale (RUP, rumen undegradable protein) per migliorare le prestazioni produttive degli animali. Bisognerebbe tenere conto di quanto sia l'effettiva digeribilità intestinale della RUP e di quale sia l'effettivo apporto di aminoacidi della quota assorbita. Un accurato lavoro di revisione bibliografica di qualche anno fa (Santos *et al.*, 1998) ha infatti evidenziato che, nelle bovine da latte, la sostituzione della farina di estrazione di soia con fonti proteiche meno degradabili nel rumine generalmente non comporta alcun miglioramento delle prestazioni produttive. Nei pochi casi (17% delle ricerche considerate) che hanno dato un esito positivo, quasi sempre la fonte proteica in sostituzione della soia era rappresentata dalla farina di pesce (ora non più utilizzabile nei

ruminanti) che, non a caso, oltre ad avere un alto livello di RUP risulta ben digeribile nell'intestino e con un ottimo profilo in aminoacidi essenziali.
Anche nelle capre, l'aumento della quota di RUP della razione non necessariamente comporta significativi miglioramenti produttivi quanti-qualitativi. I risultati di una prova sperimentale (Rapetti, dati non pubblicati) effettuata su capre Saanen dopo il picco di lattazione, nella quale furono messe a confronto due diete diversificate per il contenuto in RUP (35 e 40% della PG) grazie alla sostituzione parziale della farina di estrazione di soia con farina di estrazione di colza trattata avente alto *escape* proteico ruminale, non evidenziarono alcun effetto né sulla quantità né sul contenuto proteico e caseinico del latte prodotto. Analogamente, in altre ricerche (Brun-Bellut *et al.*, 1990; Lu *et al.*, 1990a; Lu *et al.*, 1990b) condotte su capre con produzioni giornaliere superiori ai 3 kg di latte, l'impiego di farine animali caratterizzate da un elevato contenuto in RUP è risultato ininfluente sulle prestazioni produttive delle capre. Da questi risultati è possibile supporre che le diete con i livelli più bassi di RUP abbiano probabilmente consentito uno sviluppo dei microrganismi ruminali e, quindi, una disponibilità di proteine di origine microbica atta a soddisfare adeguatamente i fabbisogni.
In definitiva, tre sono gli aspetti di cui tenere conto: 1) la produzione di proteina microbica; 2) la digeribilità intestinale della frazione proteica alimentare che non si degrada a livello ruminale; 3) il profilo in aminoacidi essenziali della quota proteica alimentare digerita nell'intestino.
Il primo punto dipende innanzitutto dalla quantità e dal tasso di digestione dei carboidrati nel rumine, I carboidrati rapidamente fermentescibili stimolano la produzione di proteina microbica, ma, se somministrati in eccesso, possono comportare un abbassamento del pH ruminale a detrimento della flora microbica cellulosolitica, riducendo l'ingestione alimentare e la produzione lattea. A titolo esemplificativo, una pratica spesso seguita che dà buoni risultati è quella di suddividere la quota amidacea derivante dai cereali in un terzo da farina d'orzo (più rapidamente fermentescibile) e due terzi da farina di mais (caratterizzata da una minore velocità di fermentazione). Volendo essere un po' più precisi sarebbe opportuno poter definire gli intervalli ottimali dei contenuti delle diverse frazioni dei carboidrati ad elevata fermentescibilità (zuccheri, amido e fibra solubile) della dieta. Per la specie caprina ancora non vi sono indicazioni precise; per le bovine da latte nella fase di inzio lattazione secondo alcuni ricercatori statunitensi (Sniffen *et al.*, 2004) sarebbe consigliabile attestarsi sui seguenti valori: 4 – 6% SS per gli zuccheri, 21 – 27% SS per l'amido e 4 – 8% SS per la fibra solubile. Ad un adeguato apporto di energia fermentescibile in parallelo dovrebbe essere fornita una quantità sufficiente di proteina degrada-

bile a livello ruminale (RDP), che gli stessi autori indicano in ragione dell'11-12% sulla sostanza secca della razione.
In riferimento alla valutazione aminoacidica della razione, la letteratura inerente alla specie caprina è molto scarna: riguardo ai fabbisogni l'unica indicazione (Semptey, 1996) suggerisce che la metionina digeribile (MetDI) dovrebbe essere pari a circa il 2,2% della proteina totale digerita a livello intestinale (PDI), mentre la lisina (LisDI) dovrebbe raggiungere il 6,8%. Tali valori risultano leggermente inferiori rispetto alle indicazioni di Rulquin (1993) per le bovine da latte (MetDI e LisDI: 2,5 e 7,3% PDI, rispettivamente). Detto questo, è importante sottolineare che soddisfare tali fabbisogni è quasi impossibile a meno che non si faccia uso nella dieta di metionina e lisina di sintesi rumino-protette, Per quanto riguarda l'effettiva efficacia della protezione alla degradazione ruminale di metionina e lisina, molteplici dati sperimentali evidenziano maggiori difficoltà nel conferire un elevato livello di escape ruminale alla lisina.
I risultati sperimentali di una ricerca (Rapetti *et al.*, 1999) su tale argomento effettuata con capre Saanen in piena lattazione, lasciano ancora molto aperto il campo per ulteriori indagini. Infatti, dal confronto di una dieta di controllo (15,5% di PG) con la medesima razione integrata con metionina e lisina rumino-protette (Tabella 11.5), non è emersa alcuna differenza in termini di produzione e qualità del latte (Tabella 11.6).

Tabella 11.5 - Composizione e analisi chimica (sulla SS) delle diete di controllo (C) e contenente metionina e lisina protette (C+AA) (Rapetti et al.*, 1999).*

		Dieta	
		C	C + AA
Composizione			
Insilato di loiessa	(%)	48,4	48,1
Mais, farina	“	26,7	26,5
Orzo, farina	“	11,1	11,0
Soia, f,e. 44%	“	12,0	11,9
MET r-p	“	-	0,26
LIS r-p	“	-	0,38
Integr. min. e vit.	“	1,8	1,8
	“		
Analisi chimica	“		
PG	“	15,4	15,4
EE	“	3,2	3,7
NDF	“	35,5	35,2
PDI	“	10,5	10,5
MetDI	(% PDI)	1,82	2,35
LysDI	(% PDI)	6,55	6,78

Tabella 11.6. - Ingestione e produzione e qualità del latte delle capre alimentate con le diete contenenti amminoacidi protetti (Rapetti et al., *1999).*

		Dieta		
		C	SEMAA	
Ingestione SS	(g/d)	2258	2231	27,7
Latte	(g/d)	3754	3697	43,0
Grasso	(%)	2,58	2,65	0,04
Proteine	(%)	2,80	2,85	0,03
N caseinico	(% N tot.)	74,6	75,0	0.29
NPN	(% N tot.)	10,7	10,8	0,32

Bibliografia

1. Abijaoudé, J.A., Morand-Fehr, P., Tessier, J., Schmidely, P., Sauvant, D., 2000. Influence of forage: concentrate ratio and type of starch in the diet on feeding behaviour, dietary preferences, digestion, metabolism and performance of dairy goats in mid lactation. Anim. Sci. 71: 359-368.
2. Andrighetto I., Berzaghi P., Cozzi G., 1998. Valorizzare le caratteristiche foraggiere del silomais mediante la scelta della lunghezza di trinciatura. Numero speciale di Farmer News 44-46.
3. Bava L., 2000. Studio di alcuni aspetti del metabolismo di capre in lattazione alimentate con una dieta priva di foraggi. Tesi di dottorato.
4. Bava L., Rapetti L., Crovetto G.M., Tamburini A., Sandrucci A., Galassi G., Succi G., 2001. Effects of a nonforage diet on milk production, energy, and nitrogen metabolism in dairy goats throughout lactation. J. Dairy Sci. 84: 2450-2459.
5. Beauchemin K.A., Farr B.I., Rode L.M., 1991. Enhancemente of the effective fiber content of barley-based concentrates fed to dairy cows. J. Dairy Sci. 74: 3128-3139.
6. Brun-Bellut J., Blanchart G., Vignon B., 1990. Effects of rumen-degradable protein concentration in diets on digestion, nitrogen utilization and milk yield by dairy goats. Small Rum. Res. 3(6): 575-581.
7. Brun-Bellut J., Lindberg J.E., Hadjipanayiotou M., 1991. Protein nutrition and requirements of adult dairy goats. In Goat Nutrition, Pudoc Wageningen, 82-93.
8. Crovetto G. M., Rapetti L., Galassi G., 2003. Gas production and nutritive value of the whole plant and its components in four hybrids of maize. Ital. J. Anim. Sci., vol. 2 (suppl. 1): 198-200.
9. Crovetto G.M., Rapetti L., Tamburini A., Succi G., Galassi G., 1994. Energy utilization of diets with hay, maize silage or italian ryegrass silage as main forage in lactating goats. In: J.F. Aguilera (Ed.): Energy metabolism of farm animals. Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Servicio de Publicaciones, Spain, 175-178.
10. Domingue B.M.F., Dellow D.W., Barry T.N., 1991. Voluntary intake and rumen digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. J. Agri. Sci. 117: 111-120.
11. D'Urso G., Avondo M., Licitra G., Sinatra M.C. 1989. Composizione chimica, digeribilità e caratteristiche fermentative del triticale insilato a differenti stadi di vegetazione. Agr. Med. 119: 470-477.
12. Fernàndez C., Sànchez-Seiquer P. 2003. Feed intake and digestibility of total mixed ration fed Murciano-Granadina dairy goats. Pakistan J. Nutr. 2(1): 25-32.
13. Giger-Reverdin S., and Sauvant D, 1991. Evaluation and utilization of concentrates in goats. In Goat Nutrition , Pudoc Wageningen 172-183.

14. Goetsch A. L., Detweiler G., Sahlu T., Puchala R., Dawson L. J. 2001 Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. Small Rum. Res. 41(2): 117-125.

15. Grant R.J., Colenbrander V.F., Mertens D.R., 1990. Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. J. Dairy Sci. 73: 1823-1833.

16. Grant, R.J. 1997. Interactions among forages and nonforage fiber sources. J.Dairy Sci. 80: 1438-1446.

17. Hadjigeorgiou, I.E., Gordon, I.J., Milne, J.A., 2003. Intake, digestion and selection of roughage with different staple lengths by sheep and goats. Small Rum. Res. 47: 117-132.

18. Kuehn C.S., Linn J.G., Jung H.G., 1997. Effect of corn silage chop length on intake, milk production, and rumen function in lactating dairy cows. Atti Convegno Nazionale US Dairy Forage Research of Medison, Wisconsis 83-84.

19. Lu C. D., Potchoiba M. J., Sahlu T., Fernandez J. M., 1990a. Performance of dairy goats fed isonitrogenous diets containing soybean meal or hydrolyzed feather meal during early lactation. Small Rum. Res. 3: 425-434.

20. Lu C. D., Potchoiba M. J., Sahlu T., Kawas J. R., 1990b. Performance of dairy goats fed soybean meal or meat and bone meal with or without urea during early lactation. J. Dairy Sci. 73: 726-734.

21. Maltz E., Silanikove N., Karaso Y., Shefet G., Meltzer A., Barak M., 1991. A note on the effects of feeding total mixed ration on performance of diary goats in late lactation. Anim. Feed Sci. Tech. 35(1-2): 15-20.

22. Masson C., Rubino R., Fedele V., 1991. Forage utilization in goats. In Goat Nutrition, Pudoc Wageningen 145-159.

23. Morand-Fehr P., Sauvant D., 1988. Alimentations des caprins. In: R. Jarrige (Ed.), Alimentation des bovins, ovins & caprins. INRA, 281-304.

24. Nicholson J.W.G., Garril A.D., Burgess P.L., 1971, Loss digestible nutrients when ensiled barley is feed whole. Can. J. Anim. Sci. 51: 697-700.

25. Rapetti L., Bava L., Sandrucci A., Tamburini A., Galassi G., Crovetto G.M., 1999. Effect of rumen-protected methionine and lysine in diets with different protein content on N balance of lactating goats. Abstr. 50th Annual Meeting of the E.A.A.P, 257.

26. Rapetti L., Bava L., 2004. Effect of grinding of maize and level of starch on digestibility and lactation performance of Saanen goats. South Afr. J. Anim. Sci.34 (Suppl. 1) 85-88.

27. Rapetti L., Bava L., Tamburini A., Crovetto G.M., 2005. Feeding behaviour, digestibility, energy balance and productive performance of lactating goats fed forage-based and forage-free diets. – Ital. J. Anim. Science 4: 71-83.

28. Rapetti, L., Tamburini, A., Crovetto, G.M., Galassi, G., Succi, G., 1997. Energy utilization of diets with different hay proportions in lactating goats. Zoot. Nutr. Anim. 23: 317-328. Zootecnica e Nutrizione Animale, 6: 317-328.

29. Rulquin H., Pisulewski P.M., Veritè R., Guinard J., 1993. Milk production and composition as a function of postruminal lysine and methionine supply: a nutrient-response approach. Liv. Prod. Sci., 37: 69-90.

30. Santini F.J., Lu C.D., Potchoiba M.J., Fernandez J.M., Coleman S.W., 1992. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. J. Dairy Sci., 75: 209-219.

31. Santos F.A.P., Santos J.E.P., Theurer C.B., Huber J.T., 1998. Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. J. Dairy Sci., 81: 3182-3213.

32. Sanz Sampelayo M.R., Perez L., Boza J., Amigo J., 1998. Forage of different physical forms in the diets of lactating Granadina goats: nutrient digestibility and milk production and composition. J. Dairy Sci., 81: 492-498.

33. Sauvant D., Hervieu J., Giger S., Ternois F., Mandran N., Morand-Fehr P., 1987. Influence of dietary organic matter digestibility on goat nutrition and production at the onset of lactation. Ann. Zootech., 36: 335-336.

34. Semptey 1996. Cited by Rousselot M.C., 1997. Maitrise et amelioration de la qualité nutritionnelle du lait de chèvre par l'alimentation. In: Interets nutritionnel et diététique du lait de chèvre, 7 novembre 1996. Ed. INRA, Les Colloques, n. 81.

35. Van Soest P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second Edition. Cornell University press 140-150.

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

37. Weston R.H., 1974. Factors limiting the intake of feed sheep. Agr. Res., 25:349-362.

38. Zhu J.S., Stokes S.R., Murphy M.R., 1997. Substitution of neutral detergent fiber from forage with neutral detergent fiber from by-products in the diets of lactanting cows. J. Dairy Sci., 80: 2901-2906.

Capitolo 12

L'ALIMENTAZIONE DELLE CAPRE DA FIBRA

Lucia Sepe[1] e Adriana Di Trana[2]
[1]C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Zootecnia - Bella (Potenza)
[2]Università di Basilicata, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Animali, Potenza

12.1. Latte e fibra nella capra

La vocazione primaria della capra è quella di produrre latte, ma negli ambienti con basse temperature si sono evolute razze in grado di produrre anche un tipo di vello con elevato potere isolante e di elevato valore commerciale. In questi ambienti le capre rappresentano una risorsa strategica per la zootecnia locale, fornendo latte, fibra pregiata e capretti per la carne.
Nonostante l'allevamento delle capre da fibra nel mondo interessi uno stimabile 20% ca. dell'intero settore, per il consumatore il collegamento fra cashmere o mohair con la capra non è immediato come per la lana con la pecora.
Le capre da fibra si suddividono in due grandi gruppi: capre da cashmere (cui afferiscono razze e popolazioni) e la capra d'Angora, da cui si ottiene il mohair.
Le capre Cashmere si presentano a duplice o triplice attitudine, non manifestando l'antagonismo fibra-latte come avviene per la capra d'Angora e la pecora.
Rimandando la trattazione merceologica delle fibre a più pertinenti pubblicazioni, si vuole qui fornire gli elementi utili all'alimentazione di queste razze, preceduti dalla descrizione del tipo degli animali e delle caratteristiche peculiari delle fibre.

12.2. Le capre da Cashmere

La proprietà di produrre due tipi di fibra, di cui una molto fine (fibra secondaria, sottovello o *down*), generalmente più corta del vello principale (pelo di guardia o *guard hair* o giarra), è posseduta dalla quasi totalità delle razze caprine, visibile soprattutto nei soggetti giovani. In figura 12.1, infatti, si può osser-

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 281-305

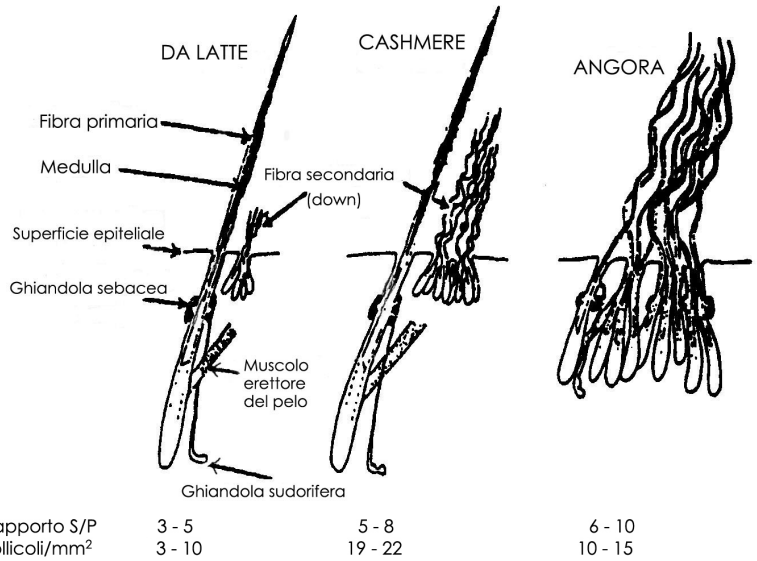


Figura 12.1 - Confronto fra l'organizzazione dei follicoli piliferi nelle capre da latte e da fibra (Millar, 1986, adattato).

vare la presenza di piccole fibre (prodotte dai follicoli secondari) nelle capre prevalentemente lattifere.
Nelle capre da cashmere queste fibre sono nettamente più sviluppate, costituendo un valido elemento termo-protettore.
Sono classificate capre da cashmere quelle il cui sottovello (*down fibre*) o cashmere è costituito da fibre di un ben preciso diametro, lunghezza e caratterizzate da leggerezza ed elasticità.
La fibra deve il suo nome al Kashmir, area montana ad ovest dell'Himalaya. Tale fibra è conosciuta anche come *cachemire*, alla francese, o pashmina, l'equivalente indiano-pakistano (non riconosciuto, quest'ultimo, dalla nomenclatura ufficiale).
Alcuni gruppi autoctoni sono allevati in Spagna e, recentemente, in Italia è stata riscontrata l'attitudine alla fibra in alcune popolazioni italiane (Rubino *et al.*, 2000) come la capra Nicastrese (Di Trana *et al.*, 2004). È stata rilevata, inoltre, la presenza di una modesta quantità di fibra nella razza alpina Bionda dell'Adamello.

12.3. La fibra cashmere

Per cashmere s'intende una fibra senza *medulla*, prodotta dai follicoli piliferi secondari, avente le seguenti caratteristiche (Tabella 12.1).

Tabella 12.1 - Caratteristiche della fibra cashmere.

Parametro	Range	Considerazioni merceologiche
Diametro medio (μm)	13-19	minore è il diametro, più liscio al tatto il prodotto
Lunghezza (mm)	5-90	inferiore ai 20 mm diminuisce la qualità del prodotto
Colore	Bianco, crema, grigio, bruno	il bianco è il più apprezzato per il minor costo del processo di colorazione
Resa (*yield*) (%)	30-85	il cashmere pettinato spunta un prezzo maggiore rispetto al tosato, grazie alla maggiore resa e lunghezza
Ondulazione (*crimps*)	da stretta ad ampia	conferisce elasticità e morbidezza. Stringendo un fiocco di fibre in un pugno, all'apertura della mano la massa riprende l'originale volume

Con riferimento al diametro, caratteristica principale che distingue il cashmere dalle altre fibre di origine animale, si osservano in tabella 12.2 (Phan e Wortmann, 2000) i valori riconosciuti dalle diverse istituzioni tessili internazionali.

Tabella 12.2 - Limiti superiori per il diametro accettati dalle principali istituzioni tessili internazionali. CCMI: Cashmere and Camel Hair Institute; AATCC: American Association of Textile Chemists and Colorists; ASTM: American Society of Testing and Materials.

	Istituzioni internazionali			
	Chinese International Standard (Cina)	CCMI (Europa, Giappone, USA)	AATCC (USA)	ASTM (USA)
Limite superiore del diametro cashmere (μm)	16,0 ± 0,5	18,5 ± 0,5	18,5	19,0

La crescita del cashmere è stagionale, a differenza della lana, in cui è continua. Il ciclo di sviluppo della fibra cashmere risulta fortemente influenzato dal fotoperiodo e di conseguenza dalla concentrazione plasmatica degli ormoni melatonina e prolattina. La fase di crescita (*anagène*) inizia fra l'equinozio di primavera e il solstizio d'estate, e termina in un periodo compreso tra l'equinozio d'autunno

e il solstizio d'inverno; segue una fase di regressione del follicolo pilifero (*catagène*) ed infine la fase di riposo produttivo (*telogène*), cui è associata la caduta naturale del pelo o muta (Lynch, 1990). Questo fenomeno si realizza in un periodo compreso tra il solstizio d'inverno e l'equinozio di primavera. Essendo il fotoperiodo legato alla latitudine, ne consegue che scendendo a latitudini basse, il telogène si presenta precoce (metà gennaio) rispetto a latitudini più settentrionali (febbraio), sovrapponendosi al periodo dei parti (McGregor, 1996). Secondo i Cinesi, il migliore cashmere è quello prodotto a Nord del 40° parallelo, nella Inner Mongolia (Petrie, 1995).

La raccolta della fibra avviene secondo due tecniche: la pettinatura, usando pettini dai denti lunghi e ravvicinati, con la quale si ottiene una massa con resa elevata (78-83%), apprezzata dalle industrie tessili per la ridotta percentuale di giarra. La pettinatura è praticata quando l'animale si presenta "pronto", ossia il distacco di un ciuffo di sottovello avviene con estrema facilità. In quei paesi ove la probabilità di uno sbalzo termico è scarsa (Australia, Texas) è praticata la tosatura completa. Il vello tosato spunta un prezzo inferiore sul mercato, per la minore resa alla degiarratura (eliminazione del *guard hair* dalla massa) e la minore lunghezza del cashmere.

Per la sua elevata proprietà termica (3 volte superiore alla lana, a parità di peso) ed estrema leggerezza, unita ad una limitata produzione ed elevati costi di lavorazione (per la laboriosa degiarratura), il cashmere è considerato fibra tessile di lusso, impiegata principalmente nel settore dell'abbigliamento. In base al diametro, è classificato in due tipologie:

- ➢ hosiery (<16 μm), utilizzato per maglieria e articoli di abbigliamento di lusso (calze, cravatte, etc.);
- ➢ weaving (16-18,5 μm), utilizzato per tessuti d'abbigliamento e articoli d'arredamento.

A fronte di una domanda pressoché costante da parte dell'industria, il prezzo oscilla in funzione della disponibilità sul mercato della fibra cinese, mercato gestito da società private dal 1991, influendo sulle modalità di approvvigionamento (e sul prezzo) del cashmere greggio per le industrie europee (Italia e Scozia).

Il diametro e la lunghezza del cashmere sono caratteri con elevata ereditabilità, ma sono influenzati da molteplici fattori: sesso, età, stato di salute e nutrizione.

In base al sesso, la qualità prodotta dalle femmine si presenta migliore, con un diametro medio della fibra inferiore in media di 1-2 mm rispetto a quella dei maschi (Li *et al.*, 1996; Ryder, 1989). Con riferimento all'età, il picco produttivo si presenta al secondo anno, per poi decrescere progressivamente fino al 6°-7° anno (Zhan Fuquang e Shibele, 1996).

I fattori nutrizionali, ambientali e fisiologici che influenzano questo tipo di produzione sono di seguito analizzati.

12.4. Fabbisogni nutritivi della capra cashmere

I fabbisogni energetici e proteici relativi alla produzione di fibra cashmere vengono stimati in funzione della composizione chimica e del contenuto energetico del vello (Russel, 1990) (Tabella 12.3). Per i fabbisogni energetici e proteici relativi al mantenimento, alla produzione di latte, alla gestazione, all'accrescimento, al pascolamento e alla termoregolazione, si rimanda all'apposito capitolo di questo libro.

Tabella 12.3 - Composizione chimica e contenuto energetico della fibra cashmere, del guard hair e delle secrezioni annesse.

	Costituenti chimici (g/kg)							Energia (MJ/kg)
	N	S	Ca	P	Mg	K	Na	
Fibra	165	33	1	0,1	0,1	0,05		0,3 23,5
Sebo	1,5	-	0,3	0,8	0,1	6,8	0,3	40,8
Sudore	27	4	7	1,2	2	200	10	-

La fibra cashmere e il *guard hair* sono costituiti, così come le altre fibre animali, da proteine della famiglia delle α-cheratine; queste proteine sono ricche in aminoacidi solforati, come la cistina e la cisteina, che possono essere ottenuti attraverso la transolfurazione della metionina. In aggiunta ai due tipi di fibra, il vello contiene sebo e sudore, in piccole quantità, e prodotti dalle ghiandole annesse ai follicoli primari. La ritenzione di nutrienti nel vello (cashmere, *guard hair* e secrezioni) si stima sulla base di una produzione di 250 g di cashmere, che rappresenta il 30 - 40% del vello, e si assume che questo abbia un periodo di crescita di 6 mesi (Tabella 12.4).

Tabella 12.4 - Ritenzione di nutrienti ed energia per la produzione di cashmere e di guard hair (Russel, 1990).

Crescita della fibra (g/die)*	N	S	Ca	P	Mg	K	Na	Energia
			(mg/die)*					(kJ/die)*
3,4	573	114	5	1	1	56	4	84

* per sei mesi

I fabbisogni energetici e proteici per la produzione del vello di capre Cashmere si ricavano dall'energia e dalle proteine ritenute nel vello durante il periodo di crescita. Nella fase di allungamento della fibra, la proporzione di energia consumata che viene immagazzinata nella fibra o utilizzata per produrre sebo e sudore corrisponde allo 0,6% circa della quota ingerita o, su base annuale, circa lo 0,3%. La proporzione di proteina ingerita e ritenuta, nel periodo di crescita della fibra, è del 2% o dell'1% se valutato per un anno (Russel, 1990). Il peso del vello delle capre Scottish Cashmere varia da 300 g a 700 g, di cui il cashmere può costituire, mediamente, il 30- 40% (Tabella 12.5).

Tabella 12.5 - Energia e proteine ritenute nel vello di capre Cashmere a diverso livello produttivo e per una durata media del periodo di accrescimento del vello di 6 mesi.

Peso vello	Peso cashmere		Energia ritenuta	Proteina ritenuta
	30% di resa	40% di resa	nel vello	nel vello
g/anno	g/anno	g/anno	kJ/die	g/die
300	90	120	41,17	1,76
350	105	140	48,03	2,05
400	120	160	54,89	2,34
450	135	180	61,75	2,63
500	150	200	68,61	2,93
550	165	220	75,47	3,22
600	180	240	82,33	3,51
650	195	260	89,19	3,80
700	210	280	96,06	4,10

Il rendimento di utilizzazione dell'energia metabolizzabile in energia della fibra non è noto con precisione, ma viene valutato nell'ordine dello 0,18 (McDonald *et al.*, 1992). Quindi una capra che produce un vello di 700 g con 280 g di cashmere avrebbe bisogno di 534 kJ di Energia Metabolizzabile (EM) al giorno. Questo fabbisogno energetico per la produzione di fibra potrebbe essere garantito dalla somministrazione, per esempio, di 63 g di fieno di qualità media o da 42 g di orzo.

Il fabbisogno proteico è in relazione alla quantità di energia fornita; in media si forniscono 9 g di proteine degradabili a livello ruminale RDP/MJ EM e, considerando che, in molti alimenti, la degradabilità della proteina è in media 0,75, il fabbisogno in proteina grezza (PG) si attesta su 12 g PG/MJ EM (Russel, 1990). Per la produzione di 700 g di vello con 280 g di cashmere sono richiesti 6,4 g di PG al giorno, forniti da 56 g di orzo o da 24 g di favino.

12.5. Alimentazione della capra Cashmere

L'obiettivo dell'alimentazione della capra Cashmere è di ottenere fibra di buona qualità, uno o due capretti ben cresciuti, una quantità di latte, una ottimale ripresa riproduttiva e, in caso di riforma, fornire una buona carcassa.

12.5.1. Ingestione alimentare

Il livello d'ingestione di capre Cashmere di 40 kg di peso vivo (PV), in asciutta, alimentate con fieno di pascolo naturale, si attesta su 654 g di sostanza secca (SS) (Tabella 12.6), quantità che si colloca entro gli ampi limiti (40-140 g SS/kg $PV^{0,75}$) indicati per capre da latte e da carne francesi (Sauvant *et al.*, 1991), ma inferiori ai livelli d'ingestione rilevati in razze da latte allevate in Italia meridionale (Fedele *et al.*, 1994). In lattazione, la quantità di SS ingerita aumenta. Un ulteriore incremento, da 42 a 78 g SS/kg $PV^{0,75}$, si osserva nel caso di impiego di fieni a digeribilità crescente (Hadjigeorgiou *et al.*, 2001).

Tabella 12.6 - Ingestione di sostanza secca (g/kg $PV^{0,75}$) in capre Cashmere alimentate in stalla e su pascoli di collina (360 m s.l.m.) in tarda primavera (media ± ds) (Sepe et al.*, 1996).*

In stalla		Al pascolo	
Asciutta	40,88 ± 16,93	Con integrazione	49,92 ± 19,45
Lattazione	68,89 ± 21,22	Senza integrazione	46,87 ± 18,95

Le capre Cashmere che utilizzano pascoli naturali mediterranei, caratterizzati da un'elevata variabilità botanica e qualitativa stagionale, ingeriscono, in media, 47 g SS/kg $PV^{0,75}$ di erba. L'aggiunta di 12 g/kg $PV^{0,75}$ di concentrato, al 16% di PG, riduce di 9 g SS/kg $PV^{0,75}$ l'ingestione di erba (Sepe *et al.*, 1996). Un incremento nel livello d'ingestione si osserva, nel periodo primaverile, allorquando le capre utilizzano pascoli di montagna caratterizzati da erba molto digeribile (Tabella 12.7). In questo caso si raggiungono livelli d'ingestione compresi tra 57–140 g SS/kg $PV^{0,75}$, come riscontrato in capre Cashmere allevate su pascoli del nord Europa (Merchant e Riach, 1994).

Tabella 12.7 - Ingestione di sostanza secca e digeribilità in vitro dell'erba utilizzata da capre cashmere su pascoli di montagna (1.180 m s.l.m.) in primavera (Di Trana, dati non pubblicati).

Parametro		Solo Pascolo	Pascolo più integrazione (PG 13%)	Pascolo più integrazione (PG 18%)
Ingestione di sostanza secca	g/kg $PV^{0,75}$	88,46	60,27	80,26
Digeribilità *in vitro* della SS dell'erba	%	71,21	70,30	72,87

12.5.2. Proteine

Contrariamente a quanto accade nella pecora e nella capra Angora, nella capra Cashmere l'incremento dell'apporto proteico non induce effetti positivi sulla lunghezza e sulla produzione di sottovello. Tale condizione, tuttavia, produce incremento del peso vivo e della crescita del *guard hair*, oltre all'ispessimento del diametro del cashmere. Qualora i fabbisogni di produzione siano soddisfatti, ulteriori incrementi della quota proteica della razione, integrazioni con fonti proteiche ricche di aminoacidi solforati (caseina, cotone, girasole, lupino e medica) o integrazioni con proteine protette a livello ruminale, non inducono, contemporaneamente, variazioni vantaggiose per la qualità e la quantità del cashmere. Quanto osservato si verifica sia in capre alimentate in stalla sia al pascolo e in tipi genetici caratterizzati da elevata o più contenuta produzione di cashmere (McGregor, 1998). Quando, invece, un'integrazione proteica è fornita ad animali che utilizzano una dieta carente in proteina, avviene l'incremento sia della crescita del cashmere sia l'ispessimento del diametro della fibra. Il *guard hair*, con crescita dal follicolo primario, adiacente a quello secondario, pur presentando una composizione chimica simile al cashmere, è sensibile agli incrementi azotati della dieta. Tali rilievi suggeriscono l'ipotesi che i follicoli secondari abbiano una ridotta attività degli enzimi coinvolti nel processo di transolfurazione della metionina in cistina e cisteina (Russel, 1990). Inoltre, i follicoli produttori di cashmere hanno, rispetto al mohair, meno cellule deputate alla sintesi delle proteine della fibra ed una minore intrinseca capacità di sintesi proteica per singola cellula (Lee *et al.*, 1994). Tale ipotesi potrebbe essere estesa al *guard hair* in ragione delle risposte simili, del *guard hair* e del mohair, ai trattamenti con integrazione proteica.

In capre Scottish Cashmere, allevate in ambiente montano (1.180 m s.l.m.) dell'Italia meridionale, con un regime alimentare costituito da solo pascolo naturale o con pascolo e un'integrazione con il 13% e il 18% di PG, si ricavano indicazioni sulle risposte produttive di questi soggetti (Tabella 12.8).

Tabella 12.8 - Caratteristiche qualitative e quantitative della fibra prodotta, a fine ciclo produttivo, da capre Cashmere sottoposte a diversi regimi alimentari (Di Trana, dati non pubblicati).

Parametro		Solo Pascolo	Pascolo più integrazione (PG 13%)	Pascolo più integrazione (PG 18%)
Lunghezza massima del cashmere	mm	49	55	56
Lunghezza massima della *guard hair*	mm	59	63	75
Accrescimento medio giornaliero del mantello	mm/d	0,28	0,30	0,36
Durata dell'accrescimento del mantello	giorni	182	180	148
Diametro del cashmere	micron	16,8	17,5	17,2
Produzione di cashmere	g/kg PV	5,20	5,92	5,10
Resa in cashmere	%	33,5	34,1	32,0
Resa in *guard hair*	%	66,5	65,9	68,0
Inizio della muta del cashmere	gg/mese	15-31/01	15-31/12	1-15/12

L'uso dell'integrazione alimentare produce incremento della lunghezza del *guard hair*, del *cashmere* e del diametro del sottovello. Quest'ultimo elemento non è, tuttavia, favorevole sotto l'aspetto produttivo giacché comporta riduzione della qualità del cashmere. Una concentrazione proteica più elevata nella razione aumenta la resa in *guard hair* e riduce la resa e la produzione in cashmere; ciò è da mettere in relazione anche all'inferiore durata del periodo di accrescimento del mantello, in quanto si anticipa l'inizio della muta rispetto alle altre diete. Sulla base di tali considerazioni, il regime alimentare più vantaggioso ai fini della migliore produzione e della resa in *cashmere*, appare quello con la concentrazione proteica del 13% PG, pur ottenendo un sottovello meno sottile delle capre che hanno utilizzato solo pascolo. L'alimentazione a base di solo pascolo riduce la lunghezza delle fibre senza, tuttavia, compromettere sensibilmente la produzione e la resa in cashmere rispetto ai gruppi sottoposti ad integrazioni alimentari. Anzi, la qualità del *cashmere* migliora, diventa più sottile del 2% e del 4%, rispettivamente, del gruppo con PG 18% e PG 13%. La disponibilità alimentare di solo pascolo naturale determina, inoltre, un ritardo della muta di circa un mese rispetto al regime alimentare con integrazione al 13% PG e di un mese e mezzo rispetto al regime alimentare 18% PG.

12.5.3. Aminoacidi

La crescita del cashmere non sembra essere sensibile all'integrazione con metionina sulla base di quanto osservato in maschi adulti cashmere allevati in Austra-

lia (Ash e Norton, 1987). Altri Autori, tuttavia, in capre Scottish Cashmere di un anno, hanno rilevato che l'inclusione di metionina (2,5 g/die) ad una dieta di base di 9,9 MJ EM e 107 g di PG, ha aumentato la resa del cashmere e il diametro. Il *guard hair* non è stato influenzato dall'integrazione (Galbraiht, 2000; Souri *et al.*, 1998). Tali risultati contrastanti potrebbero essere attribuiti sia al differente potenziale genetico per la produzione di cashmere dei soggetti utilizzati, sia all'inadeguata copertura dei fabbisogni aminoacidici del gruppo non integrato.
Se si tiene conto che la produzione annuale di cashmere raramente supera i 300 g, la richiesta in aminoacidi (<1 g proteina/die) per la crescita del cashmere può essere facilmente soddisfatta dal pool aminoacidico circolante, senza essere limitata dalla disponibilità proteica della dieta (Galbraith, 2000).

12.5.4. Energia

Gli effetti derivati dall'apporto energetico della razione sulla produzione di fibra sono ritenuti inferiori a quelli legati all'apporto proteico. Per la capra Cashmere è emerso che né il periodo in cui si incrementa l'apporto alimentare, né l'incremento del livello alimentare al disopra del mantenimento generano aumento nella crescita del sottovello, sebbene si osservi incremento della crescita del *guard hair* e del peso vivo (Galbraith *et al.*, 2000). In capre al pascolo, la riduzione del carico animale e l'uso dell'integrazione alimentare non incrementano la produzione di cashmere. Invece, l'effetto della sottoalimentazione è chiaro: nei regimi alimentari in cui i fabbisogni di mantenimento non sono soddisfatti, gli animali perdono peso e si riduce la crescita del cashmere. Il fenomeno è più marcato se la sottoalimentazione si verifica nella fase di anagène della fibra (McGregor, 1988). In castrati Cashmere, allevati in Australia, le condizioni di sottoalimentazione (0,73 del mantenimento), nel periodo compreso tra il solstizio d'estate e il solstizio d'inverno, producono una perdita di peso del 16%, la riduzione del 24% della produzione di cashmere e del 2% del diametro, rispetto a quanto osservato in soggetti di controllo alimentati con livelli pari al mantenimento (McGregor, 1988). Un risultato simile è stato riscontrato su femmine adulte di due tipi genetici diversi che, alimentate a 0,7 M, hanno fatto registrare una perdita di peso e la riduzione della produzione di cashmere. È da sottolineare che la risposta alla sottoalimentazione varia in funzione dell'origine delle capre Cashmere. Infatti, nelle razze selezionate di origine australiana, con probabile presenza di sangue Angora, si osserva perdita di peso e riduzione della crescita e del diametro del cashmere; invece, in tipi genetici non selezionati la risposta agli apporti alimentari inferiori ai fabbisogni è meno chiara (Restall *et al.*, 1994). Quindi, il trattamento più economico,

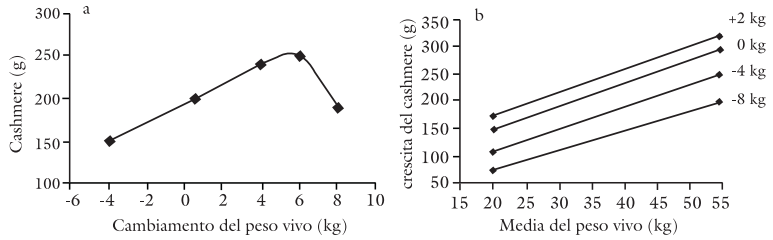


Figura 12.2 - (a) Relazione tra la produzione annuale di cashmere e il cambiamento del peso vivo di capre Cashmere australiane; (b) Relazione tra la crescita del cashmere e il peso vivo medio di capre con differente cambiamento del peso vivo nel corso della stagione di crescita del sottovello (McGregor, 1998).

al fine di aumentare la produzione di cashmere in capre di origine australiana senza compromettere la qualità, è stimolare, con l'alimentazione, l'incremento di 1-2 kg di peso vivo nel periodo in cui si realizza il massimo accrescimento del sottovello (Figura 12.2a) e precisamente tra l'estate e l'autunno. Il maggiore accrescimento del sottovello si osserva con un incremento in peso vivo di 4 kg ottenuto, in media, con l'ingestione di energia pari a circa 1,4 M. La produzione di cashmere è, in media, maggiore nelle capre più pesanti che incrementano il peso vivo e minore nelle capre di mole inferiore che perdono peso (Figura 12.2b).
La decisione circa la convenienza dell'uso d'integrazione alimentare dipende da alcuni fattori: (i) il costo dell'integrazione, (ii) le condizioni stagionali (annate siccitose o meno) e la durata del periodo in cui fare ricorso all'integrazione, (iii) la produttività delle capre, (iv) il livello di risposta alla migliore nutrizione, (v) la qualità del cashmere prodotto.

12.6. Effetti dell'apporto energetico sulla muta del cashmere

L'apporto di nutrienti, a seguito delle relazioni con la concentrazione di ormoni che regolano la loro ripartizione e competizione tra i tessuti, ha degli effetti indiretti sulla muta delle fibre. Le restrizioni energetiche a livelli nutritivi inferiori al mantenimento (0,8 M) causano, nei sei mesi successivi al solstizio d'inverno, una perdita di peso e un ritardo di circa un mese della muta. Livelli nutritivi superiori al mantenimento (1,2 M e 2 M) anticipano la muta (Merchant e Riach, 2002). Alle nostre latitudini (40 - 41° Nord), in capre Cashmere allevate in ambiente montano (1.200 m s.l.m.) e collinare (360 m s.l.m.), la muta risulta anticipata in

montagna: infatti, in febbraio si raccoglie il 79% del cashmere nell'ambiente montano e il 67% in quello collinare. Ciò è da mettere in relazione anche al diverso regime alimentare praticato nei due ambienti a confronto. In autunno e inizio inverno, le capre allevate in collina hanno utilizzato il pascolo per un periodo più lungo, durante il quale la biomassa disponibile e la sua qualità non hanno consentito, probabilmente, la completa copertura dei fabbisogni nutritivi, mentre nell'ambiente montano, per le avverse condizioni meteorologiche, gli animali sono stati alimentati in stalla, assicurando un più costante apporto di nutrienti (Di Trana *et al.*, 1998). Alle latitudini di 40 - 41° Nord, nei capretti Cashmere alla loro prima muta, il fenomeno è anticipato di un mese nei maschi rispetto alle femmine, a causa della diversa concentrazione di prolattina tra i sessi (Celi *et al.*, 2003).

12.7. Fattori ambientali e fisiologici

Capre Cashmere allevate a diverse altitudini e condizioni climatiche manifestano differenti capacità produttive. Ad altitudine maggiore (1.180 m s.l.m.) e THI (*Temperature Humidity Index*) basso, la percentuale di follicoli secondari attivi, la lunghezza, la resa in cashmere e la durata di accrescimento del sottovello aumentano rispetto ad animali allevati in ambienti ad altitudine minore (50 m s.l.m.) e THI alto. Il diametro, invece, resta invariato (Celi *et al.*, 2000; Celi *et al.*, 2001; Di Trana *et al.*, 2003; Di Trana *et al.*, 2001).
Gli effetti della diversa latitudine di allevamento sono evidenti sia in razze Cashmere più produttive sia in quelle meno produttive; capre Cashmere e *Spanish* allevate a latitudini superiori al 40° parallelo producono, rispettivamente, il 59% e l'83% in più di sottovello e più sottile, rispetto alle stesse razze allevate a latitudini intorno al 30° parallelo (Lupton *et al.*, 2000).
Nella capra Cashmere, in cui la fase di anagène è più corta e concentrata in alcuni mesi dell'anno, la sovrapposizione della lattazione con il ciclo produttivo della fibra cashmere deprime l'attività dei follicoli secondari limitatamente ai primi quattro mesi della lattazione (tra giugno e settembre); l'effetto diventa trascurabile per la resa, la produzione totale annua e il diametro del cashmere (Celi *et al.*, 2002). Alle nostre latitudini (40-41° Nord), la sovrapposizione della gestazione e dell'inizio della lattazione con la fase di attività dei follicoli secondari (maggio-dicembre) comporta la riduzione della produzione, della lunghezza e della resa in cashmere, ma non del diametro (Celi *et al.*, 2005). Un simile comportamento si osserva in capre Cashmere di origine australiana (Klören e Norton, 1993).

12.8. La produzione e la qualità del latte di capre Cashmere

Le informazioni sulla quantità e la qualità di latte prodotto dalle capre Cashmere sono carenti. Le prime indagini fanno riferimento alla produzione di capre Cashmere Feral scozzesi nelle 4 settimane successive alla fase colostrale, allevate in sistema estensivo fino a 14 oppure 9 settimane prima del parto e dopo il parto (Tabella 12.9).

Tabella 12.9 - Produzione e qualità del latte prodotto da capre Cashmere Feral scozzesi allevate al brado e ricoverate in Italia prima del parto(Galbraith et al.*, 1992).*

	Ricovero in stalla prima del parto	
	14 settimane	**9 settimane**
Produzione (g/d)	200 - 230	225 - 379
Grasso (%)	2,5 - 3,0	4,1 - 6,4
Proteine (%)	4,0 - 4,1	3,8 - 3,9

La produzione di latte individuale nei sistemi estensivi aumenta in funzione della disponibilità di biomassa foraggera, in capre *Cashmere* raggiunge i 430 - 480 g/d (Sepe, dati non pubblicati).
Dalle capre Cashmere di origine scozzese, introdotte in ambiente mediterraneo e allevate in sistema estensivo, oltre alla produzione di fibra di ottima qualità, si ricava una discreta quantità di latte. Durante i 75 giorni di lattazione successivi alla vendita del capretto da latte, in capre pluripare che hanno partorito all'inizio di marzo, il latte prodotto è stato di 60,9 kg/capo. La qualità del latte (Tabella 12.10), nella componente lipidica, proteica e nelle sue frazioni azotate, è apparsa simile a quella riscontrata in razze caprine autoctone dell'Italia meridionale. Questo suggerisce che il latte e i suoi prodotti potrebbero costituire un ulteriore fonte di guadagno per l'azienda.

Tabella 12.10 - Composizione chimica del latte di capre Cashmere (Di Trana et al.*, 2000).*

Parametri		**Giorni dopo il parto**					
		45	**60**	**75**	**90**	**105**	**120**
Grasso	%	3,5 - 4,0	3,6 - 4,2	3,2 - 3,9	3,5 - 3,9	3,7 - 4,1	3,9 - 4,3
Proteine	%	3,4 - 3,9	3,6 - 3,9	3,0 - 3,8	3,4 - 3,8	3,5 - 3,7	3,8 - 3,9
Lattosio	%	4,81	4,80	4,88	4,61	4,54	4,30
N-caseina	mg/dl	497	457	445	462	464	465
N-siero	mg/dl	100	97	105	95	94	94
NPN	mg/dl	44	45	42	46	47	44

La razza Dahlem Cashmere, ottenuta negli anni '80 in seguito ad incroci tra razza Angora e razze da latte, manifesta un livello produttivo elevato (come riportato nella scheda della razza Cashmere) e con un contenuto in proteina totale del 3,6%, simile a quanto osservato per le Cashmere scozzesi. Queste ultime, pur con un livello produttivo inferiore, presentano più caseina (2,9 g/100 g) di quella riscontrata nelle Dahlem Cashmere (2,7 g/100 g) (Dimassi *et al.*, 2004).

12.9. La capra d'Angora

La capra d'Angora rappresenta un'eccezione nel comparto caprino a causa dell'antagonismo latte-fibra, a somiglianza con la specie ovina. La differenza sostanziale fra questa capra e quelle cashmere consiste nella fisiologia d'accrescimento della fibra, oltre che nella struttura delle scaglie del filamento fibroso e nel rapporto tra follicoli secondari e primari.
La razza è stata allevata in purezza in Turchia fino al 1838, quando fu esportata per la prima volta, in Sud Africa. Nelle successive esportazioni ha raggiunto la Russia e l'Australia, ove sono stati operati incroci con le razze cashmere locali (Millar, 1986), creando una razza con fibra dalle caratteristiche intermedie fra cashmere e mohair, da cui il nome Cashgora.

12.9.1. La fibra mohair

Per mohair s'intende la fibra prodotta esclusivamente da capre d'Angora, dai follicoli secondari, avente le seguenti caratteristiche (Tabella 12.11).

Tabella 12.11 - Caratteristiche della fibra mohair (Epplestone et al.*, 1990; Antonini,* et al.*, 1994b; Shelton, 1981).*

Parametro	***Range***	**Considerazioni merceologiche**
Diametro medio (μm)	25-39	più è sottile, più è soffice
Lunghezza (mm)	75-150	il mohair turco è il più lungo e ricercato
Resa (*yield*) (%)	70-90	
Colore	Bianco, grigio, bruno, nero	il bianco rappresenta la norma; occasionali peli neri deprezzano la massa
Lucentezza	-	caratteristica precipua che rende il mohair particolarmente pregiato
Kemp (fibre medullate, grossolane, corte, morte) (%)	1-2	all'aumentare dei *kemp* diminuisce la qualità del fiocco

La finezza è la caratteristica principale che distingue il mohair. La fibra è classificata in Italia per diametro e lunghezza secondo il metodo sudafricano (Tabella 12.12).

Tabella 12.12 - Classificazione del mohair, secondo i parametri del diametro e della lunghezza, adottata in Italia (Gallico, 1992).

Tipo	Diametro (μm)	Classe di Lunghezza	mm
Super kid	24,0-26,5	**A**	150 e oltre
Kid	26,5-29,5	**B**	125-150
Young goat	29,5-34	**C**	100-125
Fine adult	34-36	**D**	75-100
Adult	36-39	**E**	< 75

Nella capra d'Angora, la spiccata attitudine verso la produzione di fibra si è realizzata a seguito dello sviluppo predominante dei follicoli secondari (FS) su quelli primari (FP) (Figura 12.1), arrivando ad un rapporto FS/FP pari a 8-10 (Shelton, 1981).
A differenza del cashmere, la fibra mohair presenta un anagène continuo durante tutto l'anno, anche se con ritmo maggiore nel periodo estivo. Tale tipo di crescita influisce sui fabbisogni nutrizionali nei vari stadi fisiologici più che nella capra cashmere.
Un capo adulto ben allevato e ben nutrito presenta una crescita media mensile di mohair di 2-5 cm (Shelton, 1981).
Grazie alla sua particolare struttura, il mohair presenta la caratteristica lucentezza serica, oltre a una tenacità media superiore di circa il 30% rispetto alla lana.
La raccolta del vello avviene per tosatura; la prima tosatura, praticata sui capretti a sei mesi di età, fornisce una qualità della fibra migliore in assoluto. Generalmente sono praticate due tose/anno, la prima in aprile, quando la fibra ha raggiunto i 120 mm di lunghezza, la seconda a settembre. Il mohair turco è ottenuto da una singola tosa/anno e perciò risulta il più lungo. In questo caso la produzione capo/anno si riduce a 2,5 kg, contro i 3 kg della doppia tosata in Australia e i 4-5 kg nelle popolazioni sudafricane.
Per le qualità del mohair e la limitata produzione, questa fibra è considerata di lusso, anche se valutata a prezzo inferiore rispetto al cashmere per i minori costi di trasformazione in filato.
Tradizionale il suo impiego nella produzione delle tende e tappeti dei nomadi arabi. È diffuso il suo utilizzo nel settore dell'abbigliamento, maschile e fem-

minile, oltre che nella tappezzeria di lusso. La domanda oscilla in funzione della richiesta delle industrie tessili e degli stilisti.
L'età è il principale fattore determinante la qualità e la quantità del mohair in un sistema di allevamento che soddisfi i fabbisogni nutrizionali delle capre d'Angora. Il numero dei follicoli secondari aumenta dalla nascita fino ai due anni di età, portando il rapporto FS/FP dal 2-3 iniziale a 8-10. Con il progredire dell'età il diametro aumenta passando da 24 μm del capretto di 6 mesi ai 49 μm di un capo adulto; contestualmente aumenta la massa prodotta e la resa. Con riferimento al sesso, il numero dei follicoli/mm² è maggiore nelle femmine, che presentano anche diametro e percentuale di fibre medullate inferiore ai maschi (Antonini *et al.*, 1994b). Da ciò ne consegue che la migliore qualità proviene dalle femmine, cosa che ha portato ad adottare la castrazione dei capretti (Willingham, 1988).
La produzione di kemp aumenta con l'età, ha un alto grado di ereditabilità per cui è oggetto di miglioramento genetico.

12.10. Fabbisogni nutritivi della capra d'Angora

La quantità di fibra prodotta giornalmente dalla capra Angora oscilla da 5 g/d (1,8 kg/anno) a 16,7 g/d (6,0 kg/anno), ed è superiore a quella della pecora. Per questo tipo di produzione, recentemente, sono stati messi a punto specifi-

Tabella 12.13 - Fabbisogni nutritivi e ingestione alimentare giornalieri di capre d'Angora a diversi livelli produttivi di fibra, con un BCS pari a 2, allevate su pascoli di collina, alla temperatura media di 12°C (Luo et al.*, 2004a; Luo* et al.*, 2004b).*

Peso Vivo	Produzione di mohair *	Energia Metabolizzabile	Proteina Metabolizzabile	Proteina Grezza	Ingestione di sostanza secca
kg	g/d	MJ/d	g/d	g/d	% PV
30	5	6,85	51,19	76,18	2,70
	10	7,64	59,44	88,46	2,77
	15	8,42	67,69	100,73	2,84
40	5	8,22	61,53	91,57	2,45
	10	9,00	69,78	103,84	2,51
	15	9,79	78,03	116,12	2,56
50	5	9,50	71,24	106,01	2,28
	10	10,29	79,49	118,29	2,33
	15	11,07	87,74	130,57	2,37

(*) mohair pulito

ci sistemi di calcolo dei fabbisogni dall'*American Institute for Goat Research* della Langston University, che consentono la stima dei fabbisogni di mantenimento, produzione di fibra, di latte e di incremento ponderale in condizioni di pascolamento, termoregolazione e condizione corporea variabile (Tabella 12.13).

12.10.1. Fabbisogni in minerali e vitamine

Le capre che producono fibra non presentano particolari esigenze in relazione all'apporto di minerali e vitamine. Il deficit di minerali, come per le altre razze, causa la riduzione della produzione e compromette lo stato sanitario. Nelle regioni in cui il sistema suolo–pianta non garantisce un idoneo apporto di microelementi come il Se, Cu, Co, I e Zn è necessario integrarli con la dieta. Un'integrazione minerale e vitaminica, per la capra Angora e Cashmere, deve, tuttavia, essere presa in considerazione qualora gli apporti con gli alimenti utilizzati nella dieta fossero carenti. Fabbisogni specifici per la capra d'Angora sono stati stabiliti in relazione allo zolfo (S), microelemento necessario per la sintesi di aminoacidi solforati nel rumine, di proteine microbiche e proteine della fibra. Viene ritenuta ottimale un'assunzione di S pari a 0,267% della SS ed un rapporto 7,2:1 tra N:S (Qi *et al.*, 1992). All'aumentare dell'apporto di S nella dieta s'incrementa la produzione di mohair, la lunghezza e la resistenza del bioccolo, senza riduzione della qualità della fibra. Un deficit di fosforo e di vitamina A riduce la cheratinizzazione della pelle e l'attività dei follicoli piliferi (Morand-Fehr e Galbraith, 1992). È opportuno integrare la dieta con questi nutrienti quando il foraggio verde è fornito in quantità limitate. Tra le vitamine, la Biotina svolge un'importante attività sull'accrescimento dei tessuti tegumentali e dei follicoli piliferi. Il deficit di questa vitamina comporta, infatti, nei capretti una riduzione dell'incremento ponderale, perdita *in vivo* di mohair; inoltre riduce la vitalità *in vitro* dei follicoli mohair (Galbraith *et al.*, 2000).

12.11. Alimentazione della capra d'Angora

12.11.1. L'ingestione alimentare

Il livello d'ingestione, anche per le capre d'Angora, si diversifica in funzione del tipo di fieno utilizzato; infatti, le capre ingeriscono 716,1 g SS/d di fieno di medica, 546,3 g SS/d di fieno di pascolo polifita di pianura e 723,6 g SS/d di erbaio di *Trifolium repens* (73,7%) e *Lolium perenne* (26,3%) (Antonini *et al.*, 1994a). Per il fieno di sorgo e d'avena, capre Angora australiane ingeriscono,

rispettivamente, 576 g SS/d e 864 g SS/d. Il livello crescente di NDF nel fieno a partire dal 38,2%, a 73,6% fino al 75,8% genera una riduzione dell'ingestione, rispettivamente, a 67,6, 45,5 e 34,6 g SO/kg di $PV^{0,75}$. In lattazione, l'utilizzo di fieni a livello crescente di proteina grezza (PG), da 9 a 18% sulla SS, genera incremento d'ingestione fino a 1,56 kg SS/d. L'ingestione al pascolo è maggiore nei periodi in cui la disponibilità di foraggio è elevata e, come per le altre razze, è influenzata dal fattore animale e dal suo comportamento selettivo nonché dall'erba utilizzata. L'ingestione al pascolo è una variabile che presenta delle relazioni con il carico animale e la produzione individuale. La produttività e la vitalità economica delle aziende in cui si produce fibra sono influenzate dal carico animale: infatti, i suoi effetti, sulle caratteristiche del mohair, sono ampi e commercialmente significativi (Tabella 12.14).

Tabella 12.14 - Effetti principali del carico animale sulle caratteristiche quantitative e qualitative della fibra, in capre d'Angora allevate in un pascolo annuale in zone temperate (McGregor, 1998).

Parametri	**Effetto del carico animale elevato**
Peso del mohair	Riduzione della produzione di fibra del 20% per capo ca.
Diametro della fibra	Vello più sottile: riduzione del diametro ≥ 5 μm
Kemp	Incremento dell'incidenza dei *kemp*
Resa in mohair pulito	Riduzione ≥ 5%
Lunghezza del mohair	Riduzione della lunghezza delle fibre

Sui pascoli delle zone temperate è consigliabile allevare capre d'Angora con un carico compreso tra 5-10 capi/ha; questo carico consente di minimizzare le infezioni da parassiti gastrointestinali e contenere lo stress successivo alla tosa del vello (McGregor, 1998). In queste condizioni le capre guadagnano peso abbastanza rapidamente, producono più mohair con una maggiore lunghezza, anche se leggermente meno fine rispetto ai soggetti allevati in condizioni di carico elevato.

12.11.2. Energia

Negli ambienti mediterranei si verifica, generalmente in estate, un deficit energetico legato alle scarse risorse pabulari e attestato dalla riduzione del BCS e del peso degli animali. In tale periodo si può minimizzare la perdita di peso facendo ricorso all'uso di grani di cereali come orzo, avena e frumento, alimenti a basso costo e che non contaminano il vello. L'utilizzazione d'integrazione energetica influenza il peso vivo e il diametro del mohair. Le capre che perdo-

no peso producono meno mohair (dal 15% al 40%) e la fibra è più sottile di 2-3μm; invece, le capre alimentate in modo da incrementare il loro peso, producono più mohair (fino a + 100%) e fibra di 2-3 μm più spessa rispetto ai soggetti a peso costante. Quando viene fornita integrazione, si registra l'aumento di 0,26 μm e 0,40 μm di diametro per kg di incremento ponderale (McGregor, 1984), rispettivamente, per animali al pascolo e alla stalla. La valutazione economica dell'uso di integrazione energetica deve considerare l'incremento del diametro; questo comporta una svalutazione del 5% del prezzo per ogni micron di aumento (fino a diametri di 32 μm) (van der Westhuysen, 1982). Negli animali giovani, l'integrazione alimentare che genera incremento in peso riduce l'incidenza delle fibre medullate rispetto a capre con peso vivo invariato nel corso del ciclo di crescita della fibra. In capretti Angora di sei mesi, durante un periodo di scarsa disponibilità alimentare, l'integrazione duplica la produzione di fibra. Le fibre medullate e *kemp* non sono influenzati in maniera marcata, dall'uso d'integrazione alimentare, ma da fattori genetici ed età (Galbraith *et al.*, 2000). L'integrazione energetica per capre in gravidanza e lattazione è consigliata quando il benessere della capra è a rischio (scarse disponibilità di pascolo, gravidanza) o per migliorare le *performances* riproduttive e produttive. A questi benefici si aggiunge l'incremento del valore del vello alla prima tosa del capretto. Una particolare attenzione è da riservare alle situazioni di emergenza, come le avverse condizioni climatiche successive alla tosa o l'assenza di fieno o di pascolo, quando è richiesta l'introduzione rapida ed elevata di granelle di cereali che potrebbero indurre acidosi. In questi casi è opportuno somministrare, insieme ai cereali, sostanze ad attività mirata sul pH del rumine (tamponi ruminali), che limitano l'incremento dell'acidità ruminale.

12.11.3. Proteine

L'apporto di proteine ad elevato *escape* ruminale e di aminoacidi solforati si traduce nell'incremento del peso e del diametro della fibra. L'ampiezza delle risposte a questo tipo di integrazione dipende dalla quantità e dal bilancio dei nutrienti nella dieta di base. Un consistente incremento della crescita della fibra può essere raggiunto, nel periodo dell'anno in cui l'allungamento del mohair è più rapido, con diete che apportano una maggiore quantità di aminoacidi solforati che raggiunge l'intestino. Gli effetti di due livelli proteici (108 g e 180 g PG/kg SS) ed energetici (10,0 MJ e 11,9 MJ EM/kg SS), sono stati valutati in castrati Angora, consentendo di ricavare indicazioni sull'influenza di questi due fattori sulla produzione e la qualità del mohair. I risultati confermano che la crescita può essere limitata, in maniera significativa, dall'inadeguato apporto

proteico della dieta e che il supplemento proteico stimola la resa, ma comporta l'aumento del diametro della fibra, effetto commercialmente indesiderato. L'incremento dell'apporto proteico nella dieta dal 12% al 18% genera un incremento pari al 23% della resa del vello pulito e del 5,2% del diametro medio della fibra (Galbraith *et al.*, 2000). L'ottimizzazione dell'apporto proteico della dieta, per l'aspetto quantitativo e qualitativo della fibra è di difficile soluzione: la massima produzione di mohair può essere raggiunta utilizzando 165 g PG/kg SS; tuttavia, il diametro minimo della fibra si riscontra con apporto sensibilmente più basso di PG (102 g/kg SS) (Shahjalal *et al.*, 1991). In femmine Angora di 18 mesi, una maggiore resa in mohair si raggiunge con livelli di PG fino a 190g/kg in una dieta isoenergetica (Sahlu *et al.*, 1992a; Sahlu *et al.*, 1992b).
L'integrazione della dieta con favino, in capretti di età compresa tra 90 e 150 giorni, migliora la velocità di accrescimento, l'attività follicolare e la lunghezza della fibra e diminuisce il diametro del mohair, a differenza di quanto riscontrato negli animali adulti (Trabalza Marinucci *et al.*, 2003).
Fonti proteiche con elevato valore biologico o elevata quota rumino protetta, come la caseina trattata con la formaldeide e la farina di estrazione di soia trattata al calore, incrementano la crescita della fibra mohair (Galbraith *et al.*, 2000; Morand-Fehr e Galbraith, 1992).
La metionina, la cistina e la cisteina sono gli aminoacidi implicati nella sintesi delle proteine depositate nel mohair. Molta cist[e]ina può essere recuperata attraverso la transolfurazione della metionina. Questo aminoacido gioca un ruolo specifico nello stimolare la crescita del mohair: infatti, in capre d'Angora di un anno, l'inclusione di metionina protetta (2,5 g/d) in una dieta di base di 9,9 MJ EM/kg SS e 107 g di PG, aumenta la resa e il diametro del mohair prodotto in due mesi (Galbrath, 2000; Souri *et al.*, 1998). La metionina protetta migliora la produzione di mohair di 0,8 g/d per g di metionina fornita (Morand-Fehr e Galbraith, 1992). In conclusione, la capra d'Angora risponde in maniera evidente all'integrazione alimentare contenente proteina di buona qualità o metionina protetta manifestando incremento della resa in mohair a svantaggio della qualità.

12.12. Fotoperiodo

Il fotoperiodo stagionale influenza la crescita del mohair: in inverno l'allungamento del mohair è minimo, mentre in estate raggiunge il valore massimo. In estate, maschi castrati Angora, mantenuti a peso vivo costante, manifestano un

accrescimento della fibra del 55% più elevato di quanto si realizza in inverno; un andamento simile si verifica per la percentuale di fibre medullate e di *kemp*. In inverno la proporzione di follicoli piliferi inattivi è maggiore e aumenta con l'età dell'animale (McGregor, 1998). Le implicazioni pratiche di queste osservazioni si traducono in (i) un incremento della presenza di *kemp* nel vello raccolto in autunno, (ii) una indicazione dell'età a cui eliminare l'animale a causa della riduzione della proporzione di follicoli attivi con l'invecchiamento.

12.13. Conclusioni

La capra Cashmere, per i suoi limitati fabbisogni nutritivi per la produzione di fibra e la ridotta influenza dell'integrazione in proteina o in energia sulla resa in cashmere, per il facile adattamento ai vari ambienti d'allevamento, si caratterizza per un ampio potenziale produttivo, grazie anche alla produzione di latte e del capretto. Per queste peculiarità, l'allevamento della capra Cashmere potrebbe contribuire a dare impulso ad attività come l'agriturismo, l'artigianato e alla creazione delle "*farm market*" per garantire un reddito aggiuntivo all'azienda e, contemporaneamente, utilizzare e salvaguardare l'ambiente del pascolo naturale.
La capra d'Angora, invece, per la spinta selettiva cui è stata sottoposta, è caratterizzata da fabbisogni nutritivi sui quali incide notevolmente la produzione del vello. La risposta produttiva è sensibile all'integrazione sia proteica sia energetica, determinando incremento della resa in mohair, ma a discapito della qualità, e sulla quale è necessario effettuare una valutazione di tipo economico, giacché il valore del prodotto decresce all'aumentare del diametro. La capra d'Angora, per le sue caratteristiche funzionali e per l'antagonismo latte-fibra, presenta un potenziale produttivo limitato alla fibra di lusso.

Bibliografia

1. Antonini M., Abbadessa V., Trabalza Marinucci M., Misiti S. 1994a - Prime osservazioni sul comportamento alimentare di capre Angora importate in Italia: ingestione, selezione e digeribilità apparente di alcuni foraggi tipici. Atti XI Congr. Naz. SIPAOC: 389-392.
2. Antonini M., Carnevali F., Castrignano F., Misiti S., Pieramati C. 1994b - Angora goat production in Italy. European Fine Fibre Network, Occ. Pub., 1: 65-75.
3. Ash A.J., Norton B.W. 1987 - Effect of D.L-methionine supplementation on fleece growth by Australian cashmere goats (short note). J. Agric. Sci. Camb., 109: 197-199.
4. Celi P., Seren E., Celi R., Parmeggiani A., Di Trana A. 2003 - Relationships between blood hormonal concentrations and secondary fibre shedding in young cashmere-bearing goats at their first moult. Anim. Sci., 77: 371-381.
5. Celi R., Di Trana A., Celi P. 2002 - The influence of lactation on the quantity and quality of cashmere production. It. J. Anim. Sci., 1: 79-86.
6. Celi R., Di Trana A., Celi P., Marsico G., Forcelli M. 2005 - The influence of pregnancy and the beginning of lactation on pelage traits in cashmere goats. It. J. Anim. Sci., 4: 85-96.
7. Celi R., Di Trana A., Colonna M. A., Toteda F., Facciolongo A. M., Rubino R. 2000 - Influence of altitude on Cashmere production in goats reared in Southern Italy. In Proceedings of VII International Conference on Goats, Tours, France, 15-18 May, Vol. 2: 652-654
8. Celi R., Labate M., Di Trana A., Desantis S., Rubino R., Cirillo F. 2001 - Percentage of active primary and secondary follicles and fibre length in cashmere goats reared at different altitudes. Atti XIV Congr. Naz. ASPA: 523-525.
9. Di Trana A., Celi P., Celi R. 2003 - The effect of environmental temperature and humidity on cashmere yield, secondary active follicles and thyroid hormones in cashmere goats. In Interaction between climate and animal production. Ed. Lacetera N., Bernabucci U., Khalifa H.H., Ronchi B., Nardone A. EAAP Tech. Ser. No. 7:96.
10. Di Trana A., Celi P., Sepe L., Desantis S., Rubino R. 2004 - Fleece and skin traits of goats of different genetic types reared in Southern Italy. South Afric. J. Anim. Sci., 34 (Sup.1): 156-158.
11. Di Trana A., Celi R., Desantis S., Celi P., Labate G.M. 2001 - Influence of environmental temperature and humidity on cashmere traits in goats reared in southern Italy. Atti XIV Congr. Naz. ASPA: 526-528.
12. Di Trana A., Sepe L. 2000 - Milk production traits of Cashmere goats in Southern Italy. In Proceedings of VII International Conference on Goats, Tours, France, 15-18 May: Vol. 2:612.
13. Di Trana A., Sepe L., Rubino R. 1998 - Influenza dell'ambiente di allevamento e della frequenza di raccolta sulla muta della fibra cashmere. Atti XIII Congr. Naz. SIPAOC: 454-458.

14. Dimassi O., Herold P., Zárate Valle A. 2004 – Yield, composition and cheese making potential of Dahlem Cashmere goat milk. South African J. Anim. Sci., 34 (S1):159-161.

15. Epplestone J., Moore N.W. 1990 - Fleece and skin characteristics of selected Australian Angora Goats. Small Rum. Res. 3: 397-402.

16. Fedele V., Claps S., Rubino R., Cogliandro E., Pilla A. M. 1994 – Fabbisogni alimentari e nutritivi, comportamento alimentare e produzione di latte di capra allevate in stalla in differenti sistemi alimentari. In Atti della Giornata Scientifica "Miglioramento dell'efficienza produttiva degli ovini e dei caprini", Bella 24 novembre: Sessione 2:1.1-1.21.

17. Galbraith H. 2000 – Protein and sulphur amino acid nutrition of hair fibre-producing Angora and Cashmere goats. Liv. Prod. Sci., 64: 81-93.

18. Galbraith H., Bell J., Scaife J.R., Acamovic T., MacDonald D.C., Roger L.C. 1992 – Milk production, vitamin and immunological status of cashmere does and kids differing in pre-partum housing date and buck genotype. CIV Proceedings of British Society Animal Production: 472-473.

19. Galbraith H., Norton B.W., Sahlu T. 2000 – Recent advances in the nutritional biology of Angora and Cashmere goats. In Proceedings of VII International Conference on Goats, Tours, France, 15-18 May, Vol. 1: 59-65.

20. Gallico L. 1992. La fibra tessile mohair. In Notiziario dell'ENEA e di RENAGRI, aprile-giugno, 22: 44-49.

21. Hadjigeorgiou I.E., Gordon I.J., Milne J.A. 2001 - The intake and digestion of a range of temperate forages by sheep and fibre-producing goats. Small Rum. Res., 39: 167-169.

22. Klören W.R.L., Norton B.W. 1993 – Fleece growth in Australia cashmere goats. II. The effect of pregnancy and lactation. Austr. J. Agric. Res., 44: 1023-1034.

23. Lee D.R., Galbraith H., Scaife J.R. 1994 – In vitro fibre production and protein synthesis in secondary hair follicles of the Cashmere and Angora goat. Anim. Prod., 58: 483 (Abstr.).

24. Li Y., Ma N., Song Y., Luan W., Lou Y. 1996 – Effects of non-genetic factors on main economic traits in Liaoning cashmere goat. In Proceedings of VI International Conference on Goats, Beijing, Cina, Vol. 1: 202-204.

25. Luo J., Goestch A.L., Nsahlai I.V., Moore J.E., Galyeans M.L., Johnson Z.B., Sahlu T., Ferrel C.L., Owens F.N. 2004a – Voluntary feed intake by lactating, Angora, growing and mature goats. Small Rum. Res., 53: 357-377.

26. Luo J., Goestch A.L., Nsahlai I.V., Sahlu T., Ferrel C.L., Owens F.N., Galyeans M.L., Moore J.E., Johnson Z.B. 2004b – Prediction of metabolizable energy and protein requirements for maintenance, gain and fibre growth of Angora goats. Small Rum. Res., 53: 339-356.

27. Lupton C.J., Dooling A.R., Lankford K., Huston J.E., Pfeiffer F.A. 2000 – Effect of location on fiber production by Cashmere goats. In Proceedings of VII International Conference on Goats, Tours, France, 15-18 May, Vol. 2:655.

28. Lynch P. 1990 – Cashmere growth: Its control and possible manipulation. In Scottish Cashmere - the viable alternative. Ed. Russel A.J.F., The Scottish Cashmere Producers' Association, Haddington, East Lothian, UK: 5-12.

29. Mc Donald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D. 1992 - Fabbisogni per il mantenimento e la crescita. In Nutrizione Animale, Ed. Tecniche Nuove, Milano, Italia: 274-308.

30. McGregor B.A. 1984 – Compensatory liveweight gain and mohair growth on Angora goats. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 15:716.

31. McGregor B.A. 1988 – Effect of different nutritional regimens on the productivity of Australian cashmere goats and portioning of nutrients between cashmere and hair growth. Austr. J. Exp. Agric., 28: 459-467.

32. McGregor B.A. 1996 – Environmental, nutritional and management influences on quality and production of mohair and cashmere. In Proceedings of VI International Conference on Goats, Beijing, China, Vol. 1: 285-296.

33. McGregor B.A. 1998 – Nutrition, management and other environmental influences on the quality and production of mohair and cashmere with particular reference to mediterranean and annual temperate climatic zones: A review. Small Rum. Res., 28:199-215.

34. Merchant M., Riach D.J. 1994 – The intake and performance of cashmere goats grazing sown swards. Grass and Forage Sci., 49: 429-437.

35. Merchant M., Riach D.J. 2002 - The effect of plane of nutrition and shearing on the pattern of the moult in Scottish cashmere goats. Anim. Sci., 74: 177-188.

36. Millar P. 1986 - The performance of cashmere goats. Anim. Breed. Abstr. 54(3): 181-199.

37. Morand-Fehr P., Galbraith H. 1992 - Nutritional characteristics and feeding strategies for fibre producing goats. In New Developments in Goat Husbandry for Quality Fibre Production. Ed. Galbraith H., Department of Agriculture, University of Aberdeen, Aberdeen, UK: 40-66.

38. Petrie O.J. 1995 - Harvesting of textile animal fibres. FAO Agricultural Services Bulletin n. 122.

39. Phan K.-H., Wortmann F.J. 2000 – Quality assessment of goat hair for textile use. In Proceedings of VII International Conference on Goats, Tours, France, 15-18 May, Vol. 2: 638-640.

40. Qi K., Lu C.D., Owens F.S., Lupton C.J. 1992 – Sulphate supplementation of Angora goats: metabolic and mohair responses . J. Anim. Sci., 70: 2828-2837.

41. Restall A.J.F., Restall H., Restall M., Parry A. 1994 - Seasonal production of cashmere and environmental modification in Australian cashmere goats. In Hormonal control of fibre growth and shedding. Ed. Laker J.P., Allain D. European Fine Fibre Network, Occasional Publication N. 2, MLURI, Aberdeen, Scotland: 63-74.

42. Rubino R., Di Trana A., Sepe L. 2000 – First appearance of Cashmere in a local goat breed in Italy. In Proceedings of VII International Conference on Goats, Tours, France, 15-18 May, Vol. 2:656.

43. Russel A.J.F. 1990 – Nutrition of cashmere goats. In Scottish Cashmere – The viable alternative. Ed. Russel A.J.F., Haddington, East Lothian: 32-46.

44. Ryder M. 1989 - Cashmere, mohair and other luxury fibres. By Itchen Printers Ltd., Southampton.

45. Sahlu T., Fernandez M.J., Carneiro H., El Saher H.M. 1992a – Partitioning of nutrient between milk and mohair in Angora goats. In: R.R. Lokeshwar (ed) Recent Advances in Goats Production. Proc. V Int. on Goats, Nutan Printers, New Delhi, India: 1634 (Abstr.).

46. Sahlu T., Fernandez M.J., Lu C.D., Manning R. 1992b – Dietary protein level and rumen degradability for mohair production in Angora goats. J. Anim. Sci., 70: 1526-1533.

47. Sauvant D., Morand-Fehr P., Giger-Reverdin 1991 – Dry matter intake of adult goats. In Goat Nutrition. Ed. Morand-Fehr P., EAAP Publication n. 46: 25-36.

48. Sepe L., Fedele V., Rubino R., Claps S. 1996 – Preliminary results on the Adaptation of cashmere goats to the environment in Southern Italy. In Proceedings of VI International Conference on Goats, Beijing, China, 6-11 May, Vol. 1: 329-332.

49. Shahjalal M., Galbraith H., Topps J.H., Copper J.M. 1991 – Effect of level of protein supplementation on growth, body composition and fibre characteristics of British Angora goats. Anim. Prod., 52:608.

50. Shelton M. 1981 - Fiber Production: 379-409. In Goat Production. Ed. Gall C., Academic Press Inc. Ltd, London.

51. Souri M., Galbraith H., Scaife J.R. 1998 – Comparison of the effect of genotype and protected methionine supplementation on growth, digestive characteristics and fibre yield in Cashmere and Angora goats. Anim. Sci., 66: 217-223.

52. Trabalza Marinucci M., Acuti G., Antonini M., Olivieri O. 2003 – Fibre characteristics and follicle activity in Angora kids as affected by diet. Ita. J. Anim. Sci., 2: (Suppl.1) 545-547.

53. van der Westhuysen J.M. 1982 – Mohair as a textile fibre. Proceedings of the III International Conference on Goat Production and Disease, Tucson, Arizona. Dairy Goat J. Publishing, Scottsdale, Arizona, USA, 264-267.

54. Willingham T.D., Thompson P.V., Shelton J.M. 1988 – Chemical castration in Angora goats. Res. Rep. Sheep and Goat, Wool and Mohair. PR-4577: 28-30.

55. Zhang Fuquan, Shi Bele. 1996 – Effects of age on the cashmere production of goats. In Proceedings of VI International Conference on Goats, Beijing, China, Vol. 1: 102-103.

Capitolo 13

MALATTIE METABOLICHE E NUTRIZIONALI

Massimo Morgante[1] e Calogero Stelletta[2]
[1]Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie - Università di Padova
[2] C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Zootecnia - Cremona

13.1. Disturbi del metabolismo energetico

13.1.1. Introduzione

Le grandi capacità di adattamento ai diversi regimi alimentari rendono la capra un ruminante che può essere allevato in ambienti difficili, quali le zone aride e semi-aride del pianeta, in maniera migliore rispetto ai bovini e agli ovini. Queste notevoli potenzialità di adattamento derivano dal peculiare comportamento alimentare caratterizzato da un'elevata capacità di selezione e da una notevole capacità di utilizzazione digestiva di foraggi fibrosi; inoltre le capre presentano un'ottima potenzialità di immagazzinamento e relativa mobilizzazione delle riserve corporee.

Considerando tali peculiarità si potrebbero individuare le varie tecniche alimentari che possano permettere la produzione costante nel tempo mantenendo tuttavia un bilancio energetico positivo. A tale scopo sono stati effettuati numerosi sforzi senza mai per altro raggiungere completamente l'obiettivo, vista soprattutto l'estrema stagionalità riproduttiva presentata dalla specie. Considerando che nella maggioranza delle razze allevate le biotecnologie applicate alla riproduzione hanno dato un basso tasso di fertilità fuori dalla stagione sessuale, l'obiettivo che più facilmente si può raggiungere è la destagionalizzazione con due periodi di parti all'interno di un gregge; il primo nei mesi di gennaio-febbraio-marzo ed il secondo negli ultimi ottobre-novembre-dicembre in modo tale da ottenere una produzione di latte con una distribuzione annuale (le capre che partoriscono nel primo periodo vanno in asciutta quando partoriscono quelle del secondo). Naturalmente tale obiettivo non è scevro da problematiche associate; infatti date le caratteristiche fisiologiche dei caprini, tipicamente stagionali, non si può prescindere dal pianificare l'allevamento considerando il benessere animale per l'ottenimento di prodotti di qualità. Non essendo oggetto del presente capitolo non si

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 307-346

tratterà dell'allevamento caprino come "tipico" per uno sviluppo sostenibile di aree marginali o di zone per le quali risulta difficile la destinazione ad altre attività zootecniche; ci sembra invece opportuno considerare la grande opportunità di utilizzazione di tale allevamento in virtù della reale esigenza di iniziare a produrre con il binomio animale-ambiente come concetto di base. Per tale motivo si tratterà l'argomento "disturbi del metabolismo energetico" prendendo in considerazione prima di tutto le caratteristiche fisiologiche del metabolismo energetico degli animali stagionali (con particolare riferimento alla capra da latte), essenziali per la costituzione di un programma di prevenzione nei confronti delle alterazioni a carico delle vie metaboliche specifiche; successivamente si riporteranno le principali patologie di alterazione di tale metabolismo (acidosi ruminale, tossemia gravidica) e le relative terapie classiche.

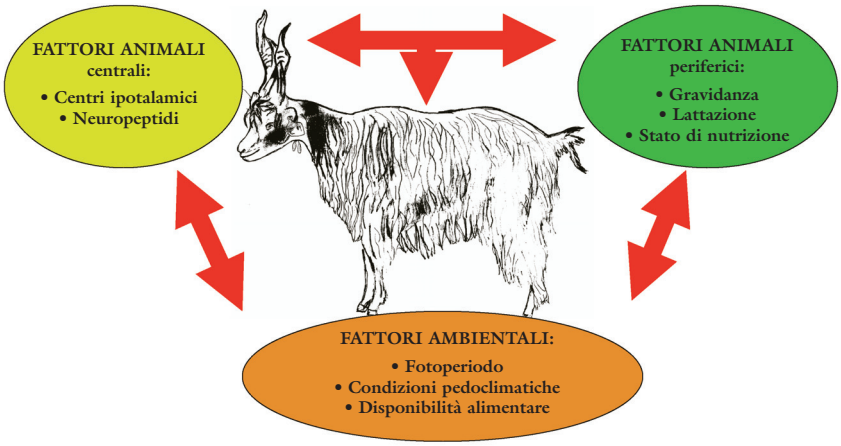


Figura 13.1. - Fattori incidenti sul mantenimento del bilancio energetico nelle capre.

13.1.2. Fisiologia del metabolismo energetico negli animali stagionali

Numerose specie animali mostrano una spiccata stagionalità che si esplica con notevoli variazioni delle caratteristiche fisiologiche. Tali variazioni gestiscono la capacità di adattamento degli animali alle variazioni dell'ambiente prima fra tutte la disponibilità alimentare. È indubbio che in allevamenti la cui produzione non è scandita da dette variazioni i costi di produzione aumentano avendo come risultato la possibilità di utili durante tutto il periodo dell'anno.

Alcune specie di ruminanti come ad esempio le capre mostrano una stagionalità che sembra essere legata più ad informazioni genetiche piuttosto che alla semplice capacità di adattamento. Tutto ciò viene riportato perché, così come

in quasi tutte le razze di piccoli ruminanti domestici, (pecore e capre) si evidenzia una stagionalità riproduttiva, si può pure prospettare un fine aggiustamento del metabolismo energetico che si basa su caratteristiche genetiche soltanto in parte modificabili e tutt'oggi ancora poco studiate.
In tal senso lo studio del metabolismo energetico è stato effettuato in maniera approfondita in animali di laboratorio quali i criceti siberiani, che sono ottimi modelli di animali stagionali ma che chiaramente differiscono dai ruminanti per mole e caratteristiche fisiologiche. Altri studi sono stati effettuati su pecore selvatiche che mostrano anch'esse una spiccata stagionalità come gli animali da laboratorio e che evidenziano alterazioni del metabolismo energetico quando viene annullato il flusso d'informazioni centrale diretto agli organi periferici. Tale meccanismo di estrema importanza viene indicato come feed-forward perché l'adattamento ai cambiamenti ambientali è organizzato a livello del sistema nervoso centrale e trasmesso agli organi effettori periferici. Quest'ultimi hanno da parte loro un'ulteriore importante funzione cioè quella di informazione retrograda (feed-back) sull'avvenuta effettuazione dei processi metabolici.
Il mantenimento di un bilancio energetico positivo durante le diverse fasi produttive di un ruminante dipende, oltre che dalla disponibilità alimentare, dall'ingestione volontaria di alimento. Quest'ultima è determinata con un complesso meccanismo che ha alla base l'interazione tra fattori animali ed ambientali (Figura 13.1.). I fattori animali possono essere suddivisi in fattori centrali e periferici; per centrali si intendono l'espressione genica e la funzionalità di alcuni centri ipotalamici che interagiscono fra di loro attraverso la produzione e secrezione di alcuni neuropeptidi; per periferici invece, si intendono le informazioni che derivano dai processi metabolici periferici ed in particolare dall'apparato riproduttore, dalla mammella, dal tessuto adiposo e, non ultimo per importanza, dall'apparato gastroenterico.
Tra i fattori ambientali più importanti devono essere menzionati il fotoperiodo, le condizioni pedoclimatiche del territorio in cui vengono allevati gli animali, o da cui provengono gli alimenti, e la disponibilità alimentare. Naturalmente in un allevamento la possibilità che i fattori presi in considerazione interagiscano con un sincronismo perfetto determinerebbe l'ottenimento di prodotti di qualità in condizione di benessere degli animali allevati.
Tra le principali molecole che fungono da mediatori dell'adattamento degli animali all'ambiente sembrano di importanza primaria la leptina e la melatonina.
Sia la prima, che la seconda, infatti, sono coinvolte nella regolazione dell'ingestione alimentare, nell'omeostasi del metabolismo energetico e nella risposta immunitaria.

Il ritmo di produzione della melatonina fornisce all'organismo due tipi di messaggi: a) la differenza nei livelli plasmatici di melatonina tra il giorno e la notte fornisce informazioni relative all'ora del giorno, b) le differenze nella persistenza dei livelli plasmatici di melatonina nelle ore notturne, associate alle variazioni stagionali nella lunghezza del giorno, forniscono informazioni relative al periodo dell'anno (Reiter, 1993).
In tutte le specie studiate, la leptina è sintetizzata primariamente dal tessuto adiposo (Zhang *et al.*, 1994; Ji *et al.*, 1998; Bidwell *et al.*, 1997). L'espressione del gene codificante la leptina è anche presente a livello dell'epitelio gastrico (Bado *et al.* 1998), della placenta umana (Bi *et al.*, 1997; Masuzaki *et al.* 1997; Senaris *et al.*, 1997) e del fegato dei volatili (Taouis *et al.*, 1998). Ad eccezione di quest'ultima, la produzione extra-tessuto adiposo contribuisce all'aumento dei livelli circolanti dell'ormone in maniera praticamente nulla ed inoltre l'espressione genica risulta essere specie-specifica.
Nel considerare i periodi più interessanti nel ciclo di produzione degli ovini e dei caprini si deve prestare particolare attenzione alla gravidanza e soprattutto alle prime fasi di lattazione in cui è frequente una condizione di bilancio energetico negativo ed un aumento della suscettibilità alle infezioni nonché una fine regolazione integrata del metabolismo (Ingvartsen *et al.*, 2000; Bell, 1995; Barber *et al.*, 1997).
Gli effetti della leptina sull'ingestione e sull'omeostasi del metabolismo energetico, a livello del sistema nervoso centrale, sono mediati da un numero elevato di neuropeptidi che hanno funzioni oressigeniche (ad es. il neuropeptide Y -NPY-, l'ormone concentrante la melanina -MCH-, la galanina e le orexine A e B) ed anoressigeniche (ad es. l'ormone rilasciante la corticotropina -CRH-, l'ormone stimolante gli α-melanociti -α-MSH-) (Ingvartesen *et al.*, 2001).
In diversi lavori scientifici è stata recentemente dimostrata la stretta relazione tra la leptina e la melatonina, questa è sia diretta che mediata dai predetti neuropeptidi a livello del sistema nervoso centrale (Canpolat *et al.*, 2001; Rasmussen *et al.*, 2001; Rasmussen *et al.*, 1999; Wolden-Hanson *et al.*, 2000; Rasmussen *et al.*, 2003).
Nei ruminanti la concentrazione della leptina plasmatica aumenta durante la gravidanza diminuisce 1-2 settimane prima del parto e riprende successivamente ad inizio lattazione (Ehrhardt *et al.*, 2001).
L'ingestione alimentare è ridotta nell'ultimo periodo di gravidanza ed in particolare nelle ultime 2-3 settimane pre-partum nonostante lo sviluppo mammario e l'elevato fabbisogno energetico richiesto dal feto in accrescimento (Ingvartsen *et al.*, 2001). Con l'inizio della lattazione il fabbisogno energetico tota-

le quadruplica per l'aumento dell'attività metabolica della ghiandola mammaria (Ingvartsen *et al.*, 2000).
In concomitanza con la diminuzione del segnale dato dai livelli circolanti di leptina, la lattazione è associata ad un incremento dell'espressione dei neuropeptidi orexigenici ad es. NPY e ad una diminuzione di quelli anorexigenici come quelli derivanti dalla proopiomelanocortima (POMC) come ad es. l' α-MSH.
Comunque un'azione diretta della leptina sul fegato, sui muscoli scheletrici (Muoio D.M. *et al.*, 1997), sul tessuto adiposo e sulle cellule B del pancreas è considerata possibile (Cohen *et al.*, 1996; Emilsson *et al.*, 1997; Muoio *et al.*, 1997; Muller *et al.*, 1997; Liu *et al.*, 1997).
In generale, alcuni dei principali fattori stressanti ambientali (disponibilità di alimento, temperatura) sono ricorrenti ed hanno indotto gli animali a sviluppare meccanismi specifici evidenziabili ciclicamente. A livello del sistema nervoso centrale i nuclei che principalmente hanno differenti effetti sul mantenimento di un bilancio energetico positivo sono il nucleo ventro-mediale (NVM) ed il nucleo paraventricolare (PVN) (Tokunaga, 1986; Choi *et al.*, 1999). Inoltre l'attività di quest'ultimo è intimamente connessa funzionalmente a quella del nucleo arcuato (NA). La distruzione del PVN o del NA ha come risultato l'obesità degli animali trattati, con aumento dell'ingestione volontaria di alimento durante sia le ore di luce che di buio. Inoltre ratti con lesioni al NA ed al PVN mostrano un aumento dell'attività nervosa simpatica e di conseguenza un aumento della termogenesi. Le terminazioni nervose di alcuni neuroni appartenenti al nucleo arcuato raggiungono il PVN e i peptidi derivanti dalle proteine sintetizzate a livello del NA mostrano un'importante funzione regolatrice del metabolismo energetico (es. il neuropetide Y – NPY- stimola l'ingestione volontaria di alimento quando viene iniettato a livello del PVN) (Bell *et al.*, 2000). In roditori che presentano obesità determinata geneticamente per una carenza di sintesi o recettoriale di leptina mostrano alti contenuti dei precursori di sintesi del NPY (prepro-NPY mRNA) a livello del NA ed un aumento del contenuto di NPY a livello del PVN (Sanacora *et al.*, 1990; McKibbin *et al.*, 1991). Quindi è possibile attribuire l'incremento dell'ingestione volontaria di alimento ad un aumento dei livelli di NPY nell' PVN. Un altro neuropeptide molto importante che gestisce l'ingestione è l'ormone stimolante i melanociti (α-MSH) che deriva dalla proopiomelanocortina (POMC), sintetizzata a livello di nucleo arcuato, e che, se iniettata a livello di PVN determina la diminuzione dell'ingestione volontaria di alimento (Fan *et al.*, 1997; Murphy *et al.*, 1998). Huszar *et al.*, (1997) riportano che topi con lesioni genetiche del sistema recettoriale melanocortinico presentano obesità.

Estremamente importante è il fatto che sia il NPY che i derivati della POMC hanno effetti sull'asse ipotalamo-ipofisi-surrene. Infatti i neuroni preposti alla produzione dell'ormone rilasciante la corticotropina (CRH) a livello del PVN soggiacciono alle informazioni neuronali dettate da entrambi i neuropeptidi. L'iniezione di NPY all'interno del PVN determina la stimolazione della secrezione di adrenocorticotropina (ACTH) (Wahlestedt *et al.*, 1987) mentre l'infusione di α-MSH ne determina l'inibizione (Calogero *et al.*, 1988).
Lincoln *et al.* (2001) dimostrarono come in pecore selvatiche che normalmente mostrano una spiccata stagionalità, la disconnessione chirurgica ipotalamo-ipofisaria con la distruzione dell'eminenza mediana e del NA, determina una variazione dei ritmi a lungo termine (annuali) come l'ingestione volontaria di alimento, il peso corporeo ed il metabolismo energetico. In questo esperimento gli animali venivano sottoposti a periodi con differente apporto luminoso (16 settimane a giorni corti e 16 a giorni lunghi per un totale di 80 settimane) e vengono descritti gli andamenti temporali delle variazioni dell'ingestione volontaria di alimento, del peso corporeo, nonché della concentrazione circolante di α-MSH, del fattore di crescita insulino simile-1 (IGF-1), dell' insulina e della leptina. Nel gruppo controllo si evidenziava una ciclicità caratterizzata da un periodo di 32 settimane corrispondenti al regime luminoso, con un aumento dell'ingestione e del peso corporeo in corrispondenza del periodo con giorni lunghi e con un picco per entrambi i parametri all'inizio del periodo a giorni corti; inoltre si evidenziava un'associazione con i livelli circolanti di α-MSH, di insulina e di leptina. Negli animali trattati non si misero in evidenza alcune significative variazioni dei parametri in dipendenza del fotoperiodo; l'ingestione volontaria di alimento aumentava fin all'ottava settimana post-operazione per poi diminuire costantemente, mentre il peso corporeo aumentava progressivamente e gli animali evidenziavano una condizione di obesità. I livelli di α-MSH, insulina e leptina erano costantemente aumentati (>200 %).
La fine regolazione del metabolismo energetico a lungo termine dipende dallo stato nutritivo dell'animale e quindi dalla capacità da parte dell'animale di produrre ormoni capaci di modulare a livello centrale i centri nervosi preposti al mantenimento di un bilancio energetico positivo. Negli animali stagionali l'azione a livello centrale della leptina è modulata dal fotoperiodo. Klingenspor *et al.* (1996), riportano che criceti sottoposti ad un fotoperiodo con giorni corti risultano più sensibili alla somministrazione di leptina rispetto ad un gruppo sottoposto ad un regime luminoso maggiore. La somministrazione di leptina diminuisce l'incremento ponderale di animali sottoposti precedentemente a giorni corti ed a restrizione alimentare. Inoltre il trattamento di animali con leptina durante la sta-

bulazione con giorni corti determina una perdita di peso che non risulta associata ad un'alterazione dell'ingestione volontaria di alimento, suggerendo quindi che la leptina possa avere una azione diretta sul metabolismo energetico e sulla termogenesi indipendentemente dall'appetito (Atcha *et al.*, 2000).
I recettori per la leptina sono espressi a livello del nucleo arcuato dove due sistemi di neuropeptidi competitivi gestiscono la regolazione del metabolismo energetico. Da una parte peptidi come il NPY agiscono come oressizanti attivando vie anaboliche, dall'altra i neuroni producenti la POMC (con azione anoressizzante) attivano le vie cataboliche. A livello del NA tutti i neuropeptidi in questione vengono espressi dagli stessi neuroni e coesprimono anche recettori per la leptina (Schwartz *et al.*, 2000). La presenza di questi potenti oressizanti ed anoressizzanti in una regione cerebrale che esprime anche un numero elevato di recettori per la leptina, in animali tipicamente stagionali, ha suscitato grande interesse nella comunità scientifica nell'investigare se questi sistemi neuroendocrini abbiano un'effettiva influenza sul metabolismo energetico. Tra tutti l'espressione della POMC è variabile e modulabile dal fotoperiodo, infatti in differenti esperimenti si evidenzia che dopo l'esposizione a periodi variabili di giorni corti si ha una diminuzione dell'espressione genica per la POMC (Mercer *et al.*, 2001; Rousseau *et al.*, 2002). Anche in pecore castrate l'esposizione a giorni corti determina la diminuzione dell'espressione dello stesso neuropeptide (Clarke *et al.*, 2000). Il NPY, che nei roditori non sembra mostrare una variabilità fotoperiodo-dipendente, in pecore ovariectomizzate mostra una diminuzione dell'espressione genica durante la naturale riduzione dell'appetito mostrata da questi animali durante la tarda estate (Clarke *et al.*, 2000; Barker-Gibb *et al.*, 2000).
Durante cambiamenti istantanei di disponibilità alimentare si ha un cambiamento dell'assetto dei sistemi di neuropeptidi oressizzanti ed anoressizanti. Infatti dopo un periodo di restrizione alimentare si evidenzia un aumento dell'espressione del NPY ed una diminuzione di quella della POMC. Anche in questo caso, negli animali stagionali, la modulazione dell'espressione dei predetti neuropeptidi è gestita dal fotoperiodo; ad es. in due separati esperimenti, si sottoposero gli animali ad un fotoperiodo lungo ma con un regime alimentare tipicamente adatto al periodo con giorni corti; i risultati evidenziarono un aumento dell'espressione genica per i peptidi anabolici ed una diminuzione per quelli catabolici (Mercer *et al.*, 2001; Rousseau *et al.*, 2002).
Particolarmente interessanti sono i risultati ottenuti da Rasmussen *et al.* nel 2003; gli autori descrivono l'effetto della somministrazione di melatonina sull'espressione genica della POMC in ratti di differenti età. I risultati mostrano chiaramente una diminuzione dell'espressione genica del neuropeptide a livel-

lo del NA, variabile (24-31%) in dipendenza del sesso, dell'età e del periodo.
Tra i più importanti esempi di agenti stressanti annoveriamo la mancanza di disponibilità alimentare e/o l'aumento di richiesta metabolica; l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene è quindi fortemente connesso con l'omestasi del metabolismo energetico. Per esempio l'infusione di CRH a livello del PVN determina anoressia (Krahn *et al.*, 1988) e la diminuzione dell'ingestione volontaria di alimento evidenziata durante lo stress causato da contenimento forzato è abolita dalla somministrazione di un antagonista del CRH (Smagin *et al.*, 1999). Il digiuno notturno determina l'aumento dell'ACTH e del corticosterone ma attenua la risposta alla costrizione fisica (Akana *et al.*, 1994; Dallman *et al.*, 1999). La restrizione alimentare a lungo termine determina una diminuzione dei livelli di CRH a livello di PVN, ma anche un aumento dei livelli di corticosterone ed un maggiore risposta agli stress acuti così come alla somministrazione esterna di CRH (Garcia-Belenguer *et al.*, 1993). Da questi dati è possibile dedurre che l'eccesso di alimentazione determina l'aumento della secrezione del CRH mentre la restrizione alimentare la diminuisce.
Ratti con la disconnessione tra NA e PVN mostrano un comportamento diverso; l'attività dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene è diminuita anche se i soggetti mostrano iperfagia. In questi soggetti i livelli trascrizionali del CRH nel PVN, i livelli di ACTH ipotalamici e i livelli plasmatici di ACTH dopo stress da contenimento forzato sono diminuiti, anche se i livelli basali di ACTH plasmatico sono più elevati rispetto ad animali controllo (Bell *et al.*, 2000). Lo stesso risultato hanno ottenuto esperimenti in cui si lesionavano i nuclei ventromediale (Choi *et al.*, 1998) e dorsomediale o dopo inibizione del nucleo dorsomediale con muscimolo (Stotz-Potter *et al.*, 1996) o ancora, dopo isolamento del PVN (Levin *et al.*, 1988). Questi studi indicano che il PVN può avere un effetto inibitorio sui livelli basali circolanti di ACTH e un effetto stimolante sulla sintesi di ACTH e sui livelli plasmatici di ACTH determinati da condizioni di stress. Naturalmente, per avere queste due tipologie di azioni è indispensabile un equilibrato sistema di informazioni, dirette ai neuroni del PVN secernenti CRH provenienti dal NA, dai nuclei dorsomediale e ventromediale.

13.1.3. Disturbi del metabolismo energetico

Chetosi

I disturbi del metabolismo energetico si manifestano principalmente in coincidenza con particolari stadi del ciclo produttivo come la gravidanza e la lattazione (Linklater e Smith, 1994).

Fra i più comuni disordini metabolici possiamo annoverare la chetosi che a seconda del periodo in cui si manifesta assume denominazioni diverse come ad esempio tossiemia gravidica o malattia dei gemelli quando colpisce le capre in tarda gravidanza.
La chetosi può colpire capre da latte in due forme:
- Come malattia gravidica entro un mese dalla fine della gravidanza
- Come chetosi primaria nel primo mese di lattazione (French, 1970).

Fattori che influenzano lo sviluppo di tale patologia sono:
- presenza di uno o più feti;
- denutrizione in tarda gravidanza durante il periodo di maggiore crescita dei feti;
- eccessiva nutrizione, capre obese;
- fattori stressanti come avverse condizioni metereologiche, improvvisi cambi nell'alimentazione, malattie concomitanti o trasporto.

Secondo French la tossiemia gravidica è più frequente in animali grassi che fanno poco movimento, nei quali l'accumulo di grasso addominale durante la tarda lattazione e durante la gravidanza (dove l'utero gravido occupa gran parte della cavità addominale), limita la capacità ingestiva (French, 1970).
La malattia in genere compare durante gli ultimi trenta giorni di gravidanza ed è più comune dopo la prima gravidanza. La capra può mostrare segni di chetonemia, chetonuria, acidosi e coinvolgimento del sistema nervoso centrale. In animali affetti il tasso di mortalità è elevato.
Mano a mano che la gravidanza procede, si ha una aumentata richiesta di glucosio ematico a causa dello sviluppo fetale. La principale risorsa di energia per il feto è il glucosio ed il suo utilizzo da parte del feto avviene a scapito della madre.
Quando la gravidanza prosegue i livelli di glucosio nel sangue scendono (ipoglicemia) da un valore normale di 50-75 mg/dl a 35-45 mg/dl in tarda gravidanza. La tossiemia gravidica si può sviluppare quando i livelli scendono 30 mg/dl. La gravità dell'ipoglicemia sarà quindi legata alla denutrizione della madre o alle aumentate richieste del/i feto/i.
Quando le riserve di glucosio diminuiscono a causa della aumentata richiesta da parte del feto, ed il fegato, a causa della denutrizione, non riesce più a far fronte alla produzione di glucosio, i fabbisogni energetici vengono forniti da altre vie metaboliche, per esempio da acidi grassi liberi e aminoacidi. Con la lipomobilizzazione si ha un aumento degli acidi grassi circolanti, accumulo di grasso nel fegato, aumentata produzione di chetoni, acetoacetato e betaidrossibutirrato.

Non appena la chetosi diventa più grave, il livello di chetoni nel sangue aumenta dando iperchetonemia, mentre il livello ematico di bicarbonato scende provocando acidosi. Gli animali si isolano dal gruppo e appaiono letargici fino a cadere in stato di coma.
Durante gli ultimi stadi della tossiemia gravidica il consumo di acqua si riduce, diminuisce l'urinazione e la funzionalità renale risulta compromessa; il livello di glucosio nel sangue aumenta considerevolmente (iperglicemia) come risposta delle ghiandole surrenali allo stress.
Vista l'importanza della denutrizione come fattore scatenante la tossiemia, il livello di nutrizione dovrebbe essere aumentato con il progredire della gravidanza in modo tale che la madre possa soddisfare i fabbisogni del feto. In realtà, se la denutrizione compare in maniera graduale, può essere tollerata e la capra può non sviluppare la malattia. Ma se l'animale non viene nutrito per diversi giorni, la tossiemia comparirà velocemente (Nelson, 1992).
Nella capra accade ciò che spesso avviene nelle vacche; durante il periodo di media lattazione, le vacche sono alimentate con diete ad alto contenuto di energia. In genere questo regime alimentare viene protratto anche in tarda lattazione, soprattutto in vacche ad alta produzione, e porta ad una sovralimentazione durante il periodo di asciutta e conseguentemente ad animali obesi prima del parto. Fisiologicamente vicino alla data del parto l'ingestione è ridotta, perciò, il bilancio energetico negativo e l'inizio della lattazione sono compensati dalla lipomobilizzazione degli acidi grassi non esterificati (NEFA) dal tessuto adiposo. I NEFA sono trasportati grazie al legame con l'albumina sierica e sono portati principalmente al fegato, qui sono convertiti a trigliceridi (TG) e, o sono secreti in forma di VLDL oppure ossidati in mitocondri e perossisomi (Katoh Norio, 2002).
In confronto agli altri animali, i ruminanti hanno una capacità di secrezione di TG come VLDL molto bassa. Questo spiega, almeno in parte, perché il fegato grasso è una condizione critica per queste specie di animali; quando la quantità di NEFA supera la quota escreta come TG, questi ultimi si accumulano nel fegato e predispongono la steatosi. La denutrizione aumenta il contenuto di NEFA così come la somministrazione di desametazone (Katoh Norio, 2002).
Le concentrazioni sieriche di TG, colesterolo in particolare esterificato e fosfolipidi diminuiscono in corso di steatosi (Katoh Norio, 2002).
Improvvisi cambiamenti del clima, infezioni o trasporto possono generare periodi di inappetenza e quindi la tossiemia gravidica (Nelson, 1992).
Secondo Sue Reith la chetosi può essere secondaria a condizioni come la gravidanza o la lattazione, ma può in realtà comparire a qualsiasi stadio della vita dell'animale. È caratterizzata da un eccessivo accumulo di corpi chetonici nei tes-

suti e nei fluidi. I corpi chetonici sono il betaidrossibutirrato e l'acetoacetato da cui si forma l'acetone che dà il caratteristico odore di frutta marcia associato alla chetosi. Tali sostanze sono normali prodotti del metabolismo lipidico a livello epatico, ma quando si sbilanciano gravemente in seguito a chetosi il fegato risulta sovraccaricato.

Quindi la chetosi è secondaria al processo che inizia quando l'animale, per qualsivoglia ragione, smette di mangiare. Va ricordato infatti che durante la gravidanza l'appetito può diminuire e il volume dell'utero gravido limita la quantità di cibo che può essere consumata. Perciò la perdita di una fonte esterna di energia obbliga l'animale ad usare le sue stesse riserve e cioè il tessuto adiposo (Reith Sue, 2003). L'animale affetto inizialmente tende a isolarsi, mostra leggera depressione, appetito capriccioso, cecità, diminuita o assente risposta alla minaccia, atassia, nistagmo e vaga senza meta. Si sviluppa acidosi metabolica e conseguentemente tachipnea. Lo stato del sensorio in un secondo momento diventa ottuso e la depressione peggiora sempre più. Si può rinvenire il caratteristico odore di acetone nelle urine, nel latte e nell'espirium. C'è riluttanza al movimento, talvolta decubito sternale o laterale e nessun interesse per l'ambiente circostante. Segue il coma ed alla fine la morte. Le capre che sopravvivono mostrano distocia e alta mortalità neonatale. Alcuni soggetti mostrano una forma nervosa caratterizzata da brevi o intermittenti periodi di ipersensibilità. Ci possono essere tremori, incoordinazione, contrazioni convulse delle orecchie del muso e delle palpebre. È possibile osservare anche digrignamento dei denti, leccamento eccessivo, scialorrea, rumori respiratori dovuti alla presenza di eccessivo scolo nasale.

La temperatura ed il polso rientrano nei normali valori, la respirazione diventa difficoltosa solo negli ultimi stadi della malattia. L'appetito è ridotto o assente, si possono trovare chetoni nelle urine. All'esame anatomopatologico il fegato, e talvolta anche i reni, è aumentato di volume, steatosico con un colore che varia dal giallo pallido all'arancione e così infarcito di grasso da galleggiare nella formalina. Le surrenali possono essere ingrossate e l'utero contiene uno o più feti (Nelson, 1992).

La diagnosi si basa sull'anamnesi, sui segni clinici e sul ritrovamento di elevate concentrazioni sieriche di acetoacetato (> 0,2 mmol/litro), idrossibutirrato (> 2.0 mmol/litro), aspartato aminotransferasi (> 150 UI/litro) e fosfatasi alcalina (> 400 UI/litro). La concentrazione del glucosio risulta dimezzata rispetto al valore normale, ma verso gli stadi finali può comparire iperglicemia (Linklater Karl e Smith, 1994). La chetonemia può variare da 10 a 100 mg/dl (Smith e Sherman, 1994).

La prevenzione di tale patologia si basa sulla dieta: una capra gravida dovrebbe ricevere fieno di alta qualità e più 500 g/d circa di concentrato.
Fra le numerose terapie proponibili, la più logica consiste nella somministrazione endovenosa di glucosio, eventualmente associata a beveroni lassativi quali melassa con glucosio, glicole propilenico o sodio propionato; queste due ultime sostanze danno origine ad acido propionico che è uno dei principali precursori metabolici del glicogeno. Se si tratta di una chetosi primaria (che si verifica nel primo mese di lattazione) è consigliabile sospendere la mungitura per almeno 48 ore, somministrare corticosteroidi (ad effetto iperglicemizzante, in grado di ridurre l'utilizzazione periferica del glucosio), ed eventualmente associare la somministrazione di farmaci antilipolitici (ad esempio insulina).

Disturbi fermentativi e acidosi ruminale

L'organismo animale esige il mantenimento in ogni sua parte di uno stato reattivo costante che permetta lo svolgersi dei normali meccanismi biochimici vitali.
Nei ruminanti prevale una condizione di neutralità del mezzo, nonostante che l'azione turbativa di componenti acide e basiche agenti a livello digestivo e metabolico tendano a modificarla.
Agli effetti della nutrizione sono svariate le situazioni contemporanee in grado di determinare o tentare di determinare deviazioni dello stato reattivo in un senso o in un altro. Si pensi ad esempio ai foraggi o agli insilati, che possiedono valori di pH tendenti all'acidità, alla neutralità o alla basicità a seconda del grado di maturazione o di fermentazione raggiunto; o alle modificazioni che essi provocano nell'apparato digerente quando vengono in contatto con la saliva o con i succhi digestivi o nel rumine con la flora batterica che ne ricava acidi organici durante la fermentazione. A livello metabolico poi, l'alimento concorre anch'esso a determinare orientamenti diversi di condizione reattiva a seconda che siano prevalenti nei suoi tessuti costitutivi ioni alcalogeni o acidogeni.
A volte, anzi di frequente oggigiorno, con l'adozione di forzature alimentari praticate al fine di sostenere le elevate produzioni latee o per effetto di errori che compromettono il buon equilibrio delle razioni, i suddetti rapporti si alterano e l'organismo deve mettere in atto meccanismi volti a riportare alla norma lo stato reattivo deviato.
Bruschi cambiamenti di alimentazione o una dieta ricca di carboidrati, soprattutto se facilmente fermentescibili, può causare disturbi delle fermentazioni ruminali che, a seconda della loro gravità, possono determinare condizioni patologiche di vario grado.
La condizione meno grave è l'indigestione semplice che può essere causata da

un cambiamento della dieta, sovralimentazione e qualsiasi altro fattore che determini anche un lieve cambiamento dell'ambiente ruminale. In genere sono colpiti animali giovani o adulti che scappano dal recinto o dal pascolo ed hanno così accesso ad una gran quantità di cibo appetitoso, magari dopo un periodo di digiuno, che mangiano cibo avariato o gelato, che mangiano cibo con un elevato contenuto di urea o che mangiano la placenta.
I segni clinici sono irrequietezza o decubito, gemiti e moderata depressione. Temperatura e valore dell'ematocrito sono normali, le mucose sono iperemiche. Se c'è stata sovralimentazione il rumine è pieno e pastoso senza significanti contrazioni. Le feci sono in genere di consistenza normale ma sono diminuite di volume. Normalmente l'animale si riprende in 24-48 ore senza bisogno di terapia.
È importante fare diagnosi differenziale con patologie più gravi come l'acidosi lattica. Fino a quando le mucose sono rosate e l'ematocrito non è maggiore di 45 è ragionevole diagnosticare una indigestione semplice, per prevenire la quale è necessario evitare improvvisi cambiamenti nel tipo e quantità della dieta, impedire che gli animali possano scappare e rimuovere le placente dopo il parto. Scartata la possibilità che si tratti di acidosi lattica, rimuovere ogni fonte di cibo e lasciare accesso unicamente all'acqua.
Gli errori alimentari consistono molte volte nell'eccesso di concentrati o di amidi contenuti in troppo alta percentuale nel mangime quando si voglia con esso elevare l'energia della razione; questo porta ad uno stato di acidosi ruminale, in quanto si ha un'alterazione del normale andamento delle fermentazioni che avvengono all'interno del rumine, con successivo cambiamento nei prodotti finali del metabolismo (AGV) e quindi una variazione del pH che fisiologicamente dovrebbe essere superiore a 5,8-6 (Nordlund e Garrett, 1994). Tutto ciò si ripercuote sulla salute dell'animale.
Rispetto ai concentrati il foraggio ha un contenuto di fibra molto elevato e stimola lunghi periodi di ruminazione, tamponando il liquido ruminale grazie al bicarbonato presente nella saliva. Il pH ruminale rimane così in un range (6,0-6,8) favorevole all'attività dei batteri cellulosolitici.
I concentrati non contengono fibra lunga perciò determinano una minor ruminazione e di conseguenza una minore quantità di saliva raggiunge il rumine ed il pH del contenuto ruminale scende. Questo è desiderabile fino ad un certo punto, poiché i batteri deputati alla degradazione dell'amido e dello zucchero si moltiplicano meglio ad un pH di 5,5-6,0. Inoltre gli acidi grassi volatili, propionato e butirrato, sono prodotti in gran quantità dalla digestione dei concentrati e sono assorbiti più rapidamente ad un pH più basso.

Ma se viene ingerita un'eccessiva quantità di concentrati, nel rumine crescono troppi streptococchi acido lattico produttori, e il pH si abbassa molto di più rispetto al valore in cui possono proliferare i lattobacilli. La conseguente produzione di acido lattico abbassa il pH ruminale sotto i livelli fisiologici di 5.5 uccidendo la normale flora e fauna ruminale.
Sono prodotti entrambi gli isomeri dell'acido lattico (L e D), ma solo la forma L può essere degradata dal fegato. Questo permette alla forma D di accumularsi nel sangue e causare acidosi sistemica. Un'aumentata produzione di istamina e di altre tossine è associata con l'insorgenza di laminite in alcuni animali.
In funzione all'eziologia, alla patogenesi e alla sintomatologia, possiamo distinguere un'acidosi ruminale acuta, subacuta o cronica.
La forma più grave è costituita dall'acidosi acuta detta acidosi lattica, causata da un sovraccarico di concentrati, che può condurre a morte l'animale in un breve lasso di tempo.
In questa forma di acidosi la motilità ruminale cessa e il contenuto inizialmente è solido; ci può essere leggero meteorismo, costipazione seguita da diarrea, tremori muscolari, digrignamento, tachicardia e tachipnea e a volte febbre bassa (Braun *et al.*, 1992)
Al progredire della malattia il contenuto ruminale diventa liquido e si sviluppa disidratazione, questo a causa del contenuto iperosmotico del rumine che richiama liquidi dalla circolazione sistemica. L'ipovolemia e l'acidosi determinano un collasso circolatorio. Lo shock è rilevabile clinicamente dal pallore delle mucose e tachicardia. Fino a quando l'ematocrito rimane normale (30-40%) la prognosi è favorevole, un ematocrito sopra 45% rende la prognosi riservata. L'urina è acida e i livelli ematici di pH e bicarbonato possono essere considerevolmente diminuiti. I livelli di lattato nel sangue passano da 8-10 mg/dl ad anche più di 40 mg/dl. Alcuni casi particolarmente gravi portano a morte l'animale in 24 ore, casi meno gravi in circa 72 ore.
In uno studio effettuato nel Sudan (Mohamed Nour *et al.*, 1998), si è testata sperimentalmente la risposta delle capre all'introduzione nel rumine, mediante fistola ruminale, di un determinato quantitativo di farina di sorgo; somministrando una dose di 40 g di farina per kg di peso corporeo i segni clinici sono risultati lievi, mentre con una dose di 50 g/kg PV le capre hanno risposto con profonde variazioni ematologiche ed intraruminali, con distruzione della microflora e microfauna ruminale; quando è stato addirittura impiegato un alto dosaggio (60g/kg PV), le capre hanno sviluppato una severa forma di acidosi lattica, che ha portato a morte gli animali entro 24 ore dalla somministrazione.
In caso invece di acidosi lieve la sintomatologia non è specifica e gli unici segni

che possono essere apprezzati sono dei segni secondari, che si manifestano a settimane o addirittura a mesi di distanza dall'inizio del problema, per altro non immediatamente correlabili al disturbo ruminale. Con un'esame semiologico a livello ruminale possiamo solo reperire un'ipocinesia accompagnata da un viscere più disteso, per il resto ci dobbiamo basare su molteplici sintomi che coinvolgono altri apparati e che vanno individuati sull'intero allevamento e non sul singolo animale (Nordlund e Garrett, 1994). Questi sintomi consistono in una riduzione della motilità ruminale e della produzione di latte, appetito capriccioso, stato di nutrizione scadente, diarrea, chetosi, mastiti e metriti. In genere la capra smette di mangiare per uno o due giorni e questo permette al pH di risalire a livelli quasi normali con conseguente ripresa.

Negli animali in acidosi ruminale a livello ematico il pH risulta leggermente diminuito, mentre risultano di fatto aumentati i livelli di bicarbonato (HCO_3^-), della pressione parziale dell'anidride carbonica (pCO_2), dell'eccesso di basi (Beb) e della quantità totale di anidride carbonica (tCO_2), con corrispettiva diminuzione della pressione parziale dell'ossigeno (pO_2). In effetti, un ridotto pH è in grado di deprimere l'attività respiratoria, aumentando la pressione parziale della CO_2 e diminuendo la pressione parziale dell' O_2.

In prove sperimentali effettuate in laboratorio si sono studiati gli effetti dovuti alla somministrazione intracerebroventricolare di diverse sostanze acidogene; dai risultati si evince che in determinate aree cerebrali si evidenziano gli aumenti di catecolamine (Ramakrishnan *et al.*, 2003). In esperimenti successivi effettuati somministrando fenilefrina per la stessa via di infusione si è notato l'aumento della secrezione di ioni bicarbonato da parte della mucosa duodenale (Sjoblom *et al.* 2004). È possibile quindi che uno stato acidotico determini la stimolazione del sistema nervoso enterico tramite un meccanismo di feed-forward che ha come risultato l'attivazione del sistema tampone nel distretto enterico. Quindi è possibile ipotizzare che l'ammontare dei livelli ematici di bicarbonato sia da attribuire oltre che alla risposta respiratoria anche a quella intestinale.

Fondamentale nella prevenzione è l'adattamento graduale a maggiori quantità di concentrati, che può avvenire in due modi: prima aumentano i microrganismi ruminali che digeriscono i carboidrati facilmente fermentescibili in acidi grassi volatili; allo stesso tempo aumentano certi batteri tipo streptococchi, che producono acido lattico dagli amidi e dagli zuccheri, ma allo stesso tempo proliferano anche altre specie di batteri che metabolizzano il lattato a propionato. Aumentate concentrazioni di acido propionico e butirrico stimolano lo sviluppo delle papille ruminali in modo da aumentare l'area di assorbimento degli

acidi grassi. Rapida rimozione degli acidi grassi volatili dal rumine aiuta a mantenere il pH entro limiti fisiologici.
Un'altra tecnica preventiva è quella di distribuire i concentrati in più pasti durante la giornata (per esempio tre o più pasti di 0,3 kg ciascuno). Questo determina una meno drastica riduzione del pH dopo ogni pasto rispetto ad un'unica somministrazione.
Per quanto concerne invece la terapia, l'unica strada percorribile è il cambio di alimentazione; generalmente, i miglioramenti nell'allevamento si notano già entro poche settimane dalla modificazione della razione.

13.2. Malattie Carenziali

13.2.1. Introduzione

Ogni sistema metabolico dell'organismo, inclusa l'acqua, i minerali e gli elementi traccia, può essere coinvolto da uno squilibrio tra "entrate" ed "uscite" di volta in volta con conseguenti disordini carenziali e stati patologici manifesti. Numerosi meccanismi partecipano a mantenere in equilibrio il sistema; in primo luogo gli animali hanno evoluto un complicato meccanismo endocrino di controllo, in secondo luogo la stabilità tra le "entrate" e le "uscite" dipende essenzialmente dalla quantità del metabolita circolante e da quella disponibile nei fluidi e negli organi di riserva, i meccanismi atti al suo assorbimento o alla sua sintesi nonché quelli deputati alla sua trasformazione, utilizzazione ed escrezione. La maggior parte di questi disordini riguardano principalmente gli animali con le maggiori esigenze in termini metabolici, come i capretti in accrescimento e le capre in produzione (gestazione e lattazione). Essi sono il risultato di una compromissione della capacità animale di far fronte alla domanda relativa alle elevate produzioni in rapporto alla qualità e quantità degli alimenti somministrati. Quindi, malattie di questo tipo possono essere considerate opera dell'uomo e dovute principalmente ad errori alimentari e di conduzione zootecnica. Nell'allevamento della capra di tipo tradizionale, incidono soprattutto gli squilibri alimentari e le carenze dietetiche più che i problemi relativi alle eccessive produzioni o agli errori alimentari in senso stretto. È da sottolineare, infatti, la grande resistenza delle razze autoctone allevate nei territori di origine che ben si adattano anche alle condizioni più difficili. A differenza di altri animali la capra fa del suo comportamento alimentare un punto di forza rispetto agli altri ruminanti allevati. La situazione cambia quando si parla di capre allevate con sistemi intensivi e di razze altamente selezionate per la produzione di latte.

13.2.2. Disturbi legati al metabolismo di calcio e fosforo

Generalità

Il calcio (Ca) ed il fosforo (PO_4) sono i minerali più abbondanti dell'organismo animale. Il rapporto ottimale Calcio:Fosforo è 2,2:1. Approssimativamente il 99% del calcio e l'80% del fosforo totale si ritrovano nelle ossa e nei denti. A parte la funzione plastica esercitata nelle ossa il calcio esplica numerose funzioni nei tessuti molli, ma è particolarmente importante per la normale eccitabilità neuro-muscolare, la permeabilità capillare e delle membrane cellulari, la contrazione muscolare, la trasmissione dell'impulso nervoso e la coagulazione del sangue. Anche il fosforo distribuito nei tessuti molli svolge molte funzioni importanti negli scambi energetici e nel mantenimento dell'equilibrio acido-base (Smith e Sherman, 1994).

L'omeostasi calcica e secondariamente quella del fosforo sono controllate dall'ormone paratiroideo (PTH) secreto dalle paratiroidi, dalla calcitonina secreta dalle cellule C della ghiandola tiroidea e dall'1,25 deidrocolecalciferolo (1,25-$(OH)_2$ o vitamina D) prodotto dal rene. La diminuzione dei livelli plasmatici di calcio stimola la produzione di PTH, che a sua volta promuove la produzione di 1,25-$(OH)_2$ D da parte del rene, che promuove assorbimento del calcio così che una quota maggiore ne viene assorbita a livello intestinale. Il tessuto osseo funge da riserva di Ca e PO_4 che possono essere mobilizzati per mantenere normali i livelli plasmatici durante i periodi nei quali si osserva un'elevata richiesta di calcio (fine gestazione, per il completamento dell'ossificazione fetale).

In condizioni di carenza, bassi livelli plasmatici di PO_4 stimolano la produzione di 1,25-$(OH)_2$ D che, a sua volta, promuove il riassorbimento intestinale del fosforo. Negli animali adulti e sani la concentrazione di calcio totale nel sangue va da 9,0 a 11,6 mg/dl (da 4,5 a 5,8 mEq/L). Di questi circa il 50% si trova sotto forma ionizzata (Ca^{++}) e cioè quella metabolicamente attiva.

La concentrazione ematica di fosforo inorganico è di 5-7 mg/dl (Sherman e Robinson, 1983).

Ipocalcemia

Le capre possono essere colpite da questo disturbo soprattutto durante le ultime 4-6 settimane di gestazione. Se si fa un paragone con la bovina da latte le capre hanno una maggiore richiesta di calcio per lo sviluppo del feto o meglio dei feti, rispetto a quella che si osserva durante la montata lattea e la lattazione. Tuttavia, in condizioni particolari (somministrazione di sostanze in grado di

chelare il calcio, come ad esempio le tetracicline) e con animali molto produttivi, l'ipocalcemia può manifestarsi anche durante le prime 6 settimane di lattazione. La paralisi flaccida è il primo sintomo dell'ipocalcemia nella capra, anche se la forma tetaniforme sembra essere più frequente rispetto al bovino (Yamagishi *et al*, 1999). La tossiemia gravidica e l'ipocalcemia siccome si manifestano nello stesso periodo, sono spesso difficilmente differenziabili se si tiene conto soltanto della sintomatologia. Un valido ausilio alla diagnosi differenziale può essere rappresentato dall'analisi rapida delle urine con apposite strisce reattive per verificare la presenza dei corpi chetonici nel caso della tossiemia. La carenza di alimento, un esercizio forzato o il trasporto (ipocalcemia da trasporto) possono scatenare la patologia in animali predisposti. Il trasporto per lunghe distanze, inoltre, può essere la causa di ipocalcemia negli agnelli che, se associata ad un'ipomagnesiemia, si presenta con tremori muscolari e tetania, più che una paralisi flaccida. Nella capra, così come nei capretti, il decorso è abbastanza breve e gli animali, se non trattati adeguatamente, possono venire a morte in 24-48 ore. La somministrazione endovenosa di soluzioni di calcio gluconato (1g di calcio/50 kg di peso vivo) porta ad un rapido recupero. La prevenzione si basa soprattutto sull'alimentazione: le capre dovrebbero essere seguite durante le ultime 6 settimane di gestazione garantendo loro un adeguato apporto di calcio ed energia con la razione. A questo scopo è consigliato l'utilizzo di fieni ricchi di calcio, come ad esempio, quelli di leguminose.

Urolitiasi

L'urolitiasi è una malattia che può colpire i capretti maschi all'ingrasso alimentati con diete ricche di concentrati che si manifesta con la formazione di calcoli nelle vie urinarie. Questa malattia può diventare economicamente importante quando viene colpito un grosso numero di animali contemporaneamente. La formazione dei calcoli nelle vie urinarie può provocare l'ostruzione dell'uretra (parziale o totale) con morte degli animali per rottura dell'uretra stessa o della vescica. Spesso i calcoli ostruiscono l'uretra a livello della S peniena o nei casi migliori a livelli del processo uretrale. Il meccanismo di formazione dei calcoli non è ancora ben noto. Nella maggior parte dei casi si ritiene che quando la formazione di cristalloidi calcologenetici nelle urine, sia tale da impedire la loro solubilizzazione, questi possono precipitare e depositarsi su nuclei iniziali spesso formati da mucoproteine. Il grado si sovrassaturazione delle urine dipende dalla dieta, dal pH, dal consumo di acqua dell'animale e dalla presenza nelle urine di inibitori della cristallizzazione. I calcoli di struvite (sali di fosfato-ammonio-magnesiaco) rappresentano l'evenienza più frequente nei

capretti all'ingrasso allevati con grandi quantità di concentrati. Queste razioni possono avere un alto contenuto in fosforo e magnesio (Poole, 1989) che ne aumenta il loro livello di escrezione renale con un aumento della presenza di cristalli nelle urine, soprattutto se queste risultano sensibilmente alcaline (Stewart *et al.*, 1990). L'acidificazione delle urine, invece, è in grado di solubilizzare tali sali e quindi evitare la formazione dei cristalli. L'urolitiasi si osserva quando si assiste ad una riduzione dell'ingestione di acqua che porta ad una diminuita formazione delle urine con un aumento della concentrazione dei cristalloidi. Questo si osserva soprattutto nella stagione fredda o quando il clima è particolarmente arido. L'aumento del rapporto concentrati/foraggi aumenta la quantità del sedimento nelle urine, ma aumentando il contenuto di calcio della dieta protegge contro la formazione di calcoli riducendo la quantità di fosforo assorbito. L'utilizzo di alimento pellettato nei capretti all'ingrasso aumenta sia la concentrazione del fosforo urinario che la formazione di calcoli urinari sebbene il meccanismo non sia ancora conosciuto. L'intervento chirurgico di uretrostomia o l'amputazione del processo uretrale è l'unica terapia possibile negli animali con sintomi clinici di ostruzione (Van Weeren, 1987). Negli animali a rischio di calcolosi da struvite deve essere ridotto l'apporto di fosforo e magnesio della dieta e l'integrazione con calcio attraverso l'aggiunta di un buon fieno di erba medica. Un graduale aumento del contenuto di sale (NaCl) nella dieta può diminuire l'incidenza di questa patologia probabilmente a causa dell'effetto diuretico e alla conseguente diluizione delle urine. I cristalli di struvite precipitano in ambiente alcalino, quindi l'aggiunta di cloruro di ammonio nella dieta, nell'ordine dello 0,5%, acidifica le urine diminuendo il rischio della malattia.

13.2.3. Disturbi del metabolismo del magnesio

Generalità

Oltre a catalizzare l'azione di alcuni enzimi (fosfatasi alcalina), il magnesio interviene nella sintesi e nella lisi dell'acetilcolina e nella scissione enzimatica dell'adenosin trifosfato (ATP). La somministrazione di sali di magnesio provoca una paralisi di senso e di moto accompagnata da uno stato di narcosi con abolizione dei riflessi. Il 70% circa del magnesio presente nell'organismo è depositato nello scheletro dove è scarsamente mobilizzabile in caso di necessità. Il restante 29% lo si ritrova nei tessuti molli e soltanto l'1% circa nel liquido extracellulare (interstiziale e intravasale). Le forme di tetanie ipomagniesiemiche si riscontrano quando la concentrazione plasmatica del magnesio scende dai

normali 2,8-3,6 mg/dl a meno di 1,1 mg/dl (Smith e Sherman, 1994). La concentrazione ematica di Mg varia entro limiti piuttosto ampi che dipendono soprattutto dall'apporto dell'elemento con la dieta, a differenza di quanto avviene per il calcio, ed in parte per il fosforo, dove un'apprezzabile quantità può essere riassorbita dalle ossa in caso di necessità. L'eliminazione del magnesio avviene con le urine, il latte e le feci. L'escrezione renale del magnesio inizia quando la sua concentrazione plasmatica è superiore a 1,8-1,9 mg/dl ed è correlata linearmente alla sua concentrazione ematica. Il controllo omeostatico della magnesiemia, quindi, dipende dal continuo apporto con la dieta e dalle condizioni che possono interferire con il suo assorbimento.

Tetanie Ipomagnesiemiche

L'ipomagnesiemia, conosciuta anche come tetania da erba, tetania da lattazione, tetania da trasporto, ecc.. è una carenza degli ioni magnesio nel sangue e nel liquido cerebrospinale con perdita della normale funzione neuromuscolare, comparsa di spasmi tetaniformi e convulsioni cloniche (Martens e Schweigel, 2000). La lattazione, lo stress, il trasporto, e/o l'anoressia possono essere le cause scatenanti la sintomatologia in animali alimentati con diete carenti. La tetania da erba si manifesta negli animali in lattazione durante il pascolo invernale o primaverile quando questo è costituito principalmente da graminacee che, in questi periodi, sono estremamente povere in magnesio, soprattutto se concimate con azoto e potassio. Le condizioni atmosferiche avverse, che possono causare anoressia (deficit energetico) possono precipitare la sintomatologia (Martens e Schweigel, 2000). Una razione con un contenuto di magnesio inferiore allo 0,2% della sostanza secca è in grado di provocare la malattia, che è altamente fatale e va sospettata sempre nei casi di morte improvvisa degli animali al pascolo. Per la prevenzione ed il controllo, l'adozione di una supplementazione con magnesio per un lungo periodo prima dell'immissione al pascolo è di scarso beneficio. Quindi, lo sforzo va fatto nel provvedere una adeguata integrazione dell'elemento giornalmente agli animali che pascolano su prati di graminacee e nei periodi a rischio (inverno ed inizio primavera). L'integrazione può essere ottenuta con numerosi metodi, come ad esempio l'aggiunta di magnesio nell'acqua di bevanda, la supplementazione con integratori minerali o concentrati, la distribuzione di sali direttamente sul pascolo o sugli alimenti, anche se, il metodo più semplice ed economico, sembra essere l'integrazione della razione con foraggi di leguminose. Nella capra spesso si osserva una sintomatologia più lieve caratterizzata da anoressia e ipereccitabilità. I livelli sierici di calcio posso essere diminuiti in quanto il magnesio è necessario per il rilascio del paratormone (Smith e Sherman, 1994).

13.2.4. Carenza di selenio e vitamina E

Generalità

Il selenio è un microelemento la cui importanza è stata scoperta soltanto venti anni fa. L'assorbimento del selenio e dei suoi composti si svolge nel duodeno. I selenati sono più rapidamente assorbiti dei seleniti e del selenio elementare. Gli animali monogastrici utilizzano il selenio in quantità maggiori rispetto ai ruminanti, in quanto i composti del selenio che si formano nel rumine risultano scarsamente solubili. La difficoltà di assorbimento del selenio è una delle cause che incide sulla patologia da carenza nei ruminanti. L'assorbimento del selenio dalla dieta dipende dalla composizione della stessa, dall'assorbimento delle proteine e dalla presenza di altri elementi che ne sono antagonisti, come ad esempio lo zolfo. Una parte del selenio consumato dai ruminanti subisce delle modificazioni attraverso la microflora che lo trasforma in selenocisteina e selenometionina e soltanto in queste forme viene assorbito. Il selenio passa rapidamente la placenta e si accumula nel fegato dell'embrione. Molte malattie derivano dalla carenza di selenio ed esse assumono una caratteristica endemica; da un punto di vista anatomo-patologico e clinico esse rassomigliano a quelle provocate dalla ipovitaminosi E. La funzione biologica del selenio nell'organismo animale è molteplice; insieme alla vitamina E può essere classificato come un antiossidante biologico. Il selenio gioca un importante ruolo nella catalizzazione di sistemi enzimatici; è un elemento strutturale dell'enzima glutatione-perossidasi (Wichtel *et al.*, 1996). Sia il selenio che la vit. E rientrano nella formazione del coenzima A. La vit. E (tocoferolo) comprende una serie di composti (alfa, beta, gamma, delta, zeta, epsilon, ecc.) di cui l'α-tocoferolo è il più importante in quanto rappresenta il 95% del totale dell'attività della vit. E presente nella dieta.

La maggior parte degli alimenti verdi contengono 100-200 mg di α-tocoferolo per kg di sostanza secca, mentre le granaglie ne contengono 10-40 mg. Gli altri alimenti sono considerati poveri di vit E disponibile per gli animali. La concentrazione di α-tocoferolo nelle piante è variabile a seconda della maturità, del periodo di raccolta, del metodo di essicazione e di stoccaggio. Le piante del pascolo ed altri alimenti verdi forniscono un ottimale fonte di vit. E per gli animali. La vit. E funge pure da antiossidante intracellulare liposolubile, stabilizza gli acidi grassi insaturi inibendo la formazione dei perossidi tossici. L'α-tocoferolo è localizzato a livello della menbrana cellulare nello strato lipidico, dove è legata da un doppio legame agli acidi grassi polinsaturi, specialmente all'acido arachidonico (questo protegge contro gli effetti della perossidazione). Nell'ap-

parato digerente i tocoferoli proteggono dall'ossidazione la vit. A, incrementandone l'assorbimento, l'utilizzazione e lo stoccaggio. Inoltre questo previene il danno alle lipoproteine delle membrane biologiche dagli alti livelli di vit. A nell'organismo.
Il tocoferolo protegge la permeabilità dei vasi sanguigni dai danni provocati da differenti agenti chimici e fisici, come ad esempio l'istamina, l'acetilcolina, l'alfachimotripsina, la diminuzione della pressione e le basse temperature. La vit. E è un fattore protettivo per le membrane degli eritrociti perché aumenta la resistenza agli agenti emolitici, come ad esempio il perossido di idrogeno e l'acido dialurico (funzione antiossidante) (Gutzwiller, 1991). Gli effetti che si possono verificare con i test di emolisi sono in grado di svelare la carenza di vit. E. La vit. E previene l'infertilità in entrambi i sessi; nei maschi previene la perdita della motilità, la forma degli spermi e la degenerazione o atrofia dei tessuti dei testicoli, nelle femmine previene la sterilità da riassorbimento (funzione antisterilità).

Miodistrofia nutrizionale dei capretti
La miodistrofia nutrizionale (MN), malattia del muscolo bianco, malattia degli agnelli rigidi o distrofia muscolare nutrizionale, è una malattia miodegenerativa iperacuta-subacuta del muscolo miocardico, e/o della muscolatura scheletrica, causata da una dieta carente di selenio e/o vitamina E, che colpisce soprattutto capretti nati da madri che consumavano una dieta carente di selenio durante la gestazione. Gli effetti della carenza del selenio e della vit. E derivano, almeno in parte, dall'instaurarsi di un danno alla membrane cellulari e alle proteine che comporta una perdita dell'integrità cellulare. Il selenio, come componente della GSH-Px, e la vitamina E (α-tocoferolo), fungono da antiossidanti biologici proteggendo l'organismo dai danni provocati dalle forme di ossigeno altamente reattive (radicali liberi) che vengono normalmente prodotte dal metabolismo. La precisa correlazione tra i due elementi, altri fattori metabolici, altri meccanismi scatenanti nella MN non sono ancora chiari perché molti animali carenti in Se e/o in vitamina E non presentano patologie muscolari. La difficoltà di assorbimento del selenio è una delle cause che incide sulla patologia da carenza nei ruminanti (Pavlata *et al.*, 2001). L'assorbimento del selenio dalla dieta dipende dalla composizione della stessa, dall'assorbimento delle proteine e dalla presenza di altri elementi che sono antagonisti.
Esistono due distinte forme cliniche di MN: quella cardiaca e quella scheletrica. Quella cardiaca è caratterizzata da sintomi iperacuti di uno scompenso miocardico, mentre quella scheletrica da mioastenia e difficoltà di deambulazione.

In tutti e due i casi gli animali più colpiti del gregge sono quelli giovani in rapido accrescimento. L'evidenza suggerisce anche che può avvenire una forma in utero, quando gli animali nascono con una miodegenerazione o la sviluppano subito dopo la nascita.
La forma cardiaca di MN ha generalmente un rapido inizio con l'animale che va incontro ad un grave stato di debilitazione o addirittura a morte. La forma cardiaca spesso si presenta con lesioni al cuore, diaframma e muscoli intercostali. Negli animali colpiti si osserva una rapida depressione ed una marcata difficoltà respiratoria, debolezza, decubito, polso frequente e aritmico, mentre la temperatura rettale è spesso normale. La forma scheletrica ha generalmente un inizio più lento, caratterizzato da una debolezza muscolare o una certa rigidità nell'andatura. La maggior parte dei capretti colpiti rimangono in decubito e mantengono la stazione soltanto per brevi periodi. I muscoli degli arti posteriori e anteriori si possono presentare gonfi, duri e dolorosi alla palpazione, quelli comunemente colpiti includono il gastrocnemio, semitendinoso, semimembranoso, bicipite femorale ed i muscoli delle regioni lombari, dei glutei e del collo. Anche i muscoli della lingua possono essere coinvolti portando ad una disfagia. La MN va differenziata dalle altre numerose patologie che comportano una morte improvvisa, difficoltà respiratorie, decubito, debolezza e rigidità dell'andatura. Gli animali colpiti dalle forme di miodegenerazione acuta presentano spesso alti livelli sierici delle attività enzimatiche di origine muscolare come CPK, AST e LDH.
All'esame anatomopatologico degli animali venuti a morte o sacrificati, si osserva una miodegenerazione bilaterale e simmetrica. La degenerazione dei muscoli scheletrici è caratterizzata da una decolorazione del tessuto muscolare che appare di colore rosa pallido o grigio-giallastro oppure biancastro con superficie di taglio asciutta, opaca simile alla cera (degenerazione cerea, ialina o di Zenker). Le fasce muscolari colpite sono spesso vicine a quelle apparentemente normali o scarsamente colpite. Il muscolo cardiaco va incontro ad una degenerazione simile a quella dei muscoli scheletrici con lesioni che si osservano spesso in entrambi i ventricoli.
Lo stato del selenio di un animale o di un gruppo di animali può essere determinato con analisi di laboratorio su biopsie di tessuto o su sangue. Lo stato della vit. E può essere determinato sui campioni di plasma. I campioni di sangue o plasma ci offrono indicazioni sullo stato del selenio e della vitamina E circolanti ma non sullo stato delle riserve. Le biopsie o i campioni di tessuto (in particolare di fegato) possono offrire, invece, anche indicazioni sullo stoccaggio e sullo stato della supplementazione. Il sangue intero è preferito al plasma

ed al siero per la determinazione del selenio. Si sospetta una carenza di selenio nella capra quando i livelli di selenio del sangue intero sono inferiori a 5 μg/dl (< 0,05 ppm). La concentrazione epatica normale di selenio varia tra 0,9 e 1,75 μg/g di SS. La determinazione eritrocitaria dell'enzima selenio dipendente GSH-px può offrire utili indicazioni sullo stato corporeo del selenio. L'attività della GSH-Px negli eritrociti rimane costante per 4-6 giorni quando mantenuta a + 4°C, dopo questo tempo si notano significativi decrementi. Nella capra i livelli normali di GSH-px ancora non sono stati determinati, tuttavia livelli inferiori a 25 U/mgHb sono state riscontrate in greggi problema.
Nella forma cardiaca il danno è spesso esteso ed incompatibile con la vita, comunque, il trattamento può anche avere successo. Di contro, la forma scheletrica è più suscettibile al trattamento, sebbene la prognosi sia sempre riservata e dipenda da eventuali complicazioni successive. Il trattamento consiste nella somministrazione parenterale di soluzioni a base di selenio e vitamina E. Queste sono disponibili con concentrazioni di selenio che variano tra 0,25 a 5 mg/ml con 50 mg di vit. E. come l'α-tocoferolo acetato. La dose raccomandata per il selenio varia tra 0,50 a 0,067 mg/kg (2,5 - 3 mg/45 kg di peso corporeo) somministrati intramuscolo o sottocute. La somministrazione dei medicamenti composti non deve superare le dosi consigliate per evitare il rischio di una intossicazione da selenio.
La prevenzione ed il controllo sono effettuati con la supplementazione di selenio e vitamina E, sebbene la carenza di selenio sia più frequentemente implicata nella patogenesi della MN. La supplementazione di selenio viene fatta attraverso l'impiego di integratori alimentari (Kennedy, 2000). L'integrazione con selenio inorganico a livelli di 0,2 ppm può non risultare sufficiente nelle zone ad alto rischio. Tale integrazione, tuttavia, dovrebbe coprire tutti i periodi dell'anno e non essere limitata soltanto a quei periodi in cui si fa uso di concentrati (fine gestazione ed inizio lattazione). La somministrazione di selenio organico risulta più efficiente rispetto ai composti inorganici che metabolizzati nel rumine vengono trasformati in composti difficilmente assorbibili. Alternativamente, ai singoli animali si possono somministrare periodicamente per via parenterale Selenio e vitamina E, per mantenere i livelli negli animali e/o assistere al passaggio placentare di selenio al feto. Tale trattamento è da effettuarsi però solo nel periodo di asciutta, visto che è da evitare negli animali in lattazione. Può essere consigliata una somministrazione parenterale ai capretti subito dopo la nascita. Alimentare gli animali con fieni ben fatti e conservati, o granaglie fresche e foraggi verdi, assicura un'adeguata somministrazione di vitamina E.

13.2.5. Carenza di rame

La carenza di rame avviene quando l'apporto con la dieta dell'elemento risulta carente (carenza primaria) o quando l'assorbimento o il metabolismo del rame è condizionato negativamente da altri fattori (carenza secondaria). Una varietà di condizioni possono determinare una riduzione dell'assorbimento di rame da parte del tratto gastrointestinale. La concentrazione minima di rame raccomandata nella dieta è di 10 ppm (Lamand, 1978) con la raccomandazione di mantenere il rapporto Cu:Mo sotto 2:1 (Buck, 1986). L'integrazione deve salire a 14 ppm quando nella razione ci sono elementi che possono interferire con l'assorbimento del Cu. La carenza secondaria di rame è associata soprattutto con alti livelli di molibdeno, solfati, zinco, ferro ed altri composti nella dieta. L'eccesso alimentare di molibdeno può portare alla formazione di molibdato rameico nel rumine che è scarsamente solubile e non viene assorbito dall'intestino. In aggiunta, l'eccesso di solfuri o solfati nell'alimento o nell'acqua di bevanda può portare alla formazione di tiomolibdato di rame nel rumine che è insolubile. La causa della carenza di rame nei casi clinicamente manifesti è spesso multifattoriale e può essere difficile da quantificare. Il rame è un componente essenziale di numerosi enzimi. Alcuni degli enzimi contenenti rame più importanti da un punto di vista medico sono: superossido-dismutasi (forma citoplasmatica, zinco e rame dipendente), citocromo-ossidasi, lisil-ossidasi, acido ascorbico-ossidasi e ceruloplasmina. Inoltre, la normale assunzione di rame sembra essere essenziale per l'assorbimento del ferro ed il suo trasporto dal fegato al sistema reticoloendoteliale; risulta quindi necessario alla formazione dell'emoglobina. La precisa fisiopatologia della maggior parte delle sindromi dovute alla carenza di rame non è ancora conosciuta. Comunque, sembrano essere molto importante il ruolo centrale del rame nel prevenire il danno dell'ossidazione cellulare e quello che svolge nel metabolismo del ferro e dello zolfo. I sintomi della carenza di rame includono diarrea acquosa e profusa, diminuzione dell'incremento ponderale, aspetto deperito, anemia, cambiamento del colore del mantello (acromotrichia) o qualità del vello, anemia, fratture spontanee, demielinizzazione dei nervi periferici (atassia enzootica dei caprini ed ovini) e zoppie (epifisiti). Generalmente una sola di queste sindromi predomina in un dato allevamento. I capretti ed i feti sono i più suscettibili alla carenza di rame rispetto agli animali adulti.

I capretti che nascono da madri con carenza di rame sono più soggetti alla comparsa di sintomi clinici rispetto ai vitelli. Il latte è una scarsa fonte di rame contenendo soltanto da 0,2-0,6 ppm nelle capre normali e 0,01-0,02 in quelle con una grave carenza. Il sito primario di accumulo del rame è il fegato nel quale la

sua concentrazione normale si aggira tra gli 80-200 μg/g (ppm) di sostanza secca. Le concentrazioni ematiche di rame si possono riscontrare normali perfino quando quelle epatiche scendono al di sotto di 35 μg/g, dopo di che anche esse cominciano a diminuire. La concentrazione plasmatica di rame è generalmente più alta del 5% rispetto quella del siero. Le concentrazioni normali di rame nel siero vanno da 0,7 a 1,2 μg/ml, valori sotto i 0,4 sono considerati marcatamente bassi mentre quelli tra 0,4 e 0,7 sono considerati marginali e sono difficili da interpretare. Il trattamento della carenza di rame è generalmente possibile utilizzando il glicinato di rame iniettabile (30% di rame) e la prognosi è spesso buona, anche se dipende dalla gravità delle lesioni. Agli agnelli si possono somministrare 35 mg di solfato di rame per capo due volte alla settimana per prevenire la sintomatologia nelle aree endemiche. I fabbisogni in rame per i caprini variano da 5 e 10 mg/kg di SS. Le capre adulte sono meno sensibili all'intossicazione da rame rispetto agli ovini. Episodi di intossicazione cronica da rame si sono verificati in capretti d'Angora alimentati con latte ricostituito per vitelli (Humphries *et al.*, 1987).

13.2.6. Carenza di zinco

L'importanza dello zinco sta nel fatto che esso è coinvolto nella struttura di diversi enzimi; è stato infatti ritrovato in più di 70 enzimi tra cui: deidrogenasi, aldolasi, fosfatasi, peptidasi ed in altri, dove rappresenta invece, un cofattore, come ad esempio endolasi, decarbossilasi, arginasi, RNA-polimerasi, ecc.. Altri enzimi sono attivati dallo zinco anche se essi non formano composti permanenti con questo.

Nei ruminanti lo zinco è assorbito dall'intero tratto digerente ed il suo assorbimento dipende da numerosi fattori, come l'età, la composizione dell'alimento e le relazioni con altri elementi come avviene ad esempio per il Ca, dimostrato per i suinetti, polli, capre, animali da laboratorio ed il cane. L'eccesso di calcio nell'organismo interferisce con l'assorbimento dello zinco per l'aumento del fosfato e dell' acido fitico nel cibo (Singer *et al.*, 2000). Anche le vitamine interferiscono con l'assorbimento dello zinco; nel caso di ipovitaminosi A il suo assorbimento decresce rapidamente perfino se ce n'è un adeguato contenuto nella razione. Anche la carenza di vit. D provoca una diminuzione dell'assorbimento dello zinco e quindi una sua carenza. La stessa cosa avviene per le vitamine B1 e B6. Circa il 10-30% dello zinco presente nell' alimento viene utilizzato, ma se la razione è carente il suo utilizzo può arrivare al 75%. Lo zinco assorbito viene trasportato dal sangue al fegato, milza e pancreas, dove viene stoccato in riserve metabolizzabili. La più alta concentrazione dello zinco viene

trovata nella corioidea e nell'iride, nello scheletro e nelle formazioni epidermiche come gli unghielli. La maggior parte dello zinco è escreto con le feci mentre una piccola quota con le urine.
Siccome lo zinco entra nella funzione di numerosi enzimi la sua carenza riguarda molti organi e apparati. La carenza di zinco è stata descritta nei suini negli animali da laboratorio, polli, piccoli e grossi ruminati. I sintomi sono spesso perdita di appetito, stentata crescita, diminuzione di peso, lesioni ai tessuti epidermici ed alterazioni dello scheletro (Ray *et al.*, 1997). La carenza di zinco è causa di ipofertilità. I maschi ed i giovani sono più suscettibili. Nei maschi la spermatogenesi è inibita; c'è infatti un notevole contenuto di zinco nello sperma; la sua carenza porta anche ad un minore sviluppo dei caratteri sessuali secondari e nelle femmine il ciclo riproduttivo è depresso in tutti i suoi stadi, dal calore alla lattazione.
La perdita di peso nella carenza di zinco è dovuta alla scarsa funzionalità degli enzimi proteolitici.
I disturbi dello scheletro sono stati notati nei topi e nei polli. Anche gli embrioni di madri deficienti sono colpiti, i loro scheletri sono deformati, le ossa lunghe sono più corte, le vertebre sono fuse assieme ed anche la formazione del cranio non è corretta. Il metabolismo dello zinco è associato a quello delle ghiandole endocrine. Nei testicoli e nella prostata i livelli di zinco sono direttamente controllati dagli ormoni gonadotropi dell'ipofisi. Una carenza di zinco può essere prodotta nei suinetti sopprimendo l'attività ormonale delle paratiroidi, fornendo un eccesso di calcio con la razione oppure somministrando sostanze tireostatiche.

13.2.7. Carenza di cobalto

I microrganismi del rumine sono in grado di sintetizzare vitamina B_{12}, la quale per il 4 % è costituita da cobalto. Quindi la carenza di cobalto nei ruminanti si manifesta come una carenza di vitamina B_{12} e la sua determinazione rappresenta un buon indice di carenza dell'elemento (McDowell, 1992). Normalmente il cobalto non viene stoccato nell'organismo in quantità significative e la piccola quantità che può essere immagazzinata non torna facilmente indietro nel rumine o nell'intestino per la sintesi della vitamina B_{12}. Di conseguenza le capre, come gli altri ruminanti, devono consumare di continuo cobalto per garantire un'adeguata sintesi di vitamina B_{12} nel rumine. L'inoculazione parenterale di cobalto, quindi non è efficace nella carenza secondaria di vitamina B_{12}.
La carenza di cobalto e quindi quella secondaria di vitamina B_{12} si manifesta nelle capre con sintomi quali: perdita dell'appetito, emaciazione, debolezza,

anemia, diarrea e diminuzione delle produzioni. La malattia clinica è più frequente nei giovani animali in crescita.
Un difetto primario nella carenza di Co nei ruminanti è rappresentato dall'inadeguatezza del metabolismo del propionato allo stadio metabolico in cui, l'enzima metilmalonil-CoA mutasi necessita della vitamina B_{12} e che catalizza la conversione del metilmalonil-CoA a succinil-CoA. Come la carenza di Co si fa grave la velocità di utilizzazione del propionato ematico diminuisce e si accumula il metilmalonil CoA. Con una grave carenza di Co aumenta la quantità dell'acido metilmalonico (MMA) nelle urine. Come aumenta il tempo di dimezzamento della clearance del propionato la quantità di alimento volontariamente ingerito diminuisce negli animali in carenza di Co. La crescita diminuita, la perdita di peso, lo stato di deperimento e l'anoressia sono strettamente correlati con le osservate anomalie del metabolismo dei carboidrati. La diarrea che si osserva nella carenza di Co non è stata spiegata; comunque un aumento della suscettibilità alle parassitosi può spiegare questa osservazione clinica. L'anemia associata alla carenza di Co si sviluppa tardi in questa sindrome ed è caratterizzata come normocitica e normocromica. La carenza di Co causa la carenza dell'enzima vit B_{12} contenente la 5-metiltetraidrofolato omocisteina metiltransferasi. Questo interferisce con il riciclo della metionina ed ha una marcata influenza sul metabolismo dei folati. In aggiunta a potenziare il risultato dell'anemia, attraverso un'inefficiente metabolismo dei folati, la scarsa attività di questa metiltransferasi potrebbe portare ad una carenza di metionina; questa è la possibile spiegazione che sta alla base della ritenzione di azoto e della scarsa crescita di peso e della quantità di lana.
Poiché il ruolo del cobalto nei ruminanti è legato alla formazione, all'assorbimento e all'utilizzazione della vit B_{12}, il test clinico più significativo è l'analisi dei livelli tissutali di tale vitamina. Comunque l'effetto del digiuno tende ad incrementare le concentrazioni di vit. B_{12} nel fegato e nei reni. Se la carenza di cobalto è legata ad altre situazioni che causano anoressia i livelli tissutali di vit. B_{12} possono anche risultar normali. I criteri usati nella pecora (ed estendibili anche ai bovini) indicano valori di vit B_{12} (μg/g) nel fegato fresco < 0,07 nella carenza grave, tra 0,07 e 0,1 nella mediocre carenza, tra 0,11 e 0,19 in quella leggera e > di 0,19 nelle condizione di normale apporto (Johnson *et al.*, 1999).
La determinazione della vit B_{12} sierica è svantaggiosa in molte situazioni cliniche. I livelli sierici o plasmatici di vit. B_{12} mostrano variazioni rilevanti durante la giornata. La concentrazione sierica di vit. B_{12} riflette più strettamente l'ingestione di cobalto a breve termine e può essere diminuita anche quando ci sono ancora adeguate riserve epatiche di vit. B_{12}. In ruminanti con un apporto di

cobalto normale i livelli sierici di vit B_{12} variano generalmente tra 1 e 3 ng/ml. Quando la vitamina B_{12} diminuisce a 0,3 ng/ml è stata raggiunta la soglia della sintomatologia clinica ed i marcati sintomi della deficienza di Co si evidenziano. Una grave deficienza di Co nei ruminanti porta ad una escrezione urinaria di acido metilmalonico (MMA) e di acido formiminoglutamico (FIGLU) (accumulo per difetto degli enzimi ciclodeaminasi e formiminotransferasi). Livelli di FIGLU pari a 0,08 - 0,2 μmol/l dovrebbero essere rappresentativi di una carenza di Co e dovrebbero ritornare a zero dopo somministrazione di vit B_{12}. Il fatto che l'escrezione urinaria di MMA e FIGLU si osservi solamente alla fine di una carenza di cobalto limita l'uso rutinario di queste determinazioni.
La carenza di cobalto nei ruminanti avviene in alcune regioni nel mondo ed in associazione con vari tipi di suoli. La forma clinica è riportata in Nuova Zelanda, Australia, Brasile, Regno Unito, Irlanda, Scandinavia, e Nord America. In pratica, nei ruminanti, le diete con 0,1 mg/kg sono considerate adeguate. Le leguminose hanno una quantità di Co relativamente alta. L'erba cresciuta rapidamente ha concentrazioni molto più basse di Co, mentre le granaglie di cereali ne hanno uno scarso contenuto. L'olio di semi di cereali ne è generalmente una buona fonte.
In Italia, non sono stati eseguiti numerosi studi per verificare la quantità di cobalto presente nei foraggi e nei terreni. La maggiore prova della carenza di cobalto rimane a tutt'oggi l'evidenza dei benefici legati alla sua supplementazione. La risposta è generalmente rapida, con un aumento dell'appetito in meno di una settimana, e di conseguenza un miglioramento dello stato di nutrizione. Il miglioramento dell'anemia, tuttavia, avviene più lentamente (Blood e Radostits, 1989).

13.2.8. Carenza di iodio (gozzo ipotiroideo)

Il sintomo più evidente della carenza di iodio è l'ingrossamento della tiroide o gozzo, specialmente negli animali neonati. Gli ovini ed i caprini sembrano essere più sensibili dei bovini a questa carenza. Tuttavia anche gli adulti possono andare incontro a forme subcliniche ed insidiose che si trasformano in riduzione delle capacità produttive, presenza di aborti ed elevata mortalità neonatale (Aguggini *et al.*, 1998). La carenza di iodio è abbastanza diffusa negli allevamenti caprini, infatti, la maggior parte dei foraggi ingeriti sembra contenere bassi livelli di iodio rispetto ai fabbisogni degli animali. Questo può essere aggravato da fattori interferenti come, ad esempio, un'alta ingestione di calcio che limita l'assorbimento dello iodio, e la somministrazione di piante del genere brassica che contengono glucosidi cianogenetici. Le zone più a rischio sono

rappresentate soprattutto dalle aree interne che tendono a divenire sempre più carenti di iodio a causa di un costante depauperamento. Quasi tutto lo iodio presente nell'organismo è stoccato nella tiroide sotto forma di tiroglobulina e tiroxina (T4). Lo iodio, infatti, è il costituente degli ormoni tiroidei, triiodotironina (T3) e tetraiodotironina (T4) di cui soltanto la prima rappresenta la forma libera e fisiologicamante più attiva. Questi svolgono funzioni importanti controllando gli scambi energetici, il metabolismo e la crescita tissutale (Aguggini *et al.*, 1998). La carenza di iodio porta alla formazione di gozzo perché la scarsità di tiroxina provoca la stimolazione della tiroide da parte dell'ormone tireotropo (TSH), prodotto della ghiandola pituitaria, che induce un'iperplasia della tiroide. La diminuzione del metabolismo basale porta all'insorgenza di una serie di sintomi clinici non specifici. Questi includono un insufficiente sviluppo degli animali in accrescimento, una scarsa produzione di latte e debilitazione generale nelle capre con un progressivo declino delle funzioni sessuali. Un sintomo diagnostico più specifico è la presenza di aborti e nati morti che possono presentare il gozzo e da un insufficiente copertura di pelo. Una diagnosi precisa può essere fatta con la determinazione del contenuto di iodio nel sangue, urine e perfino nel latte, anche se l'interpretazione dei risultati non è semplice in quanto tale carenza è un problema a lungo termine e la ghiandola tiroidea accumula sufficiente iodio utilizzabile nei lunghi periodi di carenza. Nella capra valori di iodio nel latte inferiori a 80 μg/l possono avere un valore indicativo della carenza di iodio nella razione. Una volta accertata la carenza la semplice correzione della dieta dovrebbe essere sufficiente alla risoluzione del problema. Molti alimenti complessi contengono un adeguato contenuto come blocchi di sale iodato che dovrebbero essere messi a disposizione degli animali. Una somministrazione giornaliera di 0,8 ppm/kg di sostanza secca di alimento è sufficiente in capre in lattazione e 0,2 ppm/kg sostanza secca di alimento per capretti e capre in asciutta. Una supplementazione esagerata può indurre problemi clinici di eccesso iodico o iodismo (Aguggini *et al.*, 1998).

13.2.9. Carenza di vitamina B1 (tiamina)

Polioencefalomalacia

È una degenerazione del SNC dei ruminanti che deriva da un difetto del metabolismo della tiamina. La malattia può essere di natura primaria o secondaria ad un'intossicazione da grano (acidosi ruminale acuta) ed è frequente nelle capre che vanno incontro ad un eccesso di carboidrati (Brent, 1976).

I sintomi clinici della poliencefalomalacia possono essere a rapido decorso o svi-

lupparsi lentamente in parecchi giorni. I sintomi precoci e specifici della poliencefalomalacia includono l'anoressia, la diarrea, iperestesia, tremori muscolari, depressione, sonnolenza, atassia, deficit prepriocettivo, cecità, atteggiamenti particolari della testa quali pressione su qualche oggetto, strabismo dorso-mediale, eccitazione o aggressività e masticazioni ripetitive. Gli animali di solito presentano anormali riflessi pupillari e palpebrali (Thomas *et al.*, 1987). Eccetto per lo strabismo, la funzione dei nervi craniali è normale durante le prime fasi della malattia, anche se nelle fasi più avanzate essi possono presentare segni di una compromissione vestibolare centrale incluso il nistagmo. Convulsioni tonico-cloniche possono essere facilmente indotte stimolando anche leggermente il paziente. La maggior parte degli animali affetti vanno in decubito e diventano ipertonici. Quelli che sopravvivono rimangono praticamente decorticati e devono essere eliminati causa le loro scarse performance produttive. Se è avvenuta una grave intossicazione ruminale il paziente mostra anche dilatazione e riempimento acquoso del rumine. La temperatura rettale è normale, a meno che non ci sia un eccesso di contrazioni muscolari. La frequenza cardiaca e respiratoria è generalmente aumentata. Una sindrome determinata da un'elevata attività tiaminasica e bassi livelli plasmatici di tiamina, caratterizzata da diarrea cronica, dolore addominale e perdita di peso senza sintomi nervosi, si è osservata in Australia. Gli ovini affetti presentano un'elevata attività tiaminasica e facilmente sviluppano la malattia dopo numerosi giorni di diarrea. La più importante diagnosi differenziale fa fatta con l'enterotossiemia (tipo D), avvelenamento da piombo o altri metalli pesanti e avvelenamento da sale.

Con l'eccezione della transchetolasi ruminale ed eritrocitaria sono pochi i reperti antemortem della poliencefalomalacia. L'analisi microscopica del contenuto ruminale mostra una diminuzione dei cocchi gram positivi e dei coccobacilli gram negativi, con un netto aumento dei bacilli gram positivi. Nelle condizioni pratiche la diagnosi si fa soprattutto basandosi sui sintomi clinici (specialmente la cecità) e quelli corticali in animali di una certa età ed in determinate condizioni alimentari. La misurazione della transchetolasi ruminale o eritrocitaria è una misurazione sensibile dello stato dell'attività tiaminasica dei pazienti. La normale attività media della transchetolasi varia tra 0,3 e 2,9 μmol pentoso/ora per 10^9 eritrociti. Tale attività è spesso riportata come effetto percentuale sulla tiamina fosfato. Un grande aumento di questa attività è spesso legata a casi di polioncefalomalacia. Anche la tiamina fosfato può essere determinata negli eritrociti e nel fluido ruminale. Altri rilievi di laboratorio possono essere le concentrazioni ematiche di piruvato, lattato e piruvato chinasi. Variazioni del liquido cefalo-rachidiano possono essere una leggera pleiocitosi (5 -

50) ed un aumento delle proteine (>50 mg/dl). Anche le tiaminasi possono essere determinate sul fluido ruminale e sulle feci.
La tiamina svolge diverse funzioni nell'organismo. La tiamina difosfatasi è la sua forma attiva. Questa molecola serve come coenzima per gli enzimi transchetolasi, piruvato e α-chetoglutarato deidrogenasi. La transchetolasi si trova negli eritrociti e nelle cellule del sistema nervoso, dove la deplezione dell'enzima limita la velocità della via metabolica del fosfato pentoso. Questa via metabolica è essenziale nel metabolismo del glucosio nel sistema nervoso. Altre attività dove la tiamina partecipa sono la decarbossilazione di 2-oxoisovaleriato, 2-oxoisocaproato, 2-oxoglutarato ecc.. La perdita di queste funzioni porta ad un aumento della concentrazione di α-chetoglutarato, fenipiruvato e idrossifenilpiruvato nel plasma degli animali affetti (Kinsella e Riley, 1999). Il piruvato e l'α-chetoglutarato promuovono la normale funzione del ciclo di Krebs che è un'importante via metabolica per la produzione di energia sotto forma di ATP nel sistema nervoso. Questi cambiamenti portano ad una diminuzione dell'attività ATP-dipendente di trasporto dell'acqua e sodio nei neuroni, con conseguente edema intraneuronale. Questo porta ad un aumento della pressione intracranica e necrosi neuronale. Come la necrosi aumenta si associa un edema, una proliferazione dei capillari dell'endotelio ed un'infliltrazione corticale di macrofagi. La combinazione tra l'aumentata pressione intracranica e l'edema neuronale produce una necrosi laminare e poliomalacia.
La tiamina è importante anche nel metabolismo dei neurotrasmettitori. Nei bovini normali è stato dimostrato che essi producono una normale quantità di tiamina nel rumine, mentre in condizioni dietetiche particolari le concentrazioni ruminali di tiamina sono diminuite. I possibili meccanismi delle basse concentrazioni ruminali di tiamina includono la produzione di tiaminasi batteriche, produzione o ingestione di analoghi inattivi della tiamina, ingestione di tiaminasi, insufficiente assorbimento o fosforilazione della tiamina, aumentata escrezione fecale di tiamina o diminuzione della produzione di tiamina difosfato. Negli animali affetti da polioencefalomalacia esiste una correlazione negativa tra tiaminasi delle feci e l'attività della tiamina, indicando che la distruzione della tiamina ad opera della flora ruminale è molto importante nel determinismo della malattia. I batteri anaerobi possono essere i maggiori tiaminasi produttori nella pecora, mentre gli aerobi possono avere effetto nelle capre e nei bovini. Due tipi di tiaminasi (tipo I e II) sono state descritte. La tiaminasi I è prodotta dal bacillo tiaminolitico o *clostridio sporogens*; l'enzima catalizza l'idrolisi della tiamina a livello del ponte metilico tra il pirimidinil e l'anello tiazolico. La tiaminasi II è prodotta dal *bacillus aneuricoliticus* che prolifera in risposta ad

un'eccessiva somministrazione di granaglie; l'enzima catalizza l'idrolisi del ponte metilico tra i due anelli strutturali della tiamina.
Durante un episodio di polioencefalomalacia, la tiaminasi può essere escreta con le feci più del 50% rispetto gli animali asintomatici; inoltre questi animali possono presentare una diminuzione dell'incremento ponderale. Questo indica che i casi individuali di poliencefalomalacia possono servire da sentinelle nei confronti dei problemi alimentari dell'intero effettivo. Il rapporto tra la produzione ruminale e fecale di tiaminasi, la concentrazione plasmatica e tissutale di tiamina e lo sviluppo dei sintomi clinici non è ancora chiaro. Alcuni animali malati possono avere livelli normali di tiamina nel plasma ma avere una marcata diminuzione dei livelli eritrocitari e tissutali indicando in parte che la patogenesi della malattia del sistema nervoso è causata da una compromissione dei meccanismi del trasporto intracellulare della tiamina.
Fattori dietetici possono contribuire allo sviluppo della poliencefalomalacia incluso l'eccessiva presenza di solfati, la carenza di cobalto, l'eccessiva alimentazione con urea e melasso negli animali ruminanti o una continua alimentazione con latte ricostituito carente di tiamina in quelli ancora non ruminanti. La presenza di solfati nella dieta può interferire con la sintesi di tiamina da parte della flora ruminale.
La polioncefalomalacia è un'evenienza sia individuale che di allevamento. Sebbene sia più comune negli animali supplementati con le granaglie essa si può riscontrare anche in soggetti al pascolo.
È stata osservata negli ovini da 3 settimane a 5 anni di età con un picco in animali con più di 18 mesi di età. L'incidenza in alcuni greggi è stata maggiore del 10% e superiore in agnelli svezzati con diete particolarmente ricche di cereali.
Le lesioni macroscopiche sono caratterizzate da edema, fragilità della corticale, ed una colorazione giallina delle circonvoluzioni. Nei casi più gravi il cervelleto può essere erniato nel forame magno. L'accumulo di pigmenti di lipofuscina nelle zone necrotiche può essere messo in evidenza con una lampada ad ultravioletti. Le lesioni microscopiche includono una necrosi laminare della materia grigia della corteccia, edema intra e intercellulare, necrosi neuronale e gliosi.
Quando scoperta e trattata prima dello sviluppo della necrosi neuronale risponde bene alla somministrazione di tiamina. Animali con sintomatologia possono rispondere meno e rimanere cechi e depressi. La tiamina dovrebbe essere somministrata alla dose di 10-20 mg/kg sia intramuscolo che sottocute tre volte al giorno. Il trattamento deve essere protratto per almeno tre giorni. Dal momento che nel rumine può essere avvenuta la distruzione di tutte le vitamine B,

alcuni consigliano un trattamento polivitaminico del complesso B.
La tiamina può essere supplementata (da 3 a 10 mg/kg di alimento) nelle razione il cui rapporto fieno:concentrato è basso. Altra raccomandazione per la prevenzione della poliencefalomalacia è l'aggiunta alla razione di lievito di birra ed abituare gradualmente gli animali alle diete ricche di concentrati. La supplementazione alle capre di 50-60 mg di tiamina per animale al giorno è stata pure raccomandata anche se può essere solo necessario controllare la dieta. Nelle aree carenti è necessaria un'integrazione con cobalto.

bibliografia

1. Aguggini G., Beghelli V., Giulio L.F., 1998. Fisiologia degli animali domestici con elementi di etologia; pp. 688-702. UTET Torino.
2. Akana S.F., Strack A.M., Hanson E.S., Dallman M.F., 1994. Regulation of activity in the hypothalamo-pituitary-adrenal axis is integral to a larger hypothalamic system that determines caloric flow. Endocrinology 135: 1125-1134.
3. Atcha Z., Cagampang F.R.A., Stirland J.A., Morris I.D., Brooks A.N., Ebling F.J., Klingenspor M., Loudon A.S.I., 2000. Leptin acts on metabolism in a photoperiod-dependent manner, but has no effect on reproductive function in the seasonally breeding Siberian hamster (Phodopus sungorus). Endocrinology 141: 4128-4135.
4. Bado A., Levasseur S., Attoub S., Kermorgant S., Laigneau J.P., Bortoluzzi M.N., Moizo L., Lehy T., Guerre M.M., Marchand-Brustel Y.L., Lewin M.M., Le-Marchand B.Y., 1998. The stomach is a source of leptin. Nature 394: 790-793.
5. Barber M.C., Clegg R.A., Travers M.T., Vernon R.G., 1997. Lipid metabolism in the lactating mammary gland. Biochim. Biophys. Acta, 1347: 101-126.
6. Barker-Gibb M.L., Clarke I.J., 2000. Effect of season on neuropeptide Y and galanin within the hypothalamus of the ewe in relation to plasma luteinizing hormone concentration and the breeding season: an immunohistochemical analysis. J Neuroendocrinol. 12: 618-626.
7. Bell A.W., 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. J.Anim.Sci. 73: 2804-2819.
8. Bell M.E., Bhatnagar S., Akana S.F., Choi S., Dallman M.F., 2000. Distruption of arcuate/paraventricular nucleus connections changes body energy balance and response to acute stress. J Neurosci. 20(17): 6707-6713.
9. Bi S., Gavrilova O., Gong D.W., Mason M.M., Reitman M., 1997. Identification of a placental anhancer for the human leptin gene. J. Biol. Chem. 272: 30583-30588.
10. Bidwell C.A., Ji S., Frank G.R., Cornelius S.G., Willis G.M., Spurlock M.E., 1997. Cloning, and expression of the porcine obese gene. Anim. Biotech. 8: 191-206.
11. Blood D.C., Radostits O.M., 1989. Veterinary Medicine. A text book of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. 7th Ed. Philadelphia, Baillière Tindall.
12. Braun U., Rihs T., Schefer U., 1992. Ruminal lactic acidosis in sheep and goats. Vet. Rec., 130: 343-349.
13. Brent B.E., 1976. Relationship of acidosis to other feedlot aliments. J.Anim. Sci., 43: 930-935.
14. Buck W.B., 1986. Copper-Molybdenum. Current Veterinary Therapy Food Animal Practice 2. Edited by J.L. Howard. Philadelphia, W.B. Saunders, pp. 437-439.

15. Calogero A.E., Gallucci W.T., Gold P.W., Chrousos G.P., 1988. Multiple feedback regulatory loops upon rat hypothalamic corticotropin-releasing hormone secretion: potential clinical implication. J. Clin. Invest. 82: 767-774.

16. Canpolat S., Sandal S., Yilmaz B., Yasar A., Kutlu S., Baydas G., Kelestimur H., 2001. Effects of pinealectomy and exogenous melatonin on serum leptin levels in male rat. Eur. J. Pharmacology 428: 145-148.

17. Choi S., Wong L.S., Yamat C., Dallman M.F., 1998. Hypothalamic ventromedial nuclei amplify circadian rhythms: do they contain a food-entreined endogenous oscillator? Journal of neuroscience 18: 3843-3852.

18. Choi S.J., Dallman M.F., 1999. Hypothalamic obesity: multiple routes mediated by loss of function in medial cell groups. Endocrinology 140: 4081-4088.

19. Clarke I.J., Scott C.J., Rao A., Pompolo S., Barker-Gibb M.L., 2000. Seasonal changes in the expression of neuropeptide Y and pro-opiomelanocortin mRNA in the arcuate nucleus of the ovariectomized ewe: relationship to the seasonal appetite and breeding cycles. J Neuroendocrinol. 12: 1105-1111.

20. Cohen B., Novick D., Rubistein M., 1996. Modulation of insulin activies by leptin. Science 274: 1185-1188.

21. Dallman M.F., Akana S.F., Bhatnagar S., Bell M.E., Choi S., Chu A., Horsley C., Levin N., Meijer O., Soriano L.R., Strack A.M., Viau V., 1999. Starvation: early signals. sensors. and sequelae. Endocrinology 9: 4015-4023.

22. Ehrhardt R.A., Slepetis R.M., Bell A.W., Boisclair Y.R., 2001. Maternal leptin is elevated during pregnancy in sheep. Domest Anim Endocrinol. Aug;21(2):85-96.

23. Emilsson V, Liu Y.L., Cawthorne M.A., Morton N.M., Davenport M., 1997. Expression of the functional leptin receptor mRNA in pancreatic islets and direct inhibitory action of leptin on insulin secretion. Diabetes. Feb; 46(2): 313-6.

24. Fan W., Boston B.A., Kesterson R.A., Hruby V.J., Cone R.D., 1997. Role of melanocortinergic neurons in feeding and the agouti obesity syndrome. Nature 385: 165-168.

25. French M.H., 1970. In observation on the goat, 82-88. Roma: Fao.

26. Garcia-Belenguer S., Oliver C., Mormede P., 1993. Facilitation and feed-back inthe hypothalamo-pituitary-adrenal axis during food restriction in rats. J Neuroendocrinol. 5: 663-668.

27. Gutzwiller A., 1991. The effect of the selenium status of goats on the resistance of erythrocytes to oxidative damage. Schweiz Arch Tierheilkd; 133(4): 157-61.

28. Humphries W.R., Morrice P.C., Mitchell A.N., 1987. Copper poisoning in Angora goats. Vet. Rec., 121-231.

29. Huszar D., Lynch C.A., Fairchild-Huntress V., Dunmore J.H., Fang Q., Berkemeir L.R., Gu W., Kesterson R.A., Boston B.A., Cone R.D., Smith F.J., Campfield L.A., Burn P., Lee F. 1997. Targeted disruption of the melanocortin-4 receptor results in obesità in mice. Cell 88: 131-141.

30. Ingvartsen K.L., Andersen J.B., 2000. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. J. Dairy Sci. 83: 1573-1597.

31. Ingvartsen K.L., Boisclair Y.R., 2001. Leptin and regulation of food intake, energy homeostasis and immunity with special focus on periparturient ruminants. Domest. Anim. Endocr. 21: 215-250.

32. Ji S. Willis G.M., Scott R.R., Spurlock M.E., 1998. Partial cloning, and expression of the bovine leptin gene. Anim. Biotech. 9: 1-14.

33. Johnson E.H., Muirhead D., Annamalai K., King G.J., Al-Busaidy R., Shahul Hameed M., 1999. Hepatic lipidosis associated with cobalt deficiency in Omani goats. Veterinary Research Communications, 23(4): 215-221.

34. Katoh Norio, 2002. Relevance of Apolipoproteins in the development of Fatty Liver and Fatty Liver-relatid peripartum diseases in dairy cows. Journal Veterinary of Medical Science 64 (4): 293-307.

35. Kennedy G.F., 2000. White muscle disease or stiff lamb disease. International SheepsLetter. Vol.20 No.2, March.

36. Kinsella L.J., Riley D.E., 1999. Nutritional deficiences and syndromes associated with alcoholism. In: Goetz C.G., Papper E.J., eds. Textbook of clinical neurology. Philadelphia: W.B. Saunders; 798-818.

37. Klingenspor M., Dickopp A., Heldmaier G., Klaus S., 1996. Short photoperiod reduces leptin gene expression in white and brown adipose tissue of Djungarian hamsters. FEBS Lett. Dec 16: 399(3):290-4.

38. Krahn D.D., Gosnell B.A., 1988. Behavioral effects of corticotropin-releasing factor: localization and characterization of central effects. Brain Res 443: 63-69.

39. Lamand M., 1978. Oligoelements. In, Alimentation des Ruminants. Edited by R. Jarrige. Versailles, France, INRA Publications, pp. 143-159.

40. Levin N., Shinsako J., Dallman M.F., 1988. Corticosterone acts on the brain to inhibit adrenalectomy-induced adrenocorticotropin secretion. Endocrinology 122: 694-701.

41. Linklater Karl A., Smith C. Mary., 1994. Diseases and disorders of the sheep and goat. In metabolic deseases and nutritional deficiences, 211-218. London: Mosby-Wolfe.

42. Liu Y.L., Emilsson V., Cawthorne M.A., 1997. Leptin inhibits glycogen synthesis in the isolated soleus muscle of obese mice. FEBS lett. 411: 351-355.

43. Martens H., Schweigel M., 2000. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias. Inplications for clinical management. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. Jul; 16(2): 399-68.

44. Masuzaki H., Ogawa Y., Sagawa N., Hosoda K., Matsummoto T., Mise H., Nishimura H., Yoshimasa Y., Tanaka I., Mori T., Nakao K., 1997. Nonadipose tissue production of leptin: leptin is a novel placenta-derived hoemone in humans. Nat. Med. 3: 1029-1033.

45. McDowell L.R., 1992. Cobalt. In: L.R. McDowell (ed.), Minerals in Animals and

Human Nutrition, (Academic Press, New York), 205-223.

46. McKibbin P.E., Cotton S.J., McMillian S., Holloway B., Mayers R., McCarthy H.D., Williams G., 1991. Altered neuropeptide Y concentrations in specific hypothalamic regions of obese (fa/fa) Zucker rats: possible relationship to obesity and neuroendocrine disturbances. Diabetes 40: 1423-1429.
47. Mercer J.G., Moar K.M., Logie T.J., Findlay P.A., Adam C.L., Morgan P.J., 2001. Seasonally inappropriate body weight induced by food restriction: effect on hypothalamic gene expression in male Siberian hamster. Endocrinology 142: 4173-4181.
48. Murphy B., Nunes C.N., Ronan J.J., Harper C.M., Beall M.J., Hanaway M., Fairhurst A.M., Van der Ploeg L.H.T., MacIntyre D.E., Mellin T.N., 1998. Melanocortin-mediated inhibition of feeding behaviour in rats. Neuropeptides 32: 491-497.
49. Mohamed Nour M.S., Abusamra M.T., Hago B.E.D., 1998. Experimentally induced lactic acidosis in Nubian goats: Clinical, biochemical and pathological investigations. Small Ruminant Research 31: 7-17.
50. Muller G., Ertl J., Gerl M., Preibisch G., 1997. Leptin impairs metabolic actions of insulin in isolated rat adipocytes. J. Biol. Chem. 272: 10585-10593.
51. Muoio D.M., Dohn G.L., Fiedorek F.T.J., Tapscott E.B., Coleman R.A., 1997. Leptin directly alters lipid partitioning in skeletal muscle. Diabetes 46: 1360-1363.
52. Nelson D.R., 1992. Metabolic and Nutritional Diseases. www.inform.umd.edu/EdRes/.
53. Nordlund K.V., Garrett E.F., 1994. Rumenocentesis: a technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute rumen acidosis in diary herds. The bovine practitioner 28: 109-112.
54. Pavlata L., A. Pechová, J. Illek, 2001. Muscular Dystrophy in Dairy Cows Following a Change in Housing Technology. Acta Vet. Brno, 70: 269-275.
55. Poole D.B.R., 1989. Observations on the role of magnesium and phosphorus in the aetiology of urolithiasis in male sheep. Irish Veterinary Journal: 60-63.
56. Ramakrishnan R., Nazer M., Suthanthirarajan N., Namasivayam A., 2003. An experimental analysis of the catecholamines in hyperglycemia and acidosis-induced rat brain. International Journal of Immunopathology and Pharmacology; vol.16, n.3: 223-239.
57. Rasmussen D.D., Boldt B.M., Wilkinson C.W., Yellon S.M., Matsumoto A.M., 1999. Daily melatonin administration at middle age suppresses male rat visceral fat, plasma leptin, and plasma insulin to youthful levels. Endocrinology 140, 1009-1012.
58. Rasmussen D.D., Mitton D.R., Larsen S.A., Yellon S.M., 2001. Aging-dependent changes in the effect of daily melatonin supplementation on rat metabolic and behavioral responses. J. Pineal Res. 31: 89-94.
59. Rasmussen D.D., Marck B.T., Boldt B.M., Yellon S.M., Matsumoto A.M., 2003. Suppression of hypothalamic proopiomelanocortin (POMC) gene expression by daily melatonin supplementation in aging rats. J. Pineal Res. 34: 127-133.

60. Ray S.K., Roychoudhury R., Bandopadhyay S.K., Basu S., 1997. Studies on 'zinc deficiency syndrome' in black bengal goats (Capra hircus) fed with fodder (Andropogon gayanus) grown on soil treated with an excess of calcium and phosphorus fertilizer. Vet. Res. Commun. Nov;21(8): 541-6.

61. Reiter R.J., 1993. The melatonin rhythm: both a clock and a calendar. Experientia 49: 654-664.

62. Reith Sue, 2003. Ketosis: What is it actually, and how does it happen? http://www.saanendoah.com/.

63. Rousseau K., Atcha Z., Loudon A.S.I., 2002. Leptin and Seasonal Mammals. J. Neuroendocrinol. 15: 409-414.

64. Sanacora G., Kershaw M., Finkelstein J.A., White J.D., 1990. Increased hypothalamic conent of preproneuropeptide Y mRNA in genetically obese Zucker rats and its regulation by food deprivation, Endocrinology 127: 730-737.

65. Schwartz M.W., Woods S.C., Porte D., Seeley R.J., Baskin D.G., 2000. Central nervous system control of food intake. Nature 404: 661-671.

66. Senaris R., Garcia-Caballero T., Casabiell X., Gallego R., Castro R., Considine R.V., Dieguez C., Casanueva F.F., 1997. Synthesis of leptin in human placenta. Endocrinology 138: 4501-4504.

67. Singer L.J., Herron A., Altman N., 2000. Zinc responsive dermatopathy in goats: two field cases. Contemp Top Lab Anim Sci; 39(4): 32-5.

68. Sjöblom M., Flemström G., 2004. Central nervous α1-adrenoceptor stimulation induces duodenal luminal release of melatonin. J. Pineal Res.36: 103-108.

69. Smagin G.N., Howell L.A., Redman J.S., Ryan D.H., Harris R.B., 1999. Prevention of stress-induced weight loss by third ventricle CRF receptor antagonist. Am.J. Physiol 276:1461-1468.

70. Smith C. Mary, Sherman M. David, 1994. Nutrition and metabolic diseases. In goat medicine, 1-15. Phyladelphia: Lea and Febiger.

71. Smith C. Mary, Sherman M. David, 1994. Foundamentals of Goat Practice. In goat medicine, 527-559. Phyladelphia: Lea and Febiger.

72. Sherman D.M., Robinson R.A., 1983. Clinical examination of sheep and goats. Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract., 5(3): 409-426.

73. Stewart S.R., Emerick R.J., Pritchard R.H., 1990. High dietary calcium to phosphorus ratio and alkali-forming potential as factors promoting silica urolithiasis in sheep. J. Anim. Sci; 68: 498-503.

74. Stotz--Potter E.H., Morin S.M., Di Micco J.A., 1996. Effect of muscimol into the dorsomedial or paraventricular hypothalamic nucleus on air stress-induced neuroendocrine and cardiovascular changes in rats. Brain Res. 742: 219-224.

75. Taouis M., Chen J.W., Daviaud C., Dupont J., Derouet M., Simon J., 1998. Cloning the chicken leptin gene. Gene, 208: 239-242.

76. Thomas K.W., Turner D.L., Spicer E.M., 1987. Thiamine, thiaminase and transketolase levels in goats with and without polioencephalomalacia. Aust. Vet. J., 64: 126-127.

77. Tokunaga K., Fukushima M., Kemnitz J.W., Bray G.A.,1986. Comparison of ventromedial and paraventricular lesions in rats that become obese. Am. J. Physiol. 251: 1221-1227.

78. Van Weeren P.R., Klein W.R., Voorhout G., 1987. Urolithiasis in small ruminants. I. A retrospective evaluation of urethrostomy. Vet. Quarterly; 9: 76-83.

79. Wahlestedt C., Skagerberg G., Ekman R., Heilig M., Sundler F., Hakanson R., 1987. Neuropeptide Y (NPY) inthe area of the hypothalamic paraventricular nucleus activates the pituitary-adrenocortical axis in the rat. Brain Res. 417: 33-38.

80. Wichtel J.J., Thompson K.G., Craigie A.L., Williamson N.B., 1996. Short-term alteration in voluntary feed intake after selenium supplementation in Angora goat kids. New Zealand J. Agric. Res., Vol. 39: 107-110.

81. Wolden-Hanson T., Mitton D.R., McCants R.L., Yellon S.M., Wilkinson C.W., Matsumoto A.M., Rasmussen D.D., 2000. Daily melatonin administration to middle-aged male rats suppresses body weight, intraabdominal adiposity, and plasma leptin and insulin independent of food intake and total body fat. Endocrinology 141: 487-497.

82. Yamagishi N., Oishi A., Sato J., Sato R., Naito Y., 1999. Experimental hyocalcemia induced by hemodialysis in goats. J. Vet. Med. Sci. 61(12): 1271-1275.

83. Zhang Y., Proenca R., Maffei M., Barone M., Leopold L., Friedman J.M., 1994. Positional cloning of the mouse obese gene, and its human homologue. Nature 372: 425-432.

Capitolo 14

CAPRISOFT, UN SOFTWARE DI PROGRAMMAZIONE PER LE AZIENDE CAPRINE

Filippo Boe, Antonello Cannas,
Salvatore Pier Giacomo Rassu, Giuseppe Pulina
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

14.1. Introduzione

L'utilizzo dei modelli per la simulazione di scenari tecnici ed economici si sta diffondendo sempre di più nelle aziende zootecniche; questi devono essere abbastanza flessibili da adattarsi alle diverse situazioni aziendali e consentire all'operatore di apportare eventuali modifiche. Il modello che si propone in questo capitolo, denominato *Caprisoft*, appartiene ad una famiglia di software analoghi, *Ovisoft* per gli ovini e *Bovisoft* per i bovini da carne allevati estensivamente (Pulina e Rassu, 1994; Masala *et al.*, 1994). *Caprisoft* è un modello di simulazione, pianificazione e gestione delle aziende caprine, finalizzato alla verifica e alla programmazione del carico animale mantenibile e del reddito aziendale sostenibile; fa riferimento alle condizioni ambientali e tecnolgiche medie degli allevamenti caprini della gran parte dell'Italia meridionale ed insulare.
Caprisoft è stato realizzato su un file di Microsoft Excel, la cui dimensione è soltanto di 350 KB ed è composto da sei fogli di calcolo, collegati fra loro in maniera da consentire un aggiornamento automatico a tutti i fogli qualora uno di essi venga modificato.
I sei fogli di calcolo di cui si compone il modello sono denominati nel seguente modo:

- INPUT-OUTPUT
- UFL
- PG
- LATTE
- ORD COLT
- BILANCIO

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 347-364

I dati relativi all'azienda (input) vengono inseriti esclusivamente nel primo foglio (INPUT-OUTPUT), che riporta anche le elaborazioni finali (output), mentre gli altri fogli servono soltanto per i calcoli. La simulazione è effettuata prendendo in considerazione l'azienda standard (modulo di base), caratterizzata da una consistenza del gregge pari a 100 capre più la rimonta e becchi, la cui numerosità deriva dai parametri propri dell'allevamento analizzato.

14.2. Foglio INPUT-OUTPUT

14.2.1. Gli input del modello

Il foglio INPUT–OUTPUT si divide in due parti: quella degli **input**, in cui vengono inseriti i dati necessari all'esecuzione dei calcoli, e quella degli **output**, in cui vengono forniti i risultati della simulazione.
Questo foglio è l'unico modificabile da parte dell'utente in quanto è solo parzialmente protetto, a differenza degli altri che sono invece totalmente protetti.
Gli input comprendono:

- i dati dell'azienda
- i parametri produttivi e riproduttivi del gregge
- le informazioni relative alle colture praticate
- i dati relativi alla gestione economica dell'azienda.

Nel riquadro relativo alla descrizione dell'azienda (Tabella 14.1) l'utente deve inserire la consistenza del gregge, l'ampiezza della superficie agraria utilizzabile (SAU) e la sua ripartizione fra le colture.

Tabella 14.1 - Esempio di ordinamento colturale attuale e consistenza del gregge.

Descrizione azienda			
	Reale	**Standard**	
SAU	25	16,7	ha
Capre adulte	150	100	capre
Carico	6,0	6,0	capre/ha
Pascolo	10	6,7	ha
Cereale granella	2	1,3	ha
Disponibile cereale	2	1,3	ha
Prato pascolo	8	5,3	ha
Erbaio	5	3,3	ha

Tabella 14.2 - Input riproduttivi.

Riproduzione	
Fertilità pluripare annuale	91%
Fertilità pluripare autunnale	75%
Fertilità primipare	75%
Prolificità pluripare	200%
Mortalità pluripare	3,0%
Mortalità primipare	2,0%
Mortalità neonatale	5,0%
Rapporto capre/becchi	40
Quota di rimonta	18%

Tabella 14.3 - Parametri tipici della razza.

Parametri di razza		
Peso corporeo pluripare	45	kg
Peso corporeo primipare	0	36
Peso corporeo becchi	0	69
AMG primipare	100	g/d
Peso capretti maschi macellati	6,5	kg
Peso capretti femm. macellati	6,5	kg
Allattamento artificiale	No	

Caprette

Mese	Peso kg	Accrescimento g/d
Gennaio	15,2	100
Febbraio	18,4	106
Marzo	20,5	70
Aprile	25,7	173
Maggio	29,4	123
Giugno	33,5	136
Luglio	36,0	83
Agosto	35,4	-20

Nel riquadro "riproduzione" (Tabella 14.2), l'utente deve inserire i dati relativi all'efficienza riproduttiva del gregge: la fertilità (rapporto percentuale fra il numero di capre che hanno partorito e quelle in età riproduttiva), la prolificità (numero di capretti nati per parto espresso in %), la mortalità (che esprime l'entità della riforma involontaria) sia dei capretti che degli adulti. Sulla base di queste informazioni, il modello calcola la dimensione e la dinamica mensile del gregge durante l'anno, ossia le pluripare e le primipare in lattazione e in asciutta, le caprette e i becchi presenti nel gregge. Gli altri input richiesti sono la quota di rimonta (espressa in %) e il rapporto riproduttivo fra i sessi, espresso come rapporto capre/becchi.

Il riquadro "parametri tipici della razza" richiede che siano inseriti il peso corporeo medio degli animali, il peso dei capretti macellati, l'accrescimento medio giornaliero (AMG) delle primipare e il peso e l'accrescimento medio mensile delle caprette (Tabella 14.3).

Nel riquadro "produzione" (Tabella 14.4) devono essere inserite le produzioni medie unitarie delle colture aziendali (pascolo, prato pascolo, erbaio e cereale, espresse in quintali si sostanza secca), la quantità totale di latte prodotto in azienda e la qualità dello stesso espressa come concentrazione percentuale di grasso e di proteine.

Tabella 14.4 - Produzioni unitarie stimate delle colture aziendali, produzione di latte munto e sua qualità.

Produzione		
Cereale granella	30	q SS/ ha
Prato pascolo	40	q SS/ ha
come erba	50%	% SS
Erbaio	50	q SS/ ha
come erba	50%	% SS
Pascolo	20	q SS/ ha
Totale latte munto	**Reale**	**Stimato**
Litri di latte	40000	**NO**
Media/capra munta	322	**NO**
% grasso	4	**NO**
% proteine	4	**NO**

I valori della concentrazione energetica mensile dei foraggi (coltivati o acquistati) e dei concentrati impiegati in azienda deve essere inserita nel riquadro "Concentrazione energetica (UFL/kg SS)" (Tabella 14.5). Si tratta di valori molto importanti per la risoluzione del modello per cui si raccomanda la maggiore accuratezza possibile nel compilare questa tabella. Le informazioni possono essere ottenute dalle carte foraggiere disponibili presso le reti di assistenza tecnica delle Associazioni Allevatori, dalle tabelle pubblicate in calce ai trattati di alimentazione generale, dalle analisi di laboratorio effettuate per l'azienda in oggetto o per aziende simili. La concentrazione energetica del pascolo, nel caso sia presente anche del cespugliato, deriva dalla ponderazione delle quantità di alimenti realmente ingerite dai caprini sulla base del loro comportamento alimentare. Si consiglia in tal senso la consultazione dei capitoli 8 e 10 di questo libro.

Tabella 14.5 - Evoluzione qualitativa (concentrazione in UFL/kg di sostanza secca) degli alimenti somministrati agli animali.

Mese	**Concentrazione energetica (UFL/kg SS)**			
	pascolo	**erbaio**	**fieno**	**concentrato**
Gennaio	0,88	0,95	0,65	1,1
Febbraio	0,85	0,90	0,65	1,1
Marzo	0,92	0,95	0,65	1,1
Aprile	0,90	0,95	0,60	1,1
Maggio	0,80	0,85	0,60	1,1
Giugno	0,78		0,60	1,1
Luglio	0,69		0,60	1,1
Agosto	0,60		0,60	1,1
Settembre	0,55		0,60	1,1
Ottobre	0,70		0,60	1,1
Novembre	0,75	0,80	0,60	1,1
Dicembre	0,90	0,92	0,65	1,1

Ai fini della determinazione dell'ordinamento colturale previsto dal modello, l'utente deve inserire, nel riquadro riportato in tabella 14.6, la stima dell'evoluzione mensile del rapporto fra erba derivante dall'erbaio e quella proveniente dal pascolo (erbaceo e arbustivo), espresso in termini di sostanza secca.
Un altro elemento chiave da inserire per il funzionamento del modello è il valore medio mensile del rapporto percentuale fra la sostanza secca apportata con il fieno e quella apportata dal pascolo, indipendentemente dalla sua origine (erbaio, pascolo o prato pascolo). Ad esempio, se nel mese di gennaio il tecnico stimasse che la sostanza secca ingerita al pascolo rappresenti la metà di quella complessiva apportata con i foraggi, il valore da inserire è 50%. Infine, un'ultima informazione richiesta nel riquadro in oggetto è quella relativa al valore mensile della concentrazione in proteina grezza degli alimenti che hanno composto la razione (pascolo, fieno e concentrati). Anche in questo caso é bene tenere conto della capacità selettiva dei caprini, illustrata in dettaglio nel capitolo 7, prima di impiegare i crudi dati analitici nella compilazione della tabella.
Sulla base di queste informazioni il modello calcola per le diverse categorie di animali, su scala mensile ed in totale, la concentrazione energetica della razione base e l'ingestione giornaliera in kg di sostanza secca di pascolato, di fieno e di concentrato.

Tabella 14.6 - Composizione mensile della razione base e concentrazione proteica degli alimenti usati.

Composizione razione base			**Proteina grezza/ kg SS (in %)**			
Mese	**erbaio/pascolo totale**	**fieno/razione base**	**pascolo**	**fieno**	**mangime energetico**	**mangime proteico**
Gennaio	70,0%	50,0%	23	10	10	40
Febbraio	60,0%	50,0%	22	10	10	40
Marzo	30,0%	50,0%	21	10	10	40
Aprile	0,0%	30,0%	18	10	10	40
Maggio	0,0%	0,0%	14	10	10	40
Giugno	0,0%	0,0%	14	10	10	40
Luglio	0,0%	0,0%	5	10	10	40
Agosto	0,0%	30,0%	5	10	10	40
Settembre	0,0%	60,0%	5	10	10	40
Ottobre	0,0%	70,0%	10	10	10	40
Novembre	0,0%	0,0%	18	10	10	40
Dicembre	40,0%	20,0%	18	10	10	40

Tabella 14. 7 - Prezzi unitari dei prodotti vendibili.

PLV		
Latte	0,80	/litro
Grasso	±0,01	± 1%
Proteine	±0,01	± 1%
Capretti dicembre	5,00	/kg
Capretti marzo	5,00	/kg
Pelli	0,50	/pelle
Capre scarto	2,60	/kg
Fieno	10,00	/q
Granella	15,00	/q

Tabella 14.8 - Costo unitario dei fattori della produzione.

Spese		
Mangime energetico	25,00	/q
Mangime proteico	30,00	/q
Integratori	1,30	/kg
Fieno	10,00	/q
Farina lattea	1,80	/kg
Spese veterinarie	9,50	/capo
Concime tipo 1	17,00	/q
Concime tipo 2	18,00	/q
Concime tipo 3	14,00	/q
Sementi cereale granella	30,00	/q
Sementi erbaio	35,00	/q
Lavor. terreno In proprio	50,00	/ha
Racc. fieno In proprio	50,00	/q
Mietitrebb. Conto terzi	2,60	/q
Carburanti (totale)	1000,00	
Lubrificanti (totale)	200,00	
Energia elettrica	2000,00	

La simulazione del risultato economico dell'azienda, riassunto da un bilancio canonico, assume come input i prezzi unitari dei prodotti aziendali, i costi sostenuti ed il valore dei capitali aziendali (terreno, animali, impianti, scorte, ecc.).
Gli elementi che compongono la produzione lorda vendibile (PLV) sono: il latte il cui prezzo é espresso sulla base del latte normalizzato, con eventuali aumenti o detrazioni che tengano conto della sua qualità (contenuto lipidico e proteico); la carne (capretti macellati e capre di scarto); le pelli (voce che comprende anche il pelo); il fieno e la granella prodotti ed eccedenti gli impieghi aziendali (Tabella 14.7).

Il calcolo delle spese variabili e dei costi fissi necessita delle informazioni relative ai prezzi unitari dei mangimi, degli integratori minerali, del fieno, della farina lattea, dei concimi, delle sementi e delle spese veterinarie; sono altresì richiesti i costi delle lavorazioni, della raccolta del fieno e della mietitrebbiatura, delle spese per l'acquisto dei carburanti e dei lubrificanti e delle spese per l'energia elettrica (Tabella 14.8).

Tabella 14.9 - Capitali aziendali.

Capitale		
Capre	150	/capo
Caprette	100	/capo
Becchi	250	/capo
Macchine	50000	
Fabbricati	150000	
Attrezzi	50000	
Impianto irrigazione	10000	
Terra nuda	0	
Pascolo	3000	/ha
Prato	4000	/ha
Seminativo	6000	/ha

Il completamento delle voci passive di bilancio necessita dell'input del valore dei capitali aziendali immobilizzati nel ciclo di produzione. Essi sono rappresentati dalle scorte vive (capre, caprette e arieti), dalle macchine, dagli attrezzi, dai fabbricati, dall'impianto di irrigazione, indicando i valori a nuovo di questi, e dalla terra, il cui valore é frutto di una stima fondiaria (Tabella 14.9).

14.2.2. Gli output del modello

Gli **output** sono suddivisi in tre sezioni e riguardano i seguenti aspetti:
- parametri zootecnico-colturali;
- escrezione azotata;
- parametri economici.

Ad ogni output sono attribuiti tre valori, disposti in tre colonne denominate "*attuale*", "*standard*" e "*previsto*". In particolare abbiamo che: nella colonna "***attuale***" i dati sono riferiti alle reali dimensioni dell'allevamento e alla situazione attuale dell'azienda (ordinamento colturale, carico etc.); nella colonna "***standard***" i dati della colonna precedente sono riferiti all'azienda standard; nella colonna "***previsto***" i dati forniscono le informazioni relative all'ordinamento colturale previsto dal modello e rende così possibile il confronto fra la realtà aziendale attuale e quella prevista dal modello.
La sezione "parametri zootecnico/colturali", fornisce fra le altre cose, l'ordinamento colturale, le produzioni aziendali (latte, fieno, erba e granella), il carico mantenibile (calcolato in funzione delle disponibilità aziendali di fieno, pascolo e granella), i fabbisogni energetici e proteici del gregge, i consumi annuali di sostanza secca, la quantità di mangime e di fieno che è necessario acquistare, in caso di deficit, o che é possibile vendere, in caso di surplus aziendale (Tabella 14.10).

Tabella 14.10 - Output zootecnico-colturali del modello Caprisoft.

Parametri zootecnico/colturali				
	Attuale	**Standard**	**Previsto**	
Superficie aziendale (SAU)	25	17	17,1	ha
Cereale	2	1	2,7	ha
Pascolo	10	7	8,4	ha
Prato pascolo	8	5	4,3	ha
Erbaio	5	3	1,7	ha
Carico mantenibile = f (UFL)	6,0	6,0	5,9	capre/ha
Fabbisogni UFL / anno	58992	39328	39328	UFL
Fabbisogni q SS/anno	739	493	493	q
Fabbisogni q PG/anno	81	54	54	q
Consumi/anno concentrato energetico	104	70	70	q
Consumi/anno concentrato proteico	18	12	12	q
Granella prodotta (SS)	60	40	40	q
Fieno prodotto (SS)	285	190	129	q
Erba prodotta (SS)	485	323	296	q
Fieno vendibile (SS)	92	61	0	q
Cereale vendibile (SS)	0	0	0	q
Fieno da acquistare (SS)	0	0	0	q
Totale mangime da acquistare (SS)	62	41	41	q
Mangime energetico acquistare (SS)	44	30	30	q
Mangime proteico da acquistare (SS)	18	12	12	q
Nucleo vitaminico da acquistare	116	77	77	kg
Produzione latte/capra munta	322	322	322	litri
Produzione latte/capra presente	267	267	267	litri

Un particolare output del modello riguarda la stima dell'escrezione azotata del gregge, dato particolarmente importante se si opera in regime di cosiddetta agricoltura biologica. In particolare, *Caprisoft* calcola l'escrezione azotata totale e unitaria, la sua ripartizione fra feci e urine, gli ettari necessari per smaltire l'azoto in modo da non superare i 170 kg/ha per anno previsti dalla normativa che regola le produzioni biologiche (Regolamento CE 2092/91) e il carico di animali massimo mantenibile per non superare tale soglia (Tabella 14.11).

Tabella 14.11 - Output dell'escrezione azotata di Caprisoft.

Escrezione azotata				
	Attuale	**Standard**	**Prevista**	
Escrezione N totale	1044	696	696	kg
Escrezione N feci	486	324	324	kg
Escrezione N urine	558	372	372	kg
Escrezione N / ha	42	42	41	kg/ha
Superf. prevista smaltimento	6	4	4	ha
Carico mantenibile	24	24	24	capre
N in difetto rispetto a 170 kg/ha	128	128	129	kg/ha
N in eccesso rispetto a 170 kg/ha	0	0	0	kg/ha

L'ultimo output riguarda il bilancio economico. Il modello ne redige due, uno riferito alla situazione attuale dell'azienda e l'altro riferito a quella prevista dalle condizioni di simulazione. Il modello calcola: la Produzione Lorda Vendibile (PLV) aziendale, l'ammontare dei costi variabili, il tornaconto e il prodotto netto (Tabella 14.12).

Tabella 14.12 - Output economici di Caprisoft.

Parametri economici				
	Attuale	**Standard**	**Previsto**	
PLV	44628	29752	29752	
PLV/capra presente	298	298	298	/capra
PLV/ha di SAU	2231	2231	1735	/ha
Spese variabili (Sv)	8176	5451	5107	
Costi fissi	40135	26757	26757	
Costi totali	48311	32207	31864	
(PLV-Sv)	36453	24302	24645	
(PLV-Sv)/capo	243	243	246	/capra
Tornaconto	-3682	-2455	-2112	
Prodotto netto aziendale	21718	14479	14822	

14.3. Foglio UFL

Nel foglio UFL sono calcolati la dinamica mensile del gregge durante il corso dell'anno, nonché i fabbisogni energetici, l'ingestione e il piano alimentare.
La dinamica del gregge standard esprime la ripartizione delle differenti categorie del gregge per mese in funzione della mortalità, della fertilità e della quota di rimonta.
Le esigenze energetiche delle diverse categorie di animali (pluripare in lattazione e in asciutta, primipare in lattazione e in asciutta, caprette da rimonta e becchi) sono espresse in UFL e dipendono: per il mantenimento, dal peso corporeo espresso in kg di peso metabolico (PM) (Luo *et al.*, 2004a); per la produzione di latte, dai kg di latte normalizzato al 4% (Nsahlai *et al.*,2004b) e per l'accrescimento dai g/d di accrescimento medio giornaliero (AMG) (Luo *et al.*, 2004a). Le esigenze sopra indicate sono calcolate con le seguenti equazioni:

Lattazione $UFL = (4\,598 * Ln\ 4\%) * 0{,}63 / 7113$

Mantenimento $UFL = (431 * PM) * 0{,}63 / 7113$

Accrescimento $UFL = (28{,}5 * AMG) * 0{,}63 / 7113$

in cui 0,63 é l'indice di conversione dell'energia metabolizzabile in energia netta e 7113 i MJ di energia netta latte di 1 UFL.
I fabbisogni energetici sono calcolati separatamente e di conseguenza addizionati quando necessario; l'accrescimento é calcolato soltanto per le primipare e la rimonta mentre il modello, per il momento, non considera eventuali variazioni di peso corporeo delle capre adulte.
L'ingestione giornaliera delle diverse categorie di animali, espressa in kg di sostanza secca ingerita, è calcolata in funzione del peso metabolico e, nel caso delle capre in lattazione, in funzione del latte normalizzato al 4% di grasso (AFRC, 1998), modificando l'equazione originale di AFRC che considera un latte al 3,5% di grasso, utilizzando le equazioni di normalizzazione proposte nel Capitolo 1.

$$I = 0{,}062 * PM + 0{,}305 * Ln\ 4\% * 1{,}0524$$

La tabella 14.13 riporta il prospetto di calcolo delle esigenze nutritive e dell'ingestione alimentare per la categoria più importante, quella delle capre produttive.

Tabella 14.13 - Calcolo dei fabbisogni energetici e dell'ingestione giornaliera delle capre pluripare produttive (output parziale del foglio UFL).

Presenze mensili - esigenze nutritive - ingestione						
Mese		**Pluripare produttive**				
			UFL		**Ingestione**	**(kg SS)**
	gg	**capi**	**Unitarie**	**Globali**	**Unitarie**	**Globali**
Gennaio	31	61	1,30	2458	1,58	2981
Febbraio	28	60	1,28	2144	1,56	2621
Marzo	31	70	1,33	2875	1,61	3459
Aprile	30	70	1,36	2843	1,63	3396
Maggio	31	70	1,19	2560	1,49	3212
Giugno	30	70	1,05	2198	1,38	2888
Luglio	31	70	0,98	2120	1,33	2866
Agosto	31	70	0,66	1429	1,08	2321
Settembre	30	62	0,66	1223	1,08	1987
Ottobre	31	62	0,66	1264	1,08	2054
Novembre	30	61	1,19	2186	1,49	2742
Dicembre	31	61	1,36	2591	1,63	3095
Totale	365			25892		33621

Il piano alimentare delle diverse categorie di animali, ossia la razione giornaliera da somministrare – quantità di sostanza secca fornita dal pascolo erbaceo oppure arbustivo, dal fieno e dal concentrato, necessaria per soddisfare le esigenze energetiche giornaliere delle categorie considerate – viene calcolato dal software tenendo conto dei fabbisogni energetici e proteici, dell'ingestione e della disponibilità alimentari. La tabella 14.14 riporta i consumi mensili delle capre primipare e pluripare produttive ripartiti per fonte alimentare.

Tabella 14.14 - Piano alimentare delle capre pluripare e primipare produttive (output parziale del foglio UFL).

Consumi Alimentari (kg SS)							
Mese		**Pluripare produttive**			**Primipare produttive**		
	gg	**pascolo**	**fieno**	**conc.**	**pascolo**	**fieno**	**conc.**
Gennaio	31	1320	1320	341	127	127	127
Febbraio	28	1101	1101	418	106	106	131
Marzo	31	1496	1496	467	76	76	409
Aprile	30	2151	922	323	88	38	470
Maggio	31	3212	0	0	137	0	459
Giugno	30	2888	0	0	143	0	398
Luglio	31	2514	0	351	152	0	314
Agosto	31	1574	675	73	108	46	219
Settembre	30	740	1111	136	59	88	222
Ottobre	31	616	1438	0	50	118	213
Novembre	30	2369	0	372	219	0	150
Dicembre	31	2476	619	0	260	65	57
Totale	365	22458	8681	2482	1526	665	3170

14.4. Foglio PG

Il foglio PG calcola le esigenze e l'ingestione giornaliera in proteina grezza, espressa in g/d, per le diverse categorie animali e per ciascun mese dell'anno (Tabella 14.15). Queste informazioni consentono di calcolare le eventuali integrazioni proteiche da apportare e di stimare l'escrezione azotata del gregge.
La stima delle esigenze proteiche tiene conto: per il mantenimento del peso corporeo metabolico (Luo *et al.*, 2004b); per la lattazione della quantità di proteina prodotta col latte (Nsahlai *et al.*, 2004a); per l'accrescimento, limitatamente alla rimonta e alle primipare, dell'accrescimento medio giornaliero (Luo

et al., 2004b). Le equazioni utilizzate sono le seguenti.

$$Mantenimento: MPm = 3,07 * PM$$

$$Lattazione: MPl = 15,2 + 1,30 * P$$

$$Accrescimento\ MPg = 0,290 * AMG$$

dove MP sono i fabbisogni in proteina metabolizzabile (in g/d) per il mantenimento (m), per la lattazione (l) e per l'accrescimento (g) e P é la quantità di proteina del latte (g/d).
La proteina metabolizzabile, ricavata con le suddette equazioni, viene convertita dal modello in proteina grezza usando un coefficiente di efficienza di 0,69 per tutte le categorie di animali e per tutte le razioni.

Tabella 14.15 - Calcolo delle esigenze proteiche giornaliere delle capre primipare e pluripare produttive (output parziale del foglio PG).

Esigenze proteiche giornaliere (in PG)							
Mese		**Pluripare produttive**			**Primipare produttive**		
	gg	**n.**	**g/d capo**	**tot.kg**	**n.**	**g/d capo**	**tot.kg**
Gennaio	31	61	218	411			
Febbraio	28	60	213	358			
Marzo	31	70	224	482	13	235	97
Aprile	30	70	229	478	13	268	106
Maggio	31	70	197	424	13	256	105
Giugno	30	70	172	358	13	235	93
Luglio	31	70	159	342	13	182	75
Agosto	31	70	77	167			
Settembre	30	62	77	143			
Ottobre	31	62	77	147			
Novembre	15	62	77	71			
Novembre	15	61	197	181			
Dicembre	31	61	229	435			

Caprisoft calcola l'ingestione di proteina grezza della razione base (pascolo + fieno) e determina quale deve essere il contenuto in proteina grezza del concentrato affinché la razione sia bilanciata. Se la razione non è bilanciata, calcola il rapporto di sostituzione del concentrato energetico aziendale con quello proteico.
Il modello, come detto calcola le quantità di proteina grezza escreta attraverso

le feci e le urine (Tabella 14.16); per le feci é stata utilizzata l'equazione di Moore *et al.* (2004):

$$PGF\ (g/d) = (0{,}0267 * I) + (0{,}12 * PGI)$$

dove PGF é la proteina grezza totale escreta con le feci, (0,0267 * I) è quella di origine endogena proporzionale all'ingestione alimentare I (in g/d di SS), (0,12 * PGI) è la proteina grezza di origine alimentare indigeribile proporzionale all'ingestione di proteina grezza PGI.
La quantità di proteina grezza escreta con le urine è data dalla differenza fra la quantità di proteina grezza ingerita, quella escreta con le feci e quella utilizzata per le produzioni (latte, accrescimento, pelo):

$$PGU = PGI - (PGF + PGL + PGA + PGP)$$

dove PGU, PGI, PGF, PGL, PGA e PGP sono, rispettivamente, la proteina grezza escreta con le urine, ingerita, escreta con le feci, prodotta nel latte, utilizzata per l'accrescimento e persa con il pelame, tutte espresse in g/d.
La quantità di proteina grezza persa con il pelame è data dall'equazione di Nsahlai *et al.* (2004a):

$$PGP = 0{,}2 * PC^{0{,}6}$$

dove PC è il peso corporeo (kg).

Tabella 14.16 - Escrezione di proteina grezza (g/d capo) attraverso feci e urine.

	PG escreta (g/d capo)					
Mese	**Pluripare produttive**		**Capre in asciutta**		**Caprette**	
	feci	**urine**	**feci**	**urine**	**feci**	**urine**
Gennaio	70	95	50	24	31	2
Febbraio	67	83	49	25	31	6
Marzo	70	85	49	26	30	11
Aprile	71	87	49	26	36	13
Maggio	65	89	47	28	34	20
Giugno	60	92	47	28	36	24
Luglio	55	70	38	36	33	30
Agosto	38	39	38	36	30	46
Settembre	38	42	39	35		
Ottobre	42	66	42	33		
Novembre	68	110	52	22		
Dicembre	76	120	50	24		

14.5. Foglio LATTE

Nel foglio LATTE sono ricostruite le curve di lattazione delle capre suddivise fra pluripare e primipare, secondo il modello di Wood (1967):

$$y = at^{b}\, e^{ct}$$

dove:
y = produzione media di latte (kg/giorno) della t-ma settimana di lattazione,
a, b, c = parametri della curva
I valori di default dei parametri (Tabella 14.17) sono quelli per le pluripare e primipare di razza Sarda riportati nel capitolo 2 a cui si rimanda per una trattazione esaustiva dei modelli delle curve di lattazione.

Tabella 14.17 - Valori assegnati ai parametri a, b e c delle curve di lattazione da Caprisoft.

Categoria	a	b	c
Pluripare	0,9339	0,2060	-0,00681
Primipare	0,6488	0,2986	-0,00932

L'operatore può anche scegliere i valori dei parametri, in funzione della razza e del livello produttivo; può cambiare i valori dei parametri delle equazioni sulla base di quanto riportato nella tabella 2.2 di questo libro, ma deve porre molta attenzione: come illustrato nel capitolo 2, infatti, la produzione mensile e complessiva di latte può risultare fortemente influenzata anche da minime variazioni del valore dei parametri, per cui si consiglia di sostituire i valori base inseriti nel modello solo se si possiede una certa esperienza nel maneggiare le curve di lattazione.
Una volta stabilita la forma delle curve di lattazione, l'operatore inserisce la quantità di latte prodotto annualmente in azienda ed il suo contenuto lipidico e proteico. Il modello calcola la quantità prodotta dalle pluripare e dalle primipare e converte tale produzione in latte normalizzato al 4% (Tabella 14.18) con le equazioni riportate nel capitolo 1:

$$Ln\ 4\% = (0{,}411 + 0{,}147 * G) * L$$

dove Ln 4% sono i litri di latte normalizzato prodotto al 4% di grasso, G la % di grasso del latte ed L i litri di latte prodotti.
La durata della lattazione è stata posta pari a 242 giorni (dal 15 novembre al 15 luglio) per le pluripare e a 153 giorni (dal 1 marzo al 30 luglio) per le pri-

mipare e per le pluripare con parto primaverile. Il foglio calcola automaticamente la produzione media giornaliera mensile e complessiva annua del gregge e per capra presente.

Tabella 14.18 - Litri di latte normalizzato (4% di grasso) prodotto.

Lattazione				
Ln/capra munta		**Totale latte**	**26667**	
Litri	322,3		Latte	% grasso
% G	4,00	Pluripare	345,0	4,04
% P	3,50	Primipare	218,9	3,84
Pluripare		**Produzione Ln 4%**		
Mese	Giorni		giorno	totale
Novembre	15		2,1	31,4
Dicembre	31		2,1	65,0
Gennaio	31		1,9	58,5
Febbraio	28		1,6	46,0
Marzo	31		1,4	43,7
Aprile	30		1,2	35,9
Maggio	31		1,0	31,2
Giugno	30		0,8	25,4
Luglio	15		0,7	10,6

14.6. Foglio ORD COLT

Il foglio ORD COLT è diviso in due parti: nella prima esegue i calcoli sulla base dell'ordinamento colturale "attuale" dell'azienda; nella seconda parte calcola l'ordinamento colturale "previsto", ottenuto sulla base delle esigenze energetiche del gregge e delle produzioni unitarie (q di sostanza secca all'anno per ettaro) delle colture aziendali (cereale, erbaio, pascolo).
Dai dati dell'ordinamento colturale attuale, *Caprisoft* calcola le produzioni aziendali di sostanza secca delle aree soggette a pascolamento (pascolo e/o erbaio), di fieno (erbaio e/o prato pascolo) e di granella. Dalla differenza fra gli alimenti prodotti e quelli necessari per soddisfare le esigenze energetiche del gregge, calcolate nel foglio UFL, il software ricava la quantità di fieno e di concentrato da acquistare (nel caso in cui la produzione sia inferiore alle esigenze) o da vendere (nel caso in cui la produzione superi le esigenze).

Il calcolo dell'ordinamento colturale previsto (Tabella 14.19) si basa sulle produzioni unitarie, espresse in quintali di sostanza secca per ettaro, delle diverse colture: cereali per i concentrati; erbaio, pascolo e prato pascolo utilizzati sia direttamente con il pascolamento che impiegati per la produzione delle scorte di fieno. I dati che deve inserire l'operatore sono quelli relativi alle produzioni unitarie delle colture ed alla disponibilità di superficie da investire a cerali ed alla modalità di utilizzazione dell'erbaio che viene riportata come rapporto fra erba e fieno sulla sostanza secca. Infine, in base a questa serie di dati, il software calcola le eventuali quantità di fieno e di cereale vendibile oppure la quantità di mangime da acquistare.
Nel foglio ORD COLT viene anche calcolata la quantità di nucleo vitaminico da acquistare, in funzione della quantità di granella prodotta in azienda e somministrata agli animali senza alcuna integrazione, nonché l'eventuale quantità di concentrato proteico da acquistare.

Tabella 14.19 - Ordinamento colturale previsto.

Prodotti per ettaro				**Prodotti totali**	
Coltura	Prodotto	q/ha SS	ha	Prodotto	q/SS
Cereale	granella	30	2,7	granella	90
Erbaio	erba	25		erba	43,1
	fieno	25		fieno	43,1
	totale	50	1,7	totale	86,3
Pascolo	erba	20	8,4	erba	167,5
Prato-	erba	20		erba	85,4
Pascolo	fieno	20		fieno	85,4
	totale	40	4,3	totale	170,8
Totale ha			17,1	Tot granella	90
Totale senza cereale		ha	14,4	Totale erba	296
Ettari disponibile cereale			3	Totale fieno	128,5

14.7. Foglio BILANCIO

Nel foglio BILANCIO vengono forniti due bilanci economici: uno riferito alle condizioni attuali dell'azienda, e quindi basato sulle scelte effettuate dall'allevatore, e uno che tiene conto dell'ordinamento colturale previsto dal modello. Il foglio calcola la PLV aziendale (Tabella 14.20), rappresentata dal valore dei prodotti venduti o destinati alla vendita: latte, carne (capretti e capre di scarto), pelli, fieno e cereali, più eventuali aiuti all'allevatore (premi, etc.). Se per il latte

è previsto il pagamento a qualità, l'allevatore spunta un prezzo superiore se il contenuto di grasso e proteina superano rispettivamente il 4% e 3,5%, mentre se tali concentrazioni sono inferiori, il latte é pagato meno.
Le spese variabili, ossia il valore di tutti i fattori utilizzati in un solo ciclo produttivo, sono rappresentate da mangimi, fieno, concimi, spese veterinarie, carburanti, etc.. Il modello calcola, per ognuna di queste voci, la quantità utilizzata annualmente e il loro valore.
Le altre voci, necessarie per il bilancio aziendale calcolate dal modello sono: il beneficio fondiario, il capitale di esercizio e il capitale di anticipazione, da cui si ricavano gli interessi sul capitale agrario, le quote di assicurazione, ammortamento e manutenzione dei fattori di produzione a logorio parziale, i salari e gli stipendi.
A questo punto il programma dispone di tutte le informazioni relative alle attività e alle passività aziendali e può eseguire il calcolo del tornaconto e del prodotto netto aziendale, secondo le equazioni classiche:

$$T = PLV - (Sv + Q + Imp + Sa + St + I + Bf)$$

$$PNa = PLV - (Sv + Q + Imp + T) = Sa + St + I + Bf,$$

dove *T* è il tornaconto, *PLV* la produzione lorda vendibile, *Sv* i costi variabili, *Q* le quote, *Imp* le imposte, *Sa* i salari, *St* gli stipendi, *I* gli interessi sul capitale agrario, *Bf* il beneficio fondiario e *PNa* il prodotto netto aziendale.
Nell'ultima colonna della tabella 14.20 viene riportata l'incidenza percentuale di ogni singola voce sulla PLV.

Tabella 14.20 - Calcolo della PLV dell'unità standard.

Descrizione	unità	quantità	/unità	totali	inc./PLV
latte (prezzo base)	lt.	26667	0,80	21.333	70%
var. grasso (su 4%)	1%	0	0,01	0	0%
var. proteine (su 3,5%)	1%	0	0,01	0	0%
carne capretti dicembre	kg.	634	5,00	3.169	10%
carne capretti marzo	kg.	214	5,00	1.071	4%
pelli capretti	n.	130	0,50	65	0%
capre scarto	kg.	268	2,60	697	2%
fieno	q tq	0	10,00	0	0%
granella cereale	q tq	0	15,00	0	0%
aiuti				3333	11%
Totale PLV				28.611	

Caprisoft é un prodotto libero, in corso di continuo aggiornamento che può essere scaricato dal sito: ***www.uniss.it/dipartimenti/dip_zootecnica***.

Bibliografia

1. AFRC. 1998. The Nutrition of Goats. CAB International, New York, NY.
2. Luo, J., Goetsch A.J., Sahlu T., Nsahlai I.V., Johnson Z.B., Moore J.E., Galyean M.L., Owens F.N., Ferrell C.L., 2004a. Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing, and mature goats. Small Rum. Res. 53: 231-252.
3. Luo J., Goetsch A.L., Nsahlai I.V., Sahlu T., Ferrell C.L., Owens F.N., Galyean M.L., Moore J.E., Johnson Z.B., 2004b. Metabolizable protein requirements for maintenance and growth of growing goats. Small Rum. Res. 53: 309-326.
4. Masala G., Pulina G., Enne G., 1994. Computerised modellization of sustainable stoking rate for extensive cattle production in Mediterranean areas: Bovisoft - Atti conferenza "Land use and soil degradation: MEDALUS in Sardinia" Sassari, 221-229.
5. Moore J.E., Goetsch A.L., Luo J., Owens F.N., Galyean M.L., Johnson Z.B., Sahlu T., Ferrell C.L., 2004. Prediction of fecal crude protein excretion of goats. Small Rum. Res. 53: 275-292.
6. Nsahlai, I.V., Goetsch, A.L., Luo, J., Johnson, Z.B., Moore, J.E., Sahlu, T., Ferrell, C.L., Galyean, M.L., Owens, F.N., 2004a. Metabolizable protein requirements for lactation of goats. Small Rum. Res. 53: 327-337.
7. Nsahlai I. V., Goetsch A. L., Luo J., Johnson Z.B., Moore J.E., Sahlu T., Ferrell C.L., Galyean M.L., Owens F.N., 2004b. Metaqbolizable energy requirements of lactating goats. Small Rum. Res. 53: 253-273.
8. Pulina G., Rassu S., 1994. L'impiego di fogli elettronici nella programmazione delle aziende ovine da latte. L'informatore Agrario, 50(45): 57-60.
9. Wood P.D.P., 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature, 216: 164-165.

Capitolo 15

UN SUPPORTO PER LA FORMULAZIONE DELLE RAZIONI ALIMENTARI

Tiziano Bettati e Marco Ilic
Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia

La ricerca delle migliori performance produttive di ogni singolo animale presente in allevamento ha comportato, tra le altre cose, un aumento della attenzione verso gli aspetti legati all'alimentazione. Dal punto di vista pratico la formulazione delle razioni alimentari può essere considerata come il momento in cui il tecnico fa una sintesi relativa a tutti gli aspetti dell'alimentazione e, in base alle caratteristiche dell'allevamento, propone scelte operative. In altre parole, egli valuta le esigenze degli animali in base agli obiettivi quali-quantitativi di produzione fissati, gli alimenti disponibili in allevamento e/o eventuali integrazioni, i costi e fissa i quantitativi giornalieri per capo di ciascun alimento. In modo schematico possiamo quindi suddividere questa attività in tre fasi:

1. Valutazione dei fabbisogni degli animali
2. Scelta degli alimenti in base ai vincoli nutrizionali, di disponibilità ed economici
3. Redazione della razione in *"tal quale"* per capo presente nella categoria in esame

In questa attività il supporto informatico ha acquistato con il tempo un ruolo sempre più importante come strumento di aiuto in ognuna delle tre fasi.

15.1. La formulazione delle razioni

Relativamente all'animale per il quale dobbiamo formulare una razione, presupponiamo che in una data quantità di alimento, identificabile nella capacità d'ingestione dell'animale, debbano essere contenute quantità e qualità di principi nutritivi tali da soddisfarne le esigenze. Dal punto di vista pratico siamo in grado di formulare una razione corretta quando gli apporti degli alimenti

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 365-379

coprono i fabbisogni dell'animale, oppure quando gli sbilanciamenti ricadono all'interno di un margine di tolleranza previsto in fase di impostazione del piano alimentare. Questa considerazione non deve però fare dimenticare che il bilanciamento va perseguito rispettando il vincolo legato agli alimenti disponibili in allevamento o ragionevolmente acquisibili dall'esterno.
Questo approccio al problema, sicuramente semplicistico, ci serve per individuare meglio cosa deve, o dovrebbe, offrire un software di supporto alla attività dell'alimentarista. In sintesi ci si attende che esso consenta di:

1. individuare il tipo di animale al quale è diretta la razione attraverso la descrizione dello stato fisiologico-ambientale e del livello di performance produttiva atteso;
2. ottenere i fabbisogni nutritivi dell'animale in base alle informazioni di cui al punto 1. In questa fase il software può fare riferimento sia ad una libreria di tabelle precompilate oppure ad algoritmi che stimano dinamicamente i fabbisogni degli animali in base alle informazioni del punto 1;
3. stimare l'ingestione alimentare dell'animale sempre in base alle informazioni di cui al punto 1. In questa fase è di fondamentale importanza sapere se si tratta di animali confinati o di animali che vanno al pascolo. Nel secondo caso il pascolo può integrare una razione somministrata in stalla o viceversa; In entrambe le situazioni, il problema chiave rimane la stima della quantità e della qualità degli alimenti ingeriti al pascolo. La difficoltà di tale stima è evidente ed è la ragione per la quale non è frequente trovare software che gestiscono l'integrazione dell'alimentazione al pascolo;
4. scegliere quali alimenti inserire in razione; il software deve consentire un facile ed efficiente accesso al database degli alimenti disponibili. In relazione a quanto previsto dalle funzioni di cui al punto 2, esso deve offrire una descrizione degli alimenti nel modo più completo possibile;
5. calcolare gli apporti nutritivi degli alimenti introdotti nella razione. Questa operazione può limitarsi ad una semplice sommatoria dei valori dichiarati per unità di alimento oppure può tenere conto del reale grado di disponibilità che l'alimento, in quell'animale, può fornire per i diversi parametri nutrizionali. Seguendo i progressi della ricerca scientifica questa ultima possibilità sta guidando l'evoluzione dei nuovi software;
6. deve fornire l'indicazione relativa al livello di copertura dei fabbisogni garantita dagli alimenti;

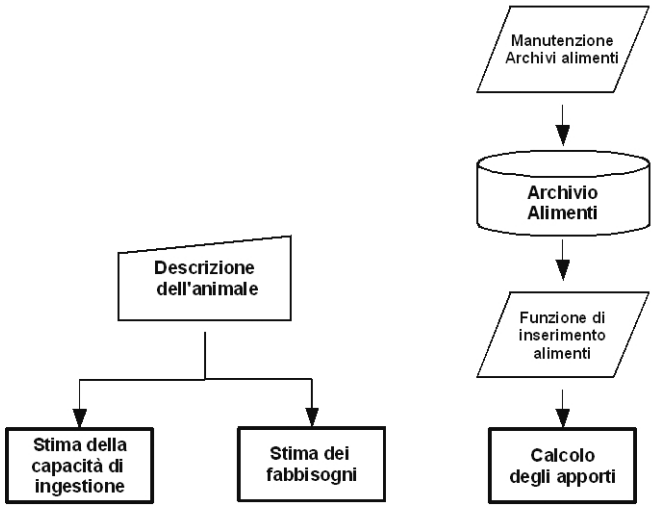


Figura 15.1 - Le principali funzionalità richieste ad un software per il supporto al bilanciamento della razione.

In figura 15.1 sono schematizzate le principali funzionalità necessarie al bilanciamento della razione. Generalmente le funzionalità di "Calcolo degli Apporti", "Stima della Capacità di Ingestione" e "Stima dei Fabbisogni" hanno automatismi di calcolo e ricalcolo che consentono un rapido bilanciamento della razione. Riducendo il ragionamento ai minimi termini, le funzionalità di "calcolo e ricalcolo automatico" dei software sono quelle che, al lato pratico, fanno la differenza tra la formulazione di una razione su carta oppure con l'ausilio di un computer. Grazie alla facilità offerta dai software nel monitorare il livello di copertura dei fabbisogni è possibile dosare le quantità di alimenti inseriti in razione oppure sceglierne di altri dalla base dati. Riguardo l'operatività d'uso dei programmi l'esperienza ha mostrato che un tecnico riesce a bilanciare una razione con non più di 5 aggiustamenti alle quantità di alimenti. A tale proposito va osservato che in allevamento normalmente non si ha la possibilità di scegliere tra decine e decine di alimenti come invece è virtualmente possibile fare "giocando" con un software. Ne consegue che, in generale, il tecnico che si accinge a formulare una razione molto probabilmente ha un'idea già abbastanza chiara della possibile composizione della razione vincolata dall'effettiva disponibilità di alimenti in azienda; il software deve aiutarlo a fare simulazioni automatizzando i calcoli.

15.2. Gli algoritmi di stima della capacità di ingestione e dei fabbisogni

Una stima corretta dei fabbisogni nutritivi dell'animale e della sua ingestione alimentare costituisce il punto di partenza per la formulazione della razione. Questa fase del lavoro deve fare ricorso ad una serie di modelli matematici che mettono in relazione lo stato fisiologico-ambientale dell'animale con i suoi fabbisogni nutritivi. In funzione dei modelli matematici di stima dei fabbisogni adottati, il software chiede una serie di informazioni più o meno semplici da reperire. Quest'ultimo aspetto può fare la differenza tra i diversi modelli di stima. Su queste funzionalità, il collegamento con il mondo della ricerca è estremamente importante: infatti, quanto si chiede ai ricercatori è di trovare il miglior compromesso tra quantità, tipo di parametri richiesti, precisione nella stima di fabbisogni e capacità di ingestione. In ogni caso, per quanto complete (o complesse) siano le informazioni richieste, crediamo valgano le seguenti considerazioni:

- esse devono essere a disposizione del tecnico nella maggioranza degli allevamenti che controlla e devono essere reperibili con facilità nel momento in cui si imposta la razione;
- il contributo che ogni parametro apporta alla stima del fabbisogno deve essere di tipo additivo in modo da garantire comunque un risultato. In questo modo il software continuerà ad essere applicabile anche nelle condizioni in cui non sono disponibili tutte le informazioni richieste dal modello, con accuratezze e precisioni minori, ma comunque utilizzabile.

15.3. La stima degli apporti alimentari

Rispetto ai primi software di supporto alla formulazione di razioni, anche per questo aspetto la ricerca scientifica ha cambiato il modo di intendere il calcolo degli apporti alimentari.
Il valore nutritivo dello stesso alimento varia a seconda della specie animale a cui è somministrato per cui è essenziale che un software disponga come minimo di un database che assegni ad ogni alimento risultati analitici che vanno ben oltre i comuni dati di cartellino o i valori energetici di base (UFL e/o UFC). In genere i modelli matematici che stimano il reale valore nutritivo degli alimenti fanno uso di parametri analitici non sempre reperibili per gli alimenti aziendali. Ne consegue che, spesso, ci si deve appoggiare a valori tabulati con l'inevitabile imbarazzo nel decidere se l'alimento che è disponibile in azienda

sia ben rappresentato dall'analogo alimento presente in archivio.
A tale proposito riteniamo che la disponibilità di archivi di alimenti nazionali o, ancor meglio, regionali potrà consentire una completa trasferibilità in campo di quanto la ricerca scientifica e i nuovi software di razionamento stanno mettendo a disposizione dei tecnici alimentaristi (D'Andrea *et al.*, 2005).

15.4. Funzionalità accessorie

Fin qui abbiamo elencato le funzionalità essenziali per il bilanciamento della razione, ma in genere ai software di formulazione delle razioni alimentari sono richieste altre funzionalità. Riportiamo di seguito alcuni esempi.
Le funzionalità che riguardano la stima del costo della razione sono sicuramente necessarie mentre riteniamo non indispensabili quelle relative all'ottimizzazione della razione al minor costo. Anche se molto richieste dal mercato, ricordiamo che per sua natura, il processo di ottimizzazione aiuta a scegliere la migliore combinazione di alimenti al minor costo, tra un insieme di alimenti disponibili. Nel caso dei ruminanti, gli alimenti impiegati in razione non vanno oltre i cinque e, in buona parte, sono di origine aziendale quindi devono essere inclusi forzatamente nella razione indipendentemente dalla selezione proposta dall'algoritmo ottimizzatore.
Sotto l'aspetto del management dell'allevamento un programma deve offrire la possibilità di calcolare la razione per l'intero gregge, quindi consentire sia di stimare il costo complessivo dell'alimentazione, sia di gestire le scorte.
Sotto l'aspetto zootecnico sono apprezzate funzionalità che riguardano il calcolo di indici tecnico-economici relativi alla razione come ad esempio il costo della razione per unità di prodotto venduto (litro di latte prodotto oppure grammi di grasso, caseina o sostanze casearie utilizzabili).
Sotto l'aspetto operativo invece possono essere interessanti utilità legate alle tecniche di alimentazione come, ad esempio, il calcolo delle miscelate per chi utilizza la tecnica Unifeed e l'eventuale interfaccia con il carro miscelatore. Un altro aspetto non sempre considerato nei software è la verifica della risposta degli animali al razionamento. In genere nella descrizione dello stato fisiologico-ambientale degli animali compare sempre il parametro produttivo: in questa maschera normalmente il tecnico inserisce la produzione attesa in base alla quale il software calcola le razioni. Una funzionalità che consenta di confrontare le produzioni realmente osservate in allevamento con gli obiettivi delle razioni somministrate potrebbe aiutare a comprendere meglio il management dell'azienda.

Riguardo la gestione degli archivi degli alimenti riteniamo che possa essere interessante la possibilità di descrivere gli alimenti, oltre che per i loro parametri chimico-nutrizionali, anche riguardo gli attributi che, sulla base della provenienza, ne riportino le caratteristiche agronomiche, foraggiere o ambientali. La disponibilità di tali informazioni consentirebbe la compilazione di archivi provinciali o regionali per tipo di alimento.

15.5. Il progredire delle conoscenze scientifiche e l'aggiornamento dei programmi di supporto all'alimentarista

La messa a punto di modelli matematici per la stima dei fabbisogni alimentari degli animali da reddito fatta dalle Istituzioni di ricerca necessita di attività di test finalizzate alla validazione degli algoritmi in condizioni reali. In generale è auspicabile che, una vola superata la validazione di stalla, il modello matematico possa essere inserito in un software commerciale di utilizzo quotidiano da parte di tecnici ed allevatori.
Il ciclo di produzione di un software destinato ad allevatori e tecnici che acquisisce modelli dalla ricerca accademica in genere ha le seguenti fasi:

- la prima fase vede i ricercatori impegnati nella messa a punto del modello con strumenti informatici sviluppati *ad-hoc* per la ricerca;
- successivamente l'intervento di informatici professionisti consente il trasferimento tecnologico in prodotti commerciali di uso generale.

All'interno del progetto "Ulteriore Sviluppo ed Evoluzione di un Programma per la Formulazione di Razioni Alimentari per Ovini e Caprini" (http://www.crpa.it/roc), finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, l'impegno del nostro gruppo di lavoro è stato quello di dotare un prodotto commerciale di uno strumento che consenta ai ricercatori di sviluppare, testare e pubblicare modelli matematici di stima dei fabbisogni alimentari senza richiedere l'intervento di informatici specializzati riducendo tempi e costi del trasferimento tecnologico.

15.6. Un software per allevatori, tecnici e ricercatori

Assis.T è il nome del programma di supporto alla formulazione di razioni alimentari per animali da reddito sviluppato dal C.R.P.A. e, dal punto di vista progettuale, ha le seguenti caratteristiche (http://www.crpa.it/assist).

- Sviluppato per sistema operativo Microsoft Windows 9x/NT/2000/XP è destinato ad allevatori e tecnici che devono formulare razioni alimentari per animali da reddito.
- Il modulo base del programma può essere integrato con moduli software di complemento chiamati *add-in*. Sono *add-in* il modulo di ottimizzazione al minor costo della razione, il modulo di stima della capacità di ingestione al pascolo per ovini e molti altri ancora.
- Il modello matematico che stima i fabbisogni nutritivi degli animali è gestito come una entità separata dalla parte di software che codifica l'interfaccia utente, è salvato in strutture dati del database di Assis.T ed è interpretato *run-time* dal programma stesso. Ogni modello matematico descrive anche i parametri di input richiesti e adatta automaticamente l'interfaccia di data entry offerta all'utente.
- Un modello matematico può essere relativo al razionamento di un qualsiasi tipo di allevamento: bovino, ovino, suino, caprino etc.
- Relativamente al modello di stima dei fabbisogni, Assis.T offre all'utente la possibilità di scegliere per quale tipo di allevamento calcolare la razione e quale algoritmo di stima dei fabbisogni utilizzare.
- Dispone di un editor di modelli matematici fornito come *add-in* ai gruppi di ricerca (http://www.crpa.it/assistdev). L'editor offre un ambiente di sviluppo con accesso sia alle variabili di sistema sia alle variabili salvate nel database del programma. I modelli sono scritti in PLS, un linguaggio di script semplice e completo interpretato da Assis.T.
- Dispone di funzioni di importazione ed esportazione di modelli che ne consentono una facile distribuzione tramite il semplice trasferimento di file senza necessità di ricompilazione dei sorgenti.

Queste caratteristiche fanno di Assis.T un programma utile sia per gli utenti finali (allevatori e tecnici) sia per i ricercatori consentendo la realizzazione del modello organizzativo che consente ai ricercatori di pubblicare nuovi modelli di stima dei fabbisogni in modo del tutto autonomo rispetto agli informatici che hanno sviluppato il programma Assis.T.

15.7. Le funzionalità Assis.T per il razionamento dei caprini

Utilizzando le funzionalità di Assis.T per i ricercatori alcuni autori di questo libro hanno messo a punto un primo modello di stima dei fabbisogni per l'allevamento della capra da latte. Vediamo ora i passaggi più significativi del modello di lavo-

ro proposto da Assis.T per il razionamento dei caprini e dal modello di stima dei fabbisogni proposto dal progetto "Ulteriore Sviluppo ed Evoluzione di un Programma per la Formulazione di Razioni Alimentari per Ovini e Caprini".
Come detto, ogni modello di stima dei fabbisogni richiede la "descrizione" dello stato fisiologico-ambientale dell'animale obiettivo della razione. In particolare, il modello in oggetto consente di scegliere tra quattro categorie di caprini: capre in lattazione, in asciutta o gestazione, animali giovani e becchi. Per ognuna di queste categorie il modello prevede informazioni differenti (Tabella 15.1)

Tabella 15.1 - Informazioni relative allo stato fisiologico-ambientale dell'animale richieste dal modello di stima dei fabbisogni MiPAF Caprini 2002 inserito nel software Assis-T

Parametro	**Lattazione**	**Asciutta Gestazione**	**Animali giovani**	**Becchi**
Peso corporeo attuale (kg)	✓	✓	✓	✓
Tipo di calcolo dell'ingestione di Sostanza Secca[1]	✓			
Età degli animali (anni)	✓	✓	✓	✓
Animale al primo parto (Si/No)	✓	✓		
Variazione di peso giornaliera (g/d)	✓	✓	✓	
Giorni di lattazione (d)	✓			
Latte prodotto previsto (kg/d)	✓			
Contenuto di grasso del latte (%)	✓			
Contenuto proteico del latte (%)	✓			
Flushing alimentare (Si/No)	✓			
Integrazione alimentare al pascolo (Si/No)	✓	✓		✓
Qualità del pascolo (Buono, Medio, Scadente)	✓	✓		✓
Animale con più di un feto (Si/No)		✓		
Peso presunto del feto (kg)		✓		
n° di settimane prima del parto		✓		
Sesso dell'animale (Maschio/Femmina)			✓	
Utilizzo dell'animale (Ingrassamento/Rimonta)			✓	
Utilizzo animale per rimonta (Si/No)				✓
n° di fecondazioni utili				✓

[1] *Il modello consente di scegliere un calcolo dinamico che dipende dallo stato fisiologico dell'animale e dall'apporto di proteina grezza dell'alimento o quello statico che dipende solamente dal primo dei due parametri.*

La figura 15.2 mostra la scheda che Assis.T propone per la scelta del tipo di animale e le definizione dei relativi parametri fisiologico-ambientali.

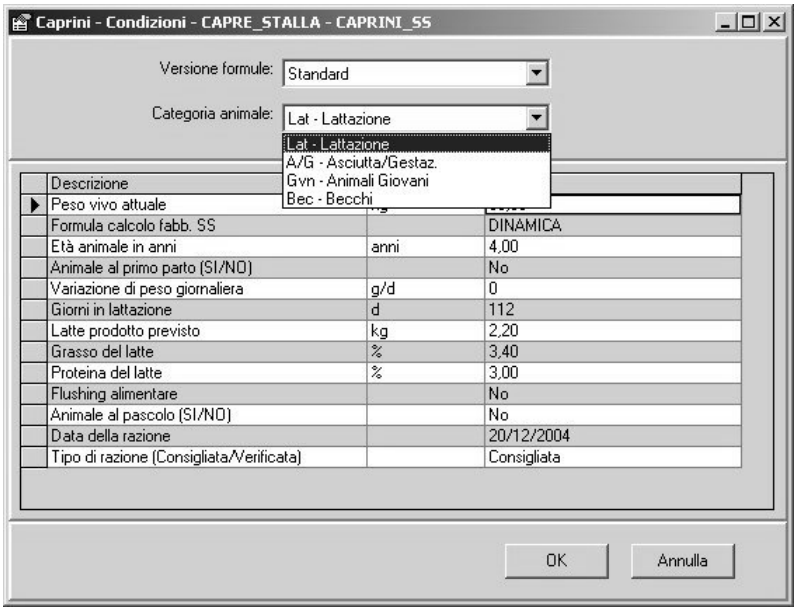


Figura 15.2 - Scheda per la scelta del tipo di animale e le definizione dei relativi parametri fisiologico-ambientali.

Una volta completata la descrizione dell'animale il programma propone lo schermo di lavoro, relativo alla razione in corso di formulazione; formato da tre finestre di lavoro: elenco degli alimenti in razione, parametri chimico-nutrizionali per i quali il modello stima i fabbisogni e indici tecnici caratteristici della razione.
Le seconda di queste finestre di lavoro ha una funzionalità che è strettamente correlata con il modello di stima dei fabbisogni in uso. Infatti Assis.T consente di scegliere quali, tra i parametri stimati dal modello, visualizzare e utilizzare per il bilanciamento della razione. Di fatto i parametri stimati per i caprini sono elencati nella tabella 15.2

Dopo avere descritto la stato fisiologico-ambientale del tipo di animale oggetto di razionamento il programma inizializza la razione presentando i tre oggetti base utilizzati per comporre la razione stessa, controllarne il bilanciamento

Tabella 15.2 - Elenco di parametri stimati dal modello MiPAF Caprini 2002 inserito nel software Assis-T.

Parametri Nutrizionali	**Micro e Macro elementi**
Fibra Grezza	Calcio
N.D.F	Cobalto
Proteine Digeribili	Fosforo totale
Proteine Digeribili Intestinali	Iodio
Proteine Grezze	Magnesio
Sostanza Secca	Manganese
Unità Foraggiere Carne	Molibdeno
Unità Foraggiere Latte	Potassio Rame Selenio Sodio Zinco

riguardo i fabbisogni e monitorare le variazioni di alcuni indici tecnici. Più in generale la figura 15.3 mostra lo schermo di lavoro di una razione in fase di bilanciamento e possiamo distinguere i seguenti componenti:

- l'elenco degli alimenti inseriti in razione. Di ogni alimento viene inserita la quantità / capo giorno in razione;
- la tabella dei parametri chimico-nutrizionali per i quali il modello di stima dei fabbisogni correntemente in uso può stimare i fabbisogni;

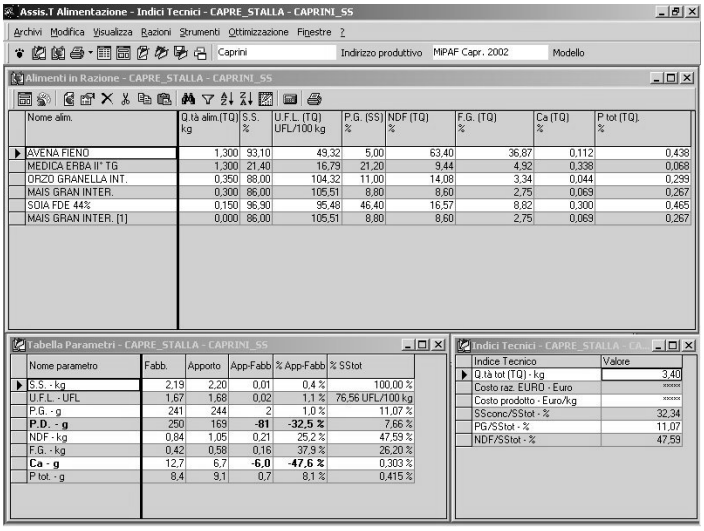


Figura 15.3 - Schermo di lavoro di una razione in fase di bilanciamento.

• la tabella degli indici tecnici economici che possono essere utilizzati per monitorare il variare di alcune caratteristiche della razione.

Tutte le tre tabelle sono personalizzabili relativamente agli attributi mostrati. In particolare, per quella degli alimenti in razione possono essere scelte le colonne relative ai parametri analitici, mentre per le tabelle dei fabbisogni e degli indici è possibile scegliere rispettivamente parametri e indici (righe). Particolarmente interessante è la possibilità di personalizzare i parametri stimati mostrati dalla tabella dei fabbisogni: un semplice strumento (Figura 15.4) presenta l'elenco dei parametri stimabili dal modello in uso e con un semplice click del mouse consente di inserirli o eliminarli dalla tabella.

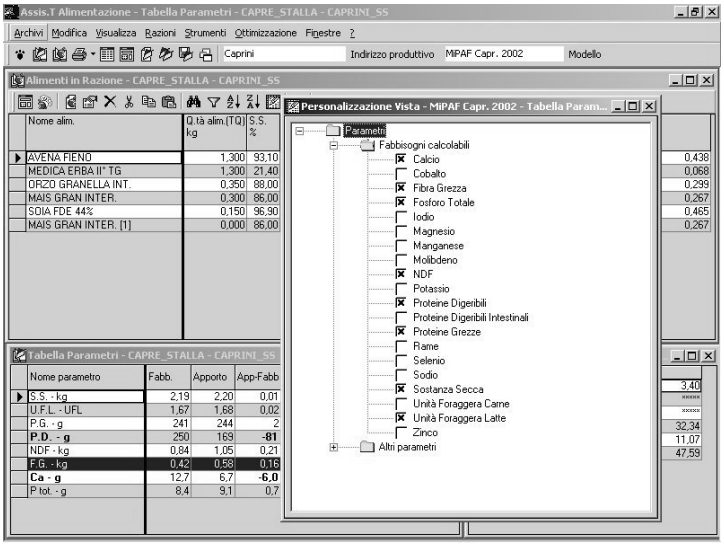


Figura 15.4 - Strumento che elenca i parametri stimati dal modello e consente di selezionare quali tenere monitorati a video nella "tabella dei parametri".

La tabella degli indici tecnici, che fornisce un loro elenco continuamente aggiornato ad ogni ricalcolo, è diviso in indici tecnici e apporti parametrizzabili con uno strumento analogo a quello della tabella dei fabbisogni (Figura 15.5). I primi raggruppano i valori di descrizione impostati per l'animale e gli indici tecnico-economici propri della razione mentre i secondi comprendono gli apporti per tutti i parametri chimico nutrizionali non stimati dal modello in uso.

In questo modo un tecnico può utilizzare il modello di stima dei fabbisogni per tutte le potenzialità che offre oppure limitare il controllo del bilanciamento

della razione ai parametri che gli risultano più comodi da usare nelle diverse realtà aziendali nelle quali si trova ad operare.

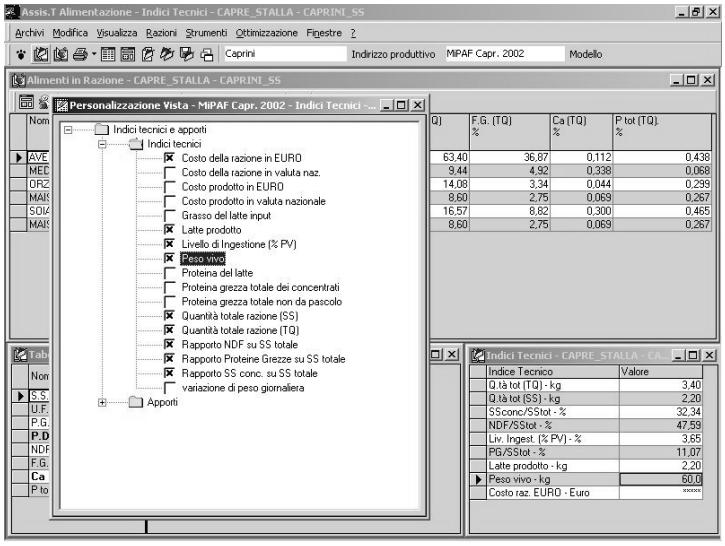


Figura 15.5 - Scheda per la personalizzazione della tabella di monitoraggio degli indici tecnici.

La manualità del bilanciamento della razione prevede le seguenti modalità:

- inizialmente si scelgono gli alimenti dall'archivio alimenti e si inseriscono nella tabella degli alimenti in razione indicandone la quantità giorno/capo (Figura 15.6);
- successivamente il programma ricalcola gli apporti e i relativi indici di confronto con i fabbisogni;
- infine il tecnico può cambiare manualmente le quantità di alimenti e avviare operazioni successive di ricalcolo fino ad una corretta approssimazione dello scarto Apporti-Fabbisogni oppure affidarsi alla funzione di ottimizzazione per la ricerca della migliore combinazione di alimenti al minor prezzo nel rispetto di vincoli impostati dall'utente.

15.8. La stima dei fabbisogni e informazioni richieste all'utente

Sulla base delle considerazioni riportate nel paragrafo "Gli algoritmi di stima della capacità di ingestione e dei fabbisogni" ogni algoritmo di stima dei fabbi-

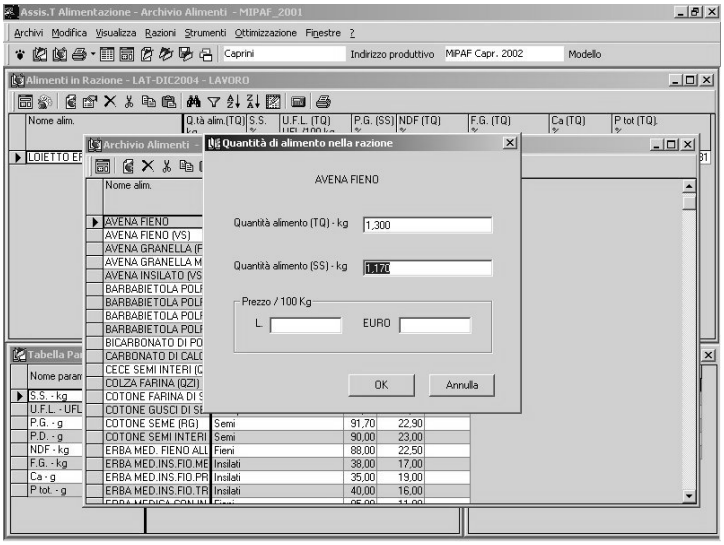


Figura 15.6 - Scheda per inserire/modificare la quantità di alimento in razione.

sogni può essere caratterizzato per un utilizzo su realtà aziendali comuni o avanzate in funzione della combinazione tra informazioni richieste e parametri stimati.

Infatti, per alcune realtà aziendali risulta tecnicamente impossibile formulare razioni secondo criteri delle scienze alimentari molto avanzati per il semplice fatto che non sono disponibili tutte le informazioni di base richieste, siano queste relative allo stato fisiologico-ambientale degli animali oppure relative alla caratterizzazione nutrizionale degli alimenti aziendali. Tali mancanze tuttavia gettano delle sfide al mondo della ricerca che dovrà programmare opportune sperimentazioni per colmare questi gap informativi e rendere più accurate le stime.

Riguardo tali necessità il programma Assis.T offre una serie di funzionalità che consentono di valorizzare il più possibile gli sforzi fatti dai ricercatori nella messa a punto dei modelli di stima dei fabbisogni. In sintesi:

- il tecnico può disporre sul programma Assis.T di più modelli di stima dei fabbisogni da quelli più semplici a quelli più complessi seguendo con gradualità il progredire dell'offerta che viene dalle istituzioni di ricerca;
- queste ultime possono sviluppare autonomamente i modelli di stima partendo da approcci più semplici e affinandoli nel tempo con release successive;
- la possibilità di personalizzare i parametri visualizzati nello schermo di lavo-

ro come mostrato in figura 15.4 offre al tecnico la possibilità di utilizzare una modello di stima dei fabbisogni anche in modo parziale.
In relazione a tali considerazioni il progetto "Ulteriore Sviluppo ed Evoluzione di un Programma per la Formulazione di Razioni Alimentari per Ovini e Caprini" ha fornito, tra le altre cose, un algortimo di stima dei fabbisogni che richiede informazioni sicuramente disponibili nella maggior parte degli allevamenti e quindi di applicazione generale.
Infatti modello MiPAF caprini 2002 giunto alla versione 1.7 nel febbraio del 2005 sarà presto affiancato da nuovi modelli utilizzabili anche negli allevamenti più evoluti.

Bibliografia

1. Bettati T., D'Andrea F., – Calcolo delle razioni più preciso con Assis.T - Informatore Agrario v. 61(14): 51-52
2. Bettati T., D'Andrea F., A.R.A.S. 2005 – Carte foraggiere, un supporto per il corretto calcolo delle razioni - Informatore Agrario 2005, 61(16): 55-56
3. Sito internet del progetto "Ulteriore Sviluppo ed Evoluzione di un Programma per la Formulazione di Razioni Alimentari per Ovini e Caprini" http://www.crpa.it/roc
4. Sito internet dedicato al programma di supporto alla formulazione di razioni alimentari Assis.T http://www.crpa.it/assist
5. Risorse internet dedicate all'edizione Developper del programma Assis.T distribuita gratuitamente alle Istituti di ricerca http://www.crpa.it/assistdev

Capitolo16

LE RAZZE CAPRINE D'ITALIA

Lorenzo Noè[1], Alessandro Gaviraghi[1], Andrea D'Angelo[1], Adriana Bonanno[2], Adriana Di Trana[3], Lucia Sepe[4], Salvatore Claps[4], Giovanni Annicchiarico[5], Nicola Bacciu[6]

[1] Istituto Sperimentale Italiano "Lazzaro Spallanzani", Milano
[2] Dipartimento di Scienze Entomologiche, Fitopatologiche, Microbiologiche Agrarie e Zootecniche, Università di Palermo
[3] Dipartimento di Scienze delle Produzioni Animali, Università della Basilicata
[4] C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Zootecnia - Bella (Potenza)
[5] C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Zootecnia - Sezione di Foggia
[6] Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari

16.1. RAZZE COSMOPOLITE

16.1.1. Alpina (Noè L., Gaviraghi A., D'Angelo A.)

Origine e diffusione

Macro popolazione caprina diffusa su tutto l'arco alpino italiano. In Piemonte, in particolare, viene chiamata specificatamente "Alpina Comune", in altre regioni prende il nome di "Alpina Locale". Questa macro popolazione è riconducibile, per la sua morfologia, all'originario ceppo detto di tipo Alpino che raggruppa buona parte delle razze locali del nord Italia. La sua elevata eterogeneità, soprattutto di mantello, la rende molto vicina alle popolazioni caprine primarie. La sua consistenza è stimata in non meno di 100.000 capi. Per questa razza è stato istituito, ma non attivato, il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

La taglia può variare, ma normalmente è medio-grande. Il profilo della testa può essere rettilineo, camuso, ma mai convesso. Le orecchie sono dritte e portate erette in avanti, mai pendenti. La barba è generalmente presente sia nei maschi sia nelle femmine. Le corna, se presenti, sono sviluppate in ambo i sessi

L'ALIMENTAZIONE DELLA CAPRA DA LATTE (Pulina G. Ed.). Avenue media®, Bologna, 2005: 381-435

e con forma normalmente a sciabola. La capra Alpina, per la sua variabilità di mantello, è classificabile fra le razze policromatiche. Esso può essere uniforme o con particolari modelli di pigmentazione, frequenti sono anche i mantelli pezzati. Il pelo può variare da raso a lungo uniforme, con la variante intermedia ben rappresentata (dati Regione Piemonte, 2004). La tabella 16.1 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.1 - Caratteri morfologici della razza Alpina.

Variabile	Maschi adulti	Femmine adulte
Altezza al garrese (cm)	80	60-70
Peso (kg)	60-65	50-55

Caratteristiche funzionali

L'Alpina Comune è un animale rustico, ben adattato all'ambiente montano. L'attitudine degli animali appartenenti a questa macro razza dipende dalle scelte gestionali di allevamento. In alcune realtà le capre si dimostrano generose nella produzione di latte, dal quale si ottengono diversi tipi di formaggi mediante una caseificazione di tipo tradizionale. In base alla zona di allevamento possono essere prodotti diversi formaggi di pura capra, spesso poco stagionati, o misti, con l'aggiunta di latte vaccino o ovino. La caseificazione il più delle volte è di tipo presamico. In realtà meno imprenditoriali, la lattazione viene interrotta anticipatamente e l'animale viene sfruttato principalmente per la produzione di carne di capretto o di animali a fine carriera. Le preparazioni carnee che si ottengono, in questo ultimo caso, sono differenti e ben rappresentate su tutto l'arco alpino italiano (Brambilla e Noè, 1998).

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.1.2. Camosciata delle Alpi (Noè L., Gaviraghi A., D'Angelo A.)

Origine e diffusione

Originaria della Svizzera, si è diffusa in molti Paesi europei (prevalentemente Francia) ed extra europei. In Italia ha la sua maggiore consistenza nelle regio-

ni dell'arco alpino, con significative presenze nel resto del territorio nazionale. Viene allevata in piccoli, medi e grandi allevamenti sia in strutture a stabulazione permanente sia allo stato semistabulato. Dal 1973 è attivo il Libro Genealogico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Razza di taglia medio-grande con testa relativamente piccola, leggera e fine. Il profilo fronto-nasale è rettilineo. Le orecchie sono lunghe e portate di lato, obliquamente e in avanti (mai abbandonate e pendenti). I maschi portano un ciuffo di peli arruffati nella zona frontale e sono spesso provvisti di barba. La presenza di corna è possibile sia nei maschi sia nelle femmine. Il collo è lungo con presenza o meno di tettole. Il torace e l'addome sono ampi, la regione dorso-lombare è rettilinea e la groppa è ben sviluppata e leggermente spiovente. La mammella è ampia e ben sviluppata con attacco posteriore largo e robusto; può essere di forma anche piriforme, ma è preferibilmente globosa con capezzoli mediamente sviluppati, conici, rettilinei e portati verticalmente. Gli arti sono lunghi, forti e ben proporzionati. Il pelo, uniformemente corto e fine, è in varie tonalità del fulvo con riga mulina, estremità degli arti e unghielli neri. È presente una caratteristica maschera facciale. La pelle è sottile e pigmentata in nero. Sono tollerati mantelli con colorazione non uniforme (in particolare: macchie bianche, frisature sul muso) oppure mantelli scuri tendenti al nero (Schembri *et al.*, 2003). La tabella 16.2 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.2 - Caratteri morfologici della razza Camosciata delle Alpi.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	80	86	71	74
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	80	84	74	77
Larghezza del torace (cm)	21	25	20	22
Altezza del torace (cm)	36	42	32	34
Larghezza groppa ischi (cm)	20	22	18	19
Lunghezza del tronco (cm)	90	99	79	85
Circonferenza toracica (cm)	97	110	86	91
Peso (kg)	68	100	53	70

Tabella 16.3 - Produzione e composizione del latte di capre Camosciata sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Primipare	1153	343 ± 115	33,7	3,24 ± 0,51	3,12 ± 0,33
Secondipare	1447	506 ± 205	40,6	3,26 ± 0,53	3,17 ± 0,35
Terzipare e oltre	1892	539 ± 228	42,3	3,23 ± 0,51	3,12 ± 0,36

Caratteristiche funzionali
Razza selezionata per la produzione del latte. I parametri riproduttivi sono caratterizzati da una fertilità del 95% e da una prolificità del 160%. La fecondità su base annua è del 152%. L'età media al primo parto è di circa 12 mesi. Il peso dei capretti alla nascita è di circa 3,5 kg ed a 60 giorni circa 12,5 kg (Schembri *et al.*, 2003).

Riferimento
Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.1.3 Maltese (Bonanno A.)

Origine e diffusione
Originaria dell'Asia Minore, la razza si è diffusa nei paesi del Mediterraneo; dall'isola di Malta, da cui prende il nome, è giunta in Italia attraverso la Sicilia (Portolano, 1987). La consistenza stimata è sui 40.000 capi. I soggetti iscritti al Libro Genealogico, attivo dal 1976, sono 6.295, presenti soprattutto in Sardegna (43%) e in Sicilia (22%), e in aree centro-meridionali (ASSONAPA, 2004). Viene allevata prevalentemente allo stato semi-brado, ma si adatta a sistemi intensivi a stabulazione permanente. L'80% degli allevamenti controllati detiene nuclei che non superano i 50 capi (AIA, 2003).

Caratteristiche morfologiche
La taglia è media. La testa è piccola e leggera, tozza nel maschio, con profilo fronto-nasale rettilineo, orecchie lunghe e larghe, pendenti e con le estremità

rivolte all'esterno. Nel maschio è presente la barba e a volte un ciuffo di peli nella zona frontale. Le corna sono presenti o assenti in entrambi i sessi. Il collo è mediamente lungo e sottile con presenza o meno di tettole. Il torace e l'addome sono ampi, la regione dorso-lombare rettilinea e la groppa mediamente sviluppata. L'apparato mammario è molto ampio; le mammelle sono del tipo pecorino, raramente piriformi, con capezzoli sviluppati. Gli arti sono robusti con unghielli di colore grigio o tendenti al giallo. Il mantello è di colore bianco con possibilità di pezzature nere. La testa presenta maculature nere corvine più o meno estese. La pelle è di colore bianco-roseo con eccezione delle zone in cui è presente la pezzatura (ASSONAPA, 2004). La tabella 16.4 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.4 - Caratteri morfologici della razza Maltese.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	64	87	67	71
Altezza alla groppa (cm)	62	84	61	72
Altezza toracica (cm)	32	39	30	36
Larghezza toracica (cm)	24	26	22	24
Larghezza groppa ischi (cm)	22	25	20	2
Lunghezza tronco (cm)	82	110	60	78
Circonferenza toracica (cm)	88	104	82	95
Peso (kg)	36	70	35	46

Caratteristiche funzionali

La Maltese, docile e rustica, adattabile a diversi ambienti, mostra una spiccata attitudine lattifera, con produzioni che possono raggiungere i 500-600 kg di latte in 300 d. Il latte è caratterizzato dall'assenza dell'odore e del sapore ircino. Destinato in passato al consumo diretto, oggi il latte è caseificato con quello di altre specie. La carne, fornita dai capretti da latte, è molto apprezzata. La pubertà si manifesta a 6-7 mesi e l'età media al primo parto è di circa 18 mesi. La fertilità (parti/monte) è intorno al 95% e la prolificità (nati/parti) al 80%, per l'alta frequenza di parti gemellari e qualcuno trigemino. Nel 2003, i parti erano distribuiti per l'83% da novembre a marzo, con punta in dicembre (23,2%), e il 56,9% erano gemellari (AIA, 2003).

Tabella 16.5 - Produzione e composizione del latte di capre Maltese sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2003).

Anno 2002	Lattazioni controllate n.	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine (*) x ± σ (%)
Primipare	337	242 ± 87	36,2	4,07 ± 0,48	3,57 ± 0,30
Secondipare	844	307 ± 141	46,0	4,23 ± 0,44	3,67 ± 0,33
Pluripare	1369	358 ± 160	44,8	4,32 ± 0,44	3,66 ± 0,24
Totale	2577	326 ± 151	46,6	4,28 ± 0,45	3,66 ± 0,24

(*) per la sola provincia di Caltanissetta.

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.1.4. Rossa Mediterranea (Bonanno A.)

Origine e diffusione

La razza è nota anche come Derivata di Siria poiché si è originata dalla capra di Damasco o di Siria, che giunse in Sicilia dalle regioni afro-asiatiche del Mediteranno (Portolano, 1987). Le stime più recenti indicano una consistenza di circa 56.000 capi. Gli iscritti al Registro Anagrafico, attivo dal 2003, sono 5.043, presenti in 78 aziende e allevati per il 52% in Sicilia, il 40% in Basilicata e in altre regioni centro-meridionali (ASSONAPA, 2004). L'allevamento è prevalentemente misto con ovini in sistemi semi-estensivi, ma si registra un buon adattamento della razza alla stabulazione. L'89% degli allevamenti controllati detiene meno di 50 capi (AIA, 2003).

Caratteristiche morfologiche

La taglia è media. La testa, piccola e leggera, con profilo fronto-nasale rettilineo, a volte montonino, presenta orecchie lunghe e larghe, pendenti e con le estremità rivolte all'esterno. La barba è presente in entrambi i sessi. Il maschio porta un ciuffo di peli arruffati sul sincipite. Le corna e le tettole sono assenti o presenti in entrambi i sessi. Il collo è mediamente lungo e sottile. Il torace è profondo e l'addome voluminoso, la regione dorso-lombare rettilinea e la groppa mediamente sviluppata. La mammella è ben conformata, del tipo pecorino, raramente piriforme, con capezzoli sviluppati. Gli arti sono lunghi, leggeri, con unghielli scuri, solidi e compatti. Il mantello è di colore rosso con even-

tuali pezzature o maculature bianche in fronte, nel ventre o agli arti. Il pelo è lungo, folto e brillante; la pelle è bruna (ASSONAPA, 2004). La tabella 16.6 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.6 - Caratteri morfologici della razza Rossa Mediterranea.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	73	79	69	72
Altezza alla groppa (cm)	68	82	63	72
Altezza toracica (cm)	40	41	37	38
Larghezza toracica (cm)	18	21	20	23
Larghezza groppa ischi (cm)	18	22	18	21
Lunghezza tronco (cm)	68	85	70	73
Circonferenza toracica (cm)	75	86	80	90
Peso (kg)	50	70	39	48

Caratteristiche funzionali

La razza, simile morfologicamente alla Maltese, presenta una minore taglia e una maggiore rusticità, che la rendono più adatta a difficili condizioni ambientali. La produzione di latte è elevata, soprattutto in Sicilia dove si registrano medie per lattazione di circa 570 kg nelle pluripare, e punte fino ai 750 kg. Il latte presenta caratteristiche ircine poco percettibili e un alto contenuto in αs_1-caseina che aumenta la resa casearia (Giaccone *et al.*, 1998). La caseificazione è per lo più effettuata con latte ovino. La carne è fornita da capretti di 30-40 d d'età. La pubertà è a 5-6 mesi, e l'età media al primo parto è di circa 15 mesi. La fertilità (parti/monte) è intorno al 95% e la prolificità (nati/parti) è elevata, pari a 210%. L'83% dei parti si è distribuito, nel 2003, da ottobre a marzo, con punta in dicembre (23,7%), ed il 68,7% era gemellare (AIA, 2003).

Tabella 16.7 - Produzione e composizione del latte di capre Rossa Mediterranea sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2003).

Anno 2002	Lattazioni controllate n.	Latte		Grasso	Proteine (*)
		x ± σ (litri)	C.V. (%)	x ± σ (%)	x ± σ (%)
Primipare	15	121 ± 45	37,8	-	-
Secondipare	381	337 ± 155	46,2	4,00 ± 0,46	3,41 ± 0,30
Pluripare	737	452 ± 189	-	4,13 ± 0,44	3,58 ± 0,33
Totale	1133	409 ± 188	46,0	4,11 ± 0,44	3,53 ± 0,33

(*) per la sola provincia di Caltanissetta.

Riferimento
Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.1.5. Saanen (Noè L., Gaviraghi A., D'Angelo A.)

Origine e diffusione
Originaria della Svizzera, si è diffusa in molti Paesi europei ed extra europei. In Italia ha la sua maggiore consistenza nelle regioni dell'arco alpino, con significative presenze nel resto del territorio nazionale. Viene allevata in medi e grandi allevamenti sia in strutture a stabulazione permanente sia allo stato semistabulato. Dal 1973 è attivo il Libro Genealogico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche
Razza di taglia grande con testa relativamente piccola, leggera e fine. Il profilo fronto-nasale è rettilineo. Le orecchie sono lunghe e portate di lato, obliquamente e in avanti, mai abbandonate e pendenti. Nei maschi si nota un ciuffo di peli arruffati nella zona frontale e la presenza di barba. La presenza di corna è possibile sia nei maschi sia nelle femmine. Il collo è lungo con presenza o meno di tettole. Il torace e l'addome sono ampi, la regione dorso-lombare è rettilinea e la groppa è ben sviluppata e leggermente spiovente. La mammella è ampia e ben sviluppata con attacco posteriore largo e robusto. É preferibilmente globosa ma può essere anche piriforme. I capezzoli, portati verticalmente, sono mediamente sviluppati e possono essere conici o rettilinei. Gli arti sono lunghi, forti e ben proporzionati. Il pelo, uniformemente corto e fine, è bianco, talvolta rosato: non sono tollerati mantelli con macchie d'alcun genere. Gli unghielli sono di colore ardesia o ambra. La pelle è sottile, generalmente non pigmentata e con possibili macchie di piccola estensione sulla mammella, sui padiglioni auricolari e sul musello (Schembri *et al.*, 2003). La tabella 16.8 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Caratteristiche funzionali
Razza selezionata per la produzione di latte. I parametri riproduttivi sono caratterizzati da una fertilità del 90% e da una prolificità del 160%. La fecondità su base annua è del 144%. L'età media al primo parto è di circa 12 mesi. Il peso medio dei capretti alla nascita è di 4,3 kg ed a 60 giorni di 14,6 kg (Schembri *et al.*, 2003).

Tabella 16.8 - Caratteri morfologici della razza Saanen.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	80	87	72	74
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	81	86	75	77
Larghezza del torace (cm)	20	23	20	23
Altezza del torace (cm)	35	39	32	35
Larghezza groppa ischi (cm)	18	20	18	20
Lunghezza del tronco (cm)	94	106	81	89
Circonferenza toracica (cm)	94	105	86	96
Peso (kg)	65	90	50	60

Tabella 16.9 - Produzione e composizione del latte di capre Saanen sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte		Grasso	Proteine
		x ± σ (litri)	C.V. (%)	x ± σ (%)	x ± σ (%)
Primipare	1647	373 ± 110	29,6	3,18 ± 0,54	3,09 ± 0,30
Secondipare	1591	569 ± 206	36,3	3,22 ± 0,59	3,14 ± 0,36
Terzipare e oltre	1815	613 ± 225	36,7	3,17 ± 0,59	3,09 ± 0,35

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.1.6. D'Angora (Sepe L., Di Trana A.)

Origine e diffusione

La capra d'Angora ha avuto origine presumibilmente nel Tibet dalla *Capra prisca* (Mason, 1981), portata in Mesopotamia e, nel XIII sec. a.C. in Anatolia (Turchia) dai Turcomanni, facendo dell'odierna Ankara (da cui il nome della razza) il centro originario della produzione. Dall'Anatolia è stata esportata per la prima volta in Sud Africa nel 1838, successivamente verso il Sud Carolina, e

in Australia nel 1853 (Gallico, 1992). Oggi la capra è presente in Sud Africa (60%), USA (14%), Lesotho, Argentina, Australia, Turchia, Nuova Zelanda (Anonym, 2003) ed Europa (e.s. Regno Unito, Francia, etc).
Non esistono dati certi sulla consistenza mondiale, ma si stimano 8 milioni di capi. Sono allevate in aree ad alta quota, con clima asciutto e freddo, in sistema estensivo e semi-estensivo, mostrando elevata resa nello sfruttamento dei pascoli poveri.

Caratteristiche morfologiche

La capra presenta tratti somatici gentili, taglia piccola. Il profilo fronto-nasale è rettilineo o leggermente concavo. Le corna sono piccole, sottili, appuntite e rivolte all'indietro. Le orecchie sono piccole e pendenti o semipendenti. Il colore del mantello è bianco, tuttavia non mancano popolazioni con fibra colorata, nera e bruna. La fibra scende lunga a bioccoli sciolti sul corpo; in alcune popolazioni, nei maschi i bioccoli sul capo sono lunghi tanto da coprire gli occhi, creando problemi nel pascolamento (Mason, 1981) . La tabella 16.10 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche (Antonini *et al.*, 1994; Gallico, 1992; Mason, 1981).

Tabella 16.10 - Caratteri morfologici della razza D'Angora.

Variabile	**Australia (Antonini *et al.*, 1994)**	**Turchia**	**USA**	**Sud Africa**
Peso (kg)	42 ± 4,67	30-40	27	-
Peso alla nascita (kg)	2,13 ± 0,07	-	-	-
Colore vello	bianco	Bianco	bianco	Bianco, nero

Caratteristiche funzionali

Razza allevata e mantenuta in purezza per la fibra. I parametri riproduttivi medi sono caratterizzati da una fecondità dell'88%, una fertilità media dell'83% e da una prolificità del 120%. Il peso medio dei capretti, osservato in un gregge australiano importato in Italia, è di 2,13 kg alla nascita, 4,8 kg a 28 giorni e 10,60 kg a 70 giorni (Antonini *et al.*, 1994; Di Trana *et al.*, 2000). La fibra è prodotta dai follicoli piliferi secondari, il cui numero aumenta con l'età, portando il rapporto follicoli secondari/primari da 2-3 (alla nascita) fino a 9-10 (a 2 anni di età) (Shelton, 1981). La produzione media di mohair capo/anno da singola tosatura è di circa 2,5 kg (mohair turco, il più lungo), o 3-5 kg da doppia tosatura (una in primavera, l'altra a fine agosto-settembre), lunga anche 100-175 mm (Anonym, 2003) La presenza di fibre morte o grossolane è indicata con il termine *kemp*; queste, insieme alle fibre medullate, riducono la qualità della fibra (www.caprine.co.nz).

Tabella 16.11 - Caratteri produttivi di capre D'Angora (www.caprine.co.nz)

Caratteristiche della fibra	Nuova Zelanda		Sud Africa	
	Femmina 1 anno	Femmina adulta	Femmina 1 anno	Femmina adulta
Peso fibra (kg/c/anno)	1-1,52	-3	2-3	4-5
Diametro (mm)	25-28	30-40	28-30	35-45
Fibre medullate (%)	2-10	2-10	<1	<1
Kemp (%)	1-5	1-5	<0,5	0,5

16.1.7. Cashmere (Sepe L., Di Trana A.)

Origine e diffusione

Le razze caprine che, oltre a latte e carne, presentano attitudine alla fibra tessile sono allevate pressoché in tutto il mondo. Note come capre cashmere, le varie razze derivano dalla *Capra falconeri* (Millar, 1986), originatasi nell'area del Tibet e da lì diffusasi in Cina, Russia, Mongolia, Iran, Afganistan. Oggi sono presenti in Australia, Nuova Zelanda, Europa (es. Scozia), e dagli anni '80 negli USA (es. Texas). L'esatta consistenza attuale della popolazione mondiale non è quantificabile, a causa della difficoltà nelle comunicazioni con i paesi produttori, ma si stimano più di 70 milioni di capi (nel 1994 la Cina ne contava 54 milioni) (Ma Ning Li Qiwen, 1996).

L'allevamento, in genere, è di tipo estensivo, con un semplice ricovero nel periodo invernale.

Caratteristiche morfologiche

La taglia è variabile secondo la razza, dai 20-25 kg nella femmina adulta Islandica fino ai 60 kg nelle Siberiana e Mongola. Tutte le razze presentano il profilo fronto-nasale rettilineo. Taglia e portamento delle orecchie sono compresi rispettivamente fra piccola e grande, pendente o semipendente; le corna si presentano piccole e appuntite, rivolte all'indietro (razza Islandica, Australiana, etc.) o larghe, piatte ed elicoidali, con andamento latero-posteriore (Pashmina, Don, etc.) (Mason, 1981).

Il mantello si compone di un vello primario, costituito da peli lunghi, lucidi e robusti (*guard hair* o giarra) e un vello secondario, più corto, molto fine (*down fibre* o cashmere), con funzione termo-protettrice. La maggior parte della fibra fine cresce su fianchi e arti, con una piccola percentuale sulla testa e sul collo; molte razze presentano fibra fine sull'addome. Il colore del mantello varia dal

bianco (Cina, Mongolia, Russia, Australia, etc.) al nero (Russia) con gradazioni intermedie, nocciola con riga mulina (Islanda), bruno. La tabella 16.12 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche e produttive (Facciolongo *et al.*, 2002; Faostat, 2005, Kim-Ho Phan e Wortamann, 2000; Ma Ning Li Qiwen, 1996; Porter, 1996).

Tabella 16.12 - Caratteri morfologici e produttivi della razza Cashmere.

Variabile	Cina	Mongolia	Iran, Iraq	Afghanistan	Russia Siberia	Australia Nuova Zelanda
Altezza al garrese (cm)	60-70	56-66	65-75	-	60-70	60-70
Peso maschio (kg)	50-70	54	30-60	-	65-85	50-70
Peso femmina (kg)	28-40	38	50	-	35-40	35-45
Lunghezza cashmere (mm)	60-120	50-60	250-300	60-90	80-90	50-75
Diametro cash. (mm)	14-16,5	17-18	17-19	16,6-19	16-20	17-17,5
Peso medio cashmere (g/c/anno)	100-300	350-600	-	-	*Oremburg* 250-400 *Don* 600-1100	150-250
Colore cashmere	bianco	bianco	crema, marrone	crema, marrone	bianco, grigio	bianco

Caratteristiche funzionali

Queste razze forniscono un'interessante produzione di latte, sfruttato per usi familiari sia come latte alimentare (Faostat, 2005) sia trasformato in formaggio. La produzione annua di latte è variabile dai 0,43-0,48 kg/c/g (stima su dati bibliografici) negli allevamenti estensivi, ai 0,75-0,80 kg/c/d (Di Trana e Sepe, 2000) nel sistema pastorale. La razza cashmere iraniana Raini, buona lattifera, produce 1,5-2 kg/c/g in 4-6 mesi di lattazione (Mason, 1981), e la tedesca Dahlem 2,50 ± 0,40 (e.s.) kg/c/d di latte, corretto al 4% di grasso, in 4 mesi di lattazione (Dimassi *et al.*, 2004). La produzione capo/anno di fibra varia dai 21 g della Pashmina indiana ai 500 g di alcune razze cinesi, con punte di 1000 g in razze russe (si ipotizza una influenza di mohair per incroci con capre Angora). La stimabile produzione mondiale di fibra degiarrata è di 5.000 tonnellate (McGregor, 2003). I parametri riproduttivi indicativi sono caratterizzati da una fertilità del 71,4-82%, una fecondità del 93% e una prolificità del 120-130%. Il peso medio dei capretti alla nascita è di 2,8 kg e di 10,6 kg a 60 giorni (Facciolongo *et al.*, 2002; Sepe *et al.*, 2006).

16.2. RAZZE AUTOCTONE DEL NORD (Noè L., Gaviraghi A., D'Angelo A.)

16.2.1. Bionda dell'Adamello

Origine e diffusione

La Capra Bionda appartiene al gruppo delle razze autoctone europee di tipo alpino. L'area di origine e di maggior diffusione è rappresentata dalla Val Saviore, dalla Valle Camonica e dalla montagna bresciana in generale. Importanti allevamenti sono presenti anche in provincia di Bergamo, Val di Scalve e nel Triangolo Lariano (LC). Recentemente la capra Bionda dell'Adamello è stata inserita nei piani di salvaguardia della provincia Autonoma di Trento, sono infatti presenti nuclei di allevamento nelle zone confinanti con la provincia di Brescia. La gestione dell'allevamento è di tipo semi-estensivo con stabulazione invernale, pascolo primaverile e autunnale, ed alpeggio estivo.
Dal 1997 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Animale di taglia media con testa leggera e fine, presenza di barba nei maschi e nella maggioranza delle femmine. La presenza delle corna è legata alla scelta degli allevatori e alle tradizioni locali. La regione dorso-lombare è rettilinea con groppa di buono sviluppo e mediamente spiovente. L'apparato mammario risulta sviluppato e ben attaccato. Il mantello è di colore bruno uniforme con tonalità più o meno chiare. La regione ventrale è preferibilmente bianca come il sotto coda e la parte interna delle cosce. Sulla testa sono presenti due striature bianche che si estendono dall'attacco delle orecchie al muso, il pelo è uniformemente lungo. Bianche sono anche le parti distali degli arti. L'iscrizione al Registro Anagrafico non è ammessa per quei soggetti che presentano pezzature bianche irregolari e nelle regioni non tipiche (Brambilla *et al.*, 1997). La tabella 16.13 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche. Il peso vivo degli animali adulti è di 55-60 kg nelle femmine e di 70-75 kg nei maschi.

Tabella 16.13 - Caratteri morfologici della razza Bionda dell'Adamello

Variabile	Femmine adulte
Altezza al garrese (cm)	74
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	6
Larghezza del torace (cm)	16
Altezza del torace (cm)	33
Lunghezza della groppa (cm)	24
Larghezza groppa ischi (cm)	17
Larghezza groppa ilei (cm)	20
Lunghezza del tronco (cm)	82
Circonferenza toracica (cm)	85
Circonferenza allo stinco (cm)	9

Caratteristiche funzionali

È una razza con spiccata rusticità a prevalente attitudine lattifera. Il tasso di gemellarità è pari al 151% (Brambilla e Noè, 1998). I prodotti caseari tipici della razza sono il Mascarpì, tipica ricotta, e il Fatulì, formaggio affumicato riconosciuto dalla Regione Lombardia come prodotto agricolo tradizionale nel cui disciplinare di produzione viene indicata la capra Bionda come unica razza ammissibile per la fornitura di latte per la caseificazione di questo formaggio.

Tabella 16.14 - Produzione e composizione del latte di capre Bionda dell'Adamello sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Secondipare	33	303 ± 108	35,6	3,11 ± 0,54	3,01 ± 0,61
Terzipare e oltre	26	361 ± 122	33,8	3,15 ± 0,36	2,94 ± 0,26

Riferimento

Associazione Provinciale Allevatori
Via Dalmazia, 27 - 25125 - Brescia
Tel 030-2422386 - Fax 030-2422398 - E-mail: segreteria@apabs.it

Associazione Allevatori per la Tutela della Capra Bionda
Via Zendrini, 62 - 25050 - Valle (BS)
Tel. 0364-638246

16.2.2. Pezzata Mochena

Origine e diffusione

La popolazione caprina Pezzata mòchena/*Pletzet goes van der Bernstol* appartiene tipicamente al ceppo alpino. Documentata nella valle del Fersina/*Bernstol* e nelle aree limitrofe dell'Altopiano di Pinè e del Perginese, in provincia di Trento, sin dagli anni '50-'60 del secolo scorso, è da ritenersi il tipo tradizionalmente allevato nella zona. Il sistema di allevamento è di tipo estensivo con stabulazione invernale e primaverile con utilizzo di pascoli di varia altitudine, in gran parte di proprietà privata. Gli allevamenti sono di piccole dimensioni e di tipo complementativo di altri redditi non necessariamente agricoli. Dal 2004 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Animale di taglia medio-grande con testa allungata e profilo fronto-nasale rettilineo. La barba è presente in ambo i sessi, risulta più sviluppata nei maschi. Le corna sono rivolte all'indietro, moderatamente arcuate e leggermente divaricate; prive di nodosità. Le orecchie sono portate erette, in fuori e in avanti. Il collo è lungo e ben attaccato, più robusto nei maschi con presenza di tettole. Il torace è ampio e di notevole sviluppo. La regione dorso-lombare è rettilinea e la groppa risulta lunga, larga e poco spiovente. La lunghezza del tronco è relativamente contenuta in relazione ai diametri trasversi. Nei maschi la borsa scrotale è ampia con testicoli ben sviluppati. Nelle femmine la mammella si presenta da tipo pecorino a piriforme con capezzoli da medi a grandi. Gli arti sono robusti ma non grossolani con unghielli scuri, solidi e compatti. Tutti i soggetti presentano un mantello di tipo eumelanico nero con vari modelli di diluizione (frosting, roanatura) e pezzatura ("frisatura", grandi pezzature regolari, piccole pezzature irregolari con varia localizzazione, cintatura). Il pelo è prevalentemente lungo (Pirola, 2005). La tabella 16.15 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

L'attitudine produttiva è duplice: carne e latte. I parametri riproduttivi sono caratterizzati da una fertilità del 98% e da una prolificità del 135%. La fecondità su base annua è del 132%. L'età media al primo parto è di circa 18 mesi. Attualmente, dopo il periodo di allattamento naturale del capretto, la mungitura viene effettuata per un periodo di poche settimane e non è possibile disporre di un'indicazione circa la capacità produttiva.

Tabella 16.15 - Caratteri morfologici della razza Pezzata Mochena

Variabile	Femmine adulte
Altezza al garrese (cm)	76
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	75,5
Larghezza del torace (cm)	21
Altezza del torace (cm)	34
Lunghezza della groppa (cm)	25
Larghezza groppa ischi (cm)	18
Lunghezza del tronco (cm)	81
Circonferenza toracica (cm)	90

Riferimento

Provincia Autonoma di Trento - Dipartimento Agricoltura, Alimentazione, Foreste e Montagna. - Servizio Vigilanza e Promozione dell'Attività Agricola
Ufficio Tutela delle Produzioni Agricole
Piazza Dante, 15 - 38100 Trento
Tel 0461-495782 - E-mail: info@trentinoagricoltura.net

16.2.3. Frisa Valtellinese o Frontalasca

Origine e diffusione

Conosciuta come razza Frontalasca, dal nome di Frontale, in Val di Rezzalo, località dell'alta Valtellina da dove si considera originaria. Negli anni si è diffusa in tutta la Valtellina. Viene allevata secondo sistemi tradizionali che prevedono lunghi periodi di pascolamento semibrado nella stagione favorevole e stabulazione nella stagione invernale. Dal 1997 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

I soggetti si presentano come animali lunghi e robusti di taglia grande con testa leggera e fine nelle femmine e profilo fronto-nasale rettilineo. Le orecchie, con sfumature bianche, sono portate di lato, obliquamente ed in avanti. Le corna sono rivolte indietro a scimitarra con presenza di soggetti acorni. Il collo è lungo e robusto, con presenza o meno di tettole nei due sessi. Il tronco è lungo con linea dorso-lombare rettilinea e groppa ben sviluppata mediamente spiovente. La mammella è per lo più globosa nelle primipare e tendente al piriforme con l'avanzare dell'età, con capezzoli ben sviluppati e forte apparecchio legamentoso di sostegno. Gli arti sono solidi e ben proporzionati. Il mantello è tipicamente nero, ad eccezione di due caratteristiche striature bianche ai lati della testa, del ventre (carattere che può mancare), del sottocoda e delle estremità degli arti, anch'essi di colore bianco. Il pelo è corto, folto e lucido e la pelle è fine ed elastica. La presenza di macchie bianche sul mantello in regioni non tipiche e corna non tipiche precludono l'iscrizione dell'animale al Registro Anagrafico (Noè *et al.*, 1996). La tabella 16.16 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.16 - Caratteri morfologici della razza Frisa Valtellinese.

Variabile	Femmine adulte
Altezza al garrese (cm)	78
Altezza alla spina (cm) sopra-sacrale	79
Larghezza del torace (cm)	18
Altezza del torace (cm)	35
Lunghezza della groppa (cm)	25
Larghezza groppa ischi (cm)	17
Larghezza groppa ilei (cm)	21
Lunghezza del tronco (cm)	87
Circonferenza toracica (cm)	94
Circonferenza allo stinco (cm)	9

Caratteristiche funzionali

Caratterizzata da ottime potenzialità produttive con selezione recente per la produzione di latte. I parametri riproduttivi sono: un'elevata gemellarità

(165%) e una mortalità neonatale molto bassa (2-3%). In considerazione della notevole mole, della buona indole materna, del peso vivo alla nascita e dei buoni incrementi ponderali dei capretti si ottiene un prodotto carneo rappresentato dai capretti e dai soggetti adulti da riforma. Il prodotto di maggior pregio è rappresentato dal *violino*, tradizionale prosciutto ottenuto dalla stagionatura della coscia (Noè, 2001).

Tabella 16.17 - Produzione e composizione del latte di capre Frisa Valtellinese sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Primipare	28	271 ± 115	42,5	3,51 ± 0,59	3,14 ± 0,30
Secondipare	79	343 ± 183	53,3	3,17 ± 0,50	3,02 ± 0,39
Terzipare e oltre	76	369 ± 180	48,9	3,02 ± 0,44	2,96 ± 0,24

Riferimento
Associazione Provinciale Allevatori - Via Bormio, 26 - 23100 Sondrio
Tel 0342-513900 - Fax 0342-513950 - E-mail: apaso@novanet.it

16.2.4. Lariana o Di Livo

Origine e diffusione
Razza di origine sconosciuta, ascrivibile al gruppo delle razze europee di tipo alpino. È diffusa nell'area montuosa della catena Mesolcina, in particolare nella valle di Livo e nelle aree del Lario occidentale. Il sistema d'allevamento è tradizionalmente di tipo estensivo caratterizzato da un lungo periodo di pascolamento nella stagione favorevole (da maggio a dicembre), che può essere semibrado o gestito in alpeggio. La stabulazione avviene solamente nel periodo invernale. Dal 2001 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche
Tipica razza primaria che non ha subito selezione per caratteristiche esteriori quali tipo di corna, colore del mantello e lunghezza del pelo. Si presenta come capra robusta di taglia medio-grande. La testa è proporzionata con profilo fronto-nasale in genere rettilineo. Le corna possono essere assenti o presenti, con portamento "a stambecco" (scimitarra) o di tipo "markhor" (rivolte all'indietro e divaricate). La barba può essere presente o assente. Le tettole sul collo possono

essere sia assenti che presenti e bilaterali o unilaterali. Il torace e l'addome risultano ben sviluppati con regione dorso-lombare rettilinea e orizzontale con groppa sviluppata e mediamente spiovente. Gli arti sono solidi e robusti. Il mantello è molto eterogeneo: sono presenti soggetti a mantello uniforme di tipo eumelanico (nero, bruno), feomelanico (rosso o giallo) o roano (peli bianchi mescolati a peli pigmentati), soggetti con aree feomelaniche ed eumelaniche con diversa distribuzione ed estensione e soggetti con pezzature bianche, di tipo regolare o irregolare. Il pelo può essere corto, intermedio o lungo. Il mantello completamente nero lucido e a pelo corto rappresenta un criterio d'esclusione dal Registro Anagrafico. La tabella 16.18 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.18 - Caratteri morfologici della razza Lariana.

Variabile	Femmine adulte
Altezza al garrese (cm)	72
Larghezza del torace (cm)	16
Altezza del torace (cm)	33
Lunghezza del tronco (cm)	74
Circonferenza allo stinco (cm)	9

Caratteristiche funzionali

Per quanto riguarda i parametri riproduttivi, tale razza fornisce un parto all'anno con un tasso di gemellarità non elevato. La produzione principale è il capretto. L'attitudine alla produzione di latte, sebbene discreta, è finalizzata prevalentemente all'allevamento del capretto. La gestione della riproduzione è orientata verso il contenimento della consanguineità e verso il miglioramento quanti-qualitativo delle produzioni, sfruttando le doti di spiccata rusticità e frugalità che permettono a questa capra di rivestire un importante ruolo nella gestione e nella valorizzazione dell'area montana di allevamento (Schembri *et al.*, 2003).

Tabella 16.19 - Produzione e composizione del latte di capre Lariana sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Secondipare	28	198 ± 48	24,7	3,07 ± 0,30	2,80 ± 0,36

Riferimento

Associazione Provinciale Allevatori Como-Lecco e Varese
Via Diaz, 5 - 22036 - Erba (CO)
Tel 031-610982 - Fax 031-611138 E-mail: assallco@tin.it

16.2.5. Orobica o di Val Gerola

Origine e diffusione

Razza di origine sconosciuta allevata nelle Alpi Orobiche e nelle limitrofe aree prealpine delle province di Sondrio, Lecco e Bergamo. È presente in allevamenti piccoli e medi di tipo semi-estensivo, caratterizzati da un sistema che prevede il pascolo primaverile/autunnale e l'alpeggio estivo. Dal 1993 è attivo il Libro Genealogico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Animale di taglia media con testa proporzionata, leggera, tendenzialmente fine. Il profilo fronto-nasale è leggermente camuso o rettilineo, con barba fluente nei maschi e spesso presente anche nelle femmine. Le orecchie, non molto lunghe, sono erette, portate obliquamente in avanti, mai pendenti. Le corna sono molto lunghe anche nelle femmine, di sezione appiattita con lieve torsione elicoidale, incurvate lateralmente alla base e verso l'alto all'apice. Abbastanza rari i soggetti acorni, tollerati solo se femmine. Il collo è mediamente lungo e fine con presenza o meno di tettole. Il torace e l'addome sono ben sviluppati, la regione dorso-lombare è rettilinea ed orizzontale mentre la groppa è larga e lievemente spiovente. La mammella è sviluppata e ben attaccata, di forma globosa o piriforme, con capezzoli tendenzialmente grossi, di forma conica, talvolta non distinti dalla mammella. Gli arti sono forti e corretti. Il mantello è molto vario, ma sempre caratterizzato da notevole lunghezza del pelo sia sull'anteriore che sul posteriore. La lunghezza del pelo è tendenzialmente uniforme con i peli di lunghezza massima che coprono la groppa e le cosce. Si riconoscono 4 mantelli tipici (*farinel, marin, nigru e camosch*) con possibili tipi intermedi. La tabella 16.20 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche (Schembri *et al.*, 2003).

Tabella 16.20 - Caratteri morfologici della razza Orobica.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	79	79	70	73
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	79	81	72	74
Larghezza del torace (cm)	16	19	17	19
Altezza del torace (cm)	31	36	27	33
Larghezza groppa ischi (cm)	18	20	18	22
Lunghezza del tronco (cm)	76	92	73	79
Circonferenza toracica (cm)	80	93	78	89
Peso (kg)	61	80	45	65

Caratteristiche funzionali

Razza selezionata per la produzione di latte. I parametri riproduttivi sono caratterizzati da una fertilità del 95% e da una prolificità del 130%. La fecondità su base annua è del 123%. L'età media al primo parto è di circa 18 mesi. Il peso medio dei capretti alla nascita è di 4,4 kg ed a 60 giorni di 14,8 kg. Il latte della razza, esclusivamente nel periodo d'alpeggio ed in combinazione con latte vaccino, esalta la sua massima espressione di tipicità nella produzione del formaggio Bitto D.O.P.

Tabella 16.21 - Produzione e composizione del latte di capre Orobica sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Primipare	31	184 ± 69	37,6	3,44 ± 0,57	2,96 ± 0,26
Secondipare	286	263 ± 73	27,9	2,92 ± 0,69	2,85 ± 0,26
Terzipare e oltre	324	298 ± 91	30,7	2,86 ± 0,58	2,80 ± 0,26

Riferimento

Associazioni Provinciali Allevatori di Bergamo, Como-Lecco e Sondrio
Associazione Provinciale Allevatori
Via Bormio, 26 - 23100 Sondrio
Tel 0342-513900 - Fax 0342-513950 - E-mail: apaso@novanet.it

16.2.6. Passeirer Gebirgsziege (Capra Passiria)

Origine e diffusione

La sua culla d'origine è rappresentata dalle valli Passiria, Alto Isarco, Sarentino e Senales, situate nel nord dell'Alto Adige al confine con l'Austria. Il sistema d'allevamento è di tipo estensivo, con un lungo periodo di pascolo che va dalla primavera fino agli ultimi giorni dell'autunno. Questo è favorito dal buon adattamento al pascolo in alta montagna e dalla sicurezza nel movimento negli ambienti alpini. Dal 1999 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Animale robusto di media altezza con testa corta. Le corna sono lunghe e arcuate. Il collo è robusto, corto, ben unito alla spalla e al garrese. Le spalle sono larghe, ben legate al torace, il dorso è lungo e diritto. Il bacino è lungo, piatto e

largo, il torace è profondo e largo. L'apparato mammario risulta ben sviluppato e largo alla base. Gli arti presentano tendini ben marcati, ossa fini e leggere, articolazioni asciutte, pastoie robuste e unghielli molto duri. Il mantello si presenta lucido, con pelo medio e lungo, più fitto nella stagione invernale. I becchi presentano la barba e il pelo più lungo rispetto alle femmine. La colorazione del mantello ha svariate tonalità: dal nero al grigio, marrone, marrone bruciato fino ad un grigio molto chiaro e sfumato. Il colore può non essere uniforme, la capra può essere anche metà nera e metà marrone. La pelle è morbida, fine ed elastica. Il peso nei soggetti adulti maschi è di circa 75 kg, mentre nelle femmine si attesta attorno ai 60 kg (Federazione Zootecnica Alto Adige, 2005).

Caratteristiche funzionali

I parametri riproduttivi sono caratterizzati da un parto l'anno con 2-3 capretti. L'attitudine produttiva di questa razza, che mostra un buon adattamento all'alpeggio nelle zone estreme, è la carne.

Riferimento

Federazione zootecnica dell'Alto Adige
Via Galvani, 40 - 39100 Bolzano
Tel 0471-202839 - Fax 0471-204186 - E-mail: Kleintierzuchtverband@dnet.it

16.2.7. Roccaverano

Origine e diffusione

Razza di origine sconosciuta diffusa soprattutto nella zona dell'alta Langa astigiana ed in parte nella limitrofa zona della Langa Cuneese. La maggioranza delle greggi è di piccola o piccolissima consistenza, da 3 a 4 capi; vi sono anche greggi più consistenti che raggiungono i 20-25 capi. L'allevamento è di tipo stanziale, con l'utilizzo di pascoli poveri e l'integrazione con fieno al rientro la sera e durante l'inverno. Dal 1997 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Animale di taglia medio-grande con testa fine, generalmente acorne e con orecchie portate quasi orizzontalmente. In alcuni soggetti i padiglioni auricolari sono di ridotte dimensioni. La barba è presente nella maggioranza dei capi, sia maschi sia femmine. Il collo è di media lunghezza con tettole presenti in circa

la metà dei capi. Il tronco appare armonioso, sviluppato in lunghezza con modesti diametri trasversali. Gli arti sono proporzionati e robusti, adatti al pascolamento; circonferenza del nodello in media di 9 cm. Il mantello può essere bianco, nero, marrone con varie sfumature, uniforme, con pezzature o screziato. In alcuni soggetti è presente una linea dorso-lombare scura. La pelle è elastica e facilmente staccabile, con pelo ispido, lungo o raso (Regione Piemonte, 2004). La tabella 16.22 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.22 - Caratteri morfologici della razza Roccaverano.

Variabile	Maschi	Femmine	
	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	85-90	73-75	80-85
Peso (kg)	70-80	45	55

Caratteristiche funzionali

Razza selezionata per la produzione di latte. I parametri riproduttivi sono caratterizzati da un parto l'anno con tasso di gemellarità, ad esclusione delle primipare, del 70%. Sono segnalati anche parti trigemini. Considerata la prolificità si ottiene una buona produzione di carne con la vendita, durante il periodo pasquale, di capretti con peso vivo di 12-14 kg.

Tabella 16.23 - Produzione e composizione del latte di capre Roccaverano sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte		Grasso	Proteine
		x ± σ (litri)	C.V. (%)	x ± σ (%)	x ± σ (%)
Primipare	42	246 ± 76	31,0	3,11 ± 0,40	2,99 ± 0,33
Secondipare	70	378 ± 146	38,7	3,51 ± 0,62	3,16 ± 0,32
Terzipare e oltre	113	397 ± 154	38,9	3,29 ± 0,55	3,00 ± 0,33

Riferimento

Associazione Provinciale Allevatori
Via Guttuari, 23 - 14100 - Asti
Tel 0141-530690 - Fax 0141-530690 - E-mail: apaasti1@tin.it

16.2.8. Sempione

Origine e diffusione

La Sempione appartiene al gruppo delle razze caprine autoctone di tipo alpino. Sulla base di recenti studi la sua origine viene fatta risalire all'interesse da parte dei caprai delle Valli Ossolane (provincia del Verbano-Cusio-Ossola), e in particolar modo della Val Divedro, di allevare nei propri greggi, fin dal passato, soggetti con mantello bianco e a pelo lungo. Il termine capra Sempione deriva dallo stretto legame fra i caprai di questa valle e quelli del vicino Cantone Vallese in Svizzera che, uniti da ragioni storiche ed economiche, hanno mantenuto, fino in epoca relativamente recente, tradizionali pratiche zootecniche di scambio di animali. Numerose testimonianze fotografiche di inizio '900 ritraggono capi di questa razza nei greggi delle valli Ossolane. Attualmente la Sempione, per la sua ridotta consistenza, è considerata ad uno stato di reliquia. Recentemente la Provincia del VCO ha attuato importanti interventi al fine di stimolare il recupero e la diffusione di questa razza. La popolazione è stimata in circa 100 capi.
Per la capra Sempione è stato istituito, ma non ancora attivato, il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

La testa, leggera, ha profilo fronto-nasale rettilineo, le orecchie sono portate in avanti e mai pendenti. Le corna sono sempre presenti sia nei maschi, sia nelle femmine. Presente in ambo i sessi anche una folta barba. La linea dorsale è rettilinea e di buon sviluppo longitudinale, più contenuta nei diametri trasversali. Presenta nel complesso caratteristiche tipiche di una buona attitudine lattifera. Il mantello è bianco uniforme e il pelo è lungo. Temporaneamente, per ragioni di salvaguardia, non sono scartati soggetti con pelo intermedio (Regione Piemonte, 2004). Nella tabella 16.24 vengono riportati i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.24 - Caratteri morfologici della razza Sempione.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	78	72
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	79	74
Circonferenza toracica (cm)	98	88
Lunghezza del tronco (cm)	88	82
Peso (kg)	70	60

Caratteristiche funzionali
Questa razza unisce ad una buona attitudine lattifera una giusta rusticità. Nelle realtà allevatoriali dove le capre non vengono munte, la Sempione è allevata per la produzione di carne, ottenuta da capretti macellati al peso vivo di 12-15 kg. Interessante è l'utilizzo degli animali a fine carriera. Oltre ai salamini, dalla macellazione dei soggetti da riforma si ottengono tagli carnei per la preparazione di carne bollita, tipico piatto ossolano.

Riferimento
Associazione Provinciale Allevatori di Novara e Verbano Cusio Ossola
C.so Vercelli, 20 - 13100 - Novara
Uff. di Domodossola Tel.: 0324-242764 E-mail: apadomo@apanovco.it

16.2.9. Valdostana

Origine e diffusione
Popolazione derivante dal ceppo delle capre alpine presente in Valle d'Aosta già nel 1925 (Manetti, 1925). Si differenzia da esse in modo netto per la taglia, il profilo fronto-nasale di tipo camuso e ancor di più per la presenza di corna ben sviluppate anche nelle femmine. Sicuramente molto hanno influito la selezione naturale dell'ambiente montano e le scelte degli allevatori fatte per il mantenimento degli ormai tradizionali combattimenti di capre che vengono organizzati in Valle d'Aosta (Brambilla *et al.*, 2002). È diffusa in tutta la Valle d'Aosta e nell'Alto Canavese (Valli di Susa, Locana e Chiusella). Dal 2003 è attivo il Registro Anagrafico(Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche
Animale di taglia medio-grande, con testa relativamente piccola e profilo fronto-nasale tipicamente camuso. Le orecchie sono corte e mai pendenti. Le corna, presenti sia nei maschi sia nelle femmine, sono grandi e ampie a sciabola rivolte all'indietro. Il collo è piuttosto corto e spesso sono presenti le tettole. Il torace e l'addome sono ampi e la regione dorso-lombare è larga e rettilinea. L'apparato mammario è sviluppato ma mai troppo pendente. I capezzoli sono pecorini, quasi mai piriformi. Gli arti sono medio-lunghi, solidi e con unghielli neri. Il mantello è molto eterogeneo, può essere uniforme o pezzato. Si riconoscono 3 mantelli principali:
Castana: mantello melanico più o meno scuro, a volte tendente al grigio, a

volte al nero. In alcuni casi presenta una riga mulina lungo la schiena.
Serenata: mantello scuro tinteggiato di biondo e con le estremità delle zampe bionde.
Faletta: mantello colore cenere uniforme tendente al biondo.
Il pelo nei tre tipi è sempre corto su tutto il corpo, più lungo e più ruvido nei maschi. La tabella 16.25 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.25 - Caratteri morfologici della razza Valdostana.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	80	75
Circonferenza toracica (cm)	95	87
Peso (kg)	85	65

Caratteristiche funzionali
Gli animali vengono allevati sia per la produzione di latte da trasformare in formaggio sia per la produzione del capretto. Nel corso del 2002, in tre stalle, sono stati eseguiti i controlli funzionali da parte di tecnici incaricati dall'AREV e i dati sono stati elaborati dall'AIA. Su un totale di 51 capi controllati, i risultati mostrano una produzione media effettiva di 249 kg in 197 giorni di produzione. Interessante è anche lo sfruttamento della carne degli animali a fine carriera per la produzione della tradizionale *Mocetta*, coscia o la spalla essiccata dopo essere stata messa per un certo periodo in salamoia arricchita con spezie. Alcuni allevatori producono, inoltre, ottimi insaccati di capra (Bovard, 2005).

Riferimento
A.R.E.V. - Éleveurs de chèvres et de brebis - Sezione Ovina e Caprina
Loc. Borgnalle 10/L - 11100 Aosta
Tel 0165-34510 - Fax 0165-361263 - E-mail: d.bovard@arev.it

16.2.10. Vallesana (Vallese)

Origine e diffusione

Originaria della Svizzera con centro principale di allevamento nella Valle di Visp. Nel primo quarto di secolo è stata esportata soprattutto per la sua bellezza estetica in Austria, Germania, Francia e Inghilterra. L'area di allevamento in Italia è rappresentata, principalmente, dalla Provincia del Verbano-Cusio-Ossola. Alcuni soggetti sono presenti anche nella provincia di Vercelli (Valsesia, Valle Mosso) e di Biella. La razza viene allevata in modo tradizionale, ricorrendo in larga misura al pascolo, con alpeggio estivo. Dal 1998 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Animale di taglia media, ha una testa con profilo fronto-nasale rettilineo. Presente in entrambi i sessi, oltre la barba, un ciuffo di peli sulla fronte, più pronunciato nel maschio. Le orecchie medie sono portate in avanti, diritte e mai pendenti. Le corna sono lunghe e divaricate all'esterno nei maschi. Torace e addome ampi, la linea dorso-lombare è rettilinea. La groppa, spesso, è purtroppo spiovente e non molto larga. L'apparato mammario è discretamente sviluppato. Il mantello molto caratteristico è bicolore, nero anteriormente e bianco posteriormente, la separazione cromatica può avvenire sia appena dietro le scapole sia a metà del tronco. In Ossola sono stati recentemente censiti diversi capi con due particolari varianti di mantello che in passato erano molto frequenti. La prima del tipo ad anteriore bruno, la seconda del tipo ad anteriore grigio. Il pelo è uniformemente lungo (Regione Piemonte, 2004). La tabella 16.26 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.26 - Caratteri morfologici della razza Vallesana.

Variabile	Maschi	Femmine	
	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	75	70	75
Altezza alla groppa (cm)	80	74	78
Larghezza del torace (cm)	26	20	24
Altezza del torace (cm)	35	30	40
Larghezza groppa ischi (cm)	17	15	17
Lunghezza del tronco (cm)	84	78	87
Circonferenza toracica (cm)	87	84	95
Peso (kg)	85	53	70

Caratteristiche funzionali

Adatta a produrre latte in montagna, viene allevata oltre che per la carne da capretto (12-15 kg) anche per la produzione del caprettone del peso di 20-25 kg.

Tabella 16.27 - Produzione e composizione del latte di capre Vallesana sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2002).

Anno 2001	Capi controllati	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Primipare	1	146	35,5	2,74	2,74
Secondipare	7	267 ± 67	25,2	3,10 ± 0,24	2,99 ± 0,28
Terzipare e oltre	6	277 ± 54	19,5	3,25 ± 0,14	2,89 ± 0,20

Riferimento

Associazione Provinciale Allevatori di Novara e Verbano Cusio Ossola
C.so Vercelli, 20 - 13100 - Novara
Uff. di Domodossola Tel.: 0324-242764 E-mail: apadomo@apanovco.it

16.2.11. Verzaschese o Nera di Verzasca

Origine e diffusione

La sua culla di origine è l'omonima Val Verzasca, ubicata nelle Prealpi Svizzere a monte di Locarno, da dove nella seconda metà degli anni '70 sono stati introdotti soggetti nella provincia di Varese. Nella provincia di Como la presenza della razza ha origini più remote e meno documentate. La notevole rusticità e sobrietà della razza hanno determinato la sua graduale diffusione, tanto che oggi può considerarsi predominante nell'area montana della provincia di Varese e dell'Alto Lario. Viene allevata secondo sistemi tradizionali comportanti stabulazione invernale, pascolo primaverile-autunnale ed alpeggio estivo. Dal 1997 è attivo il Registro Anagrafico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Animale di taglia medio-grande con corna sempre presenti in ambo i sessi, lunghe 30-40 cm, lievemente arcuate all'indietro e con una leggera torsione verso l'esterno. Il collo è robusto, ben unito alla spalla e al garrese. La spalla è larga e ben legata al torace, il garrese è di lunghezza media e il torace è profondo e largo, con coste ben arcuate. Il dorso e i lombi sono larghi, abbastanza allungati e muscolosi, l'addome è di media ampiezza mentre la groppa si presenta larga e non troppo spiovente all'indietro e sui lati. L'apparato mammario è svi-

luppato e largo alla base. Gli arti hanno tendini ben marcati, ossa di media grossezza, articolazioni asciutte, pastoie robuste e unghielli duri e larghi. Il mantello è completamente nero, lucido, con pelo corto e fine, più fitto nella stagione invernale. Nei becchi si nota la presenza di barba e di peli più lunghi sul garrese. La pelle risulta morbida, fine ed elastica (Noè, 1995). La presenza di macchie o peli bianchi sul mantello, corna non tipiche o loro assenza sono difetti che precludono l'iscrizione al registro anagrafico (Noè, 1997). La tabella 16.28 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.28 - Caratteri morfologici della razza Verzaschese.

Variabile	Maschi	Femmine	
		Primipare	Pluripare
Altezza al garrese (cm)	86	74	76
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	88	75	77
Larghezza del torace (cm)	20	18	20
Altezza del torace (cm)	39	32	35
Lunghezza del tronco (cm)	92	75	80
Circonferenza toracica (cm)	102	81	89
Peso (kg)	90	45	60

Caratteristiche funzionali

Razza a prevalente attitudine lattifera. I parametri riproduttivi sono caratterizzati da una prolificità del 150% e da una fecondità su base annua del 98%. L'età media al primo parto è di circa 12 mesi (Feligini e Noè, 1998).

Tabella 16.29 - Produzione e composizione del latte di capre Verzaschese sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati	Latte		Grasso	Proteine
		x ± σ (litri)	C.V. (%)	x ± σ (%)	x ± σ (%)
Primipare	5	185 ± 31	16,8	4,25 ± 0,53	3,24 ± 0,20
Secondipare	53	318 ± 72	22,8	3,40 ± 0,46	3,13 ± 0,24
Terzipare e oltre	20	365 ± 78	21,3	3,11 ± 0,39	3,12 ± 0,32

Riferimento

Associazione Provinciale Allevatori Como-Lecco e Varese
Via Diaz, 5 - 22036 Erba (CO)
Tel 031-610982 - Fax 031-611138 - E-mail: assallco@tin.it

16.3. RAZZE AUTOCTONE DEL CENTRO SUD (Claps S., Annicchiarico G.)

16.3.1. Garganica

Origine e diffusione

Deriva da incroci di popolazioni locali con caprini di provenienza dall'Europa dell'Ovest, in epoca probabilmente contemporanea all'importazione degli ovini di razza Merinos, che portarono alla costituzione della razza Gentile di Puglia. Nel 1976, con decreto del Ministro dell'Agricoltura, è stato approvato lo standard di razza.

L'area di maggiore diffusione è il promontorio del Gargano, da cui prende il nome, e sporadicamente in aree marginali di altre regioni (Basilicata, Campania e Calabria). La consistenza, notevolmente ridottasi negli ultimi anni, ammonta a circa 3.000 capi.

Caratteristiche morfologiche

Razza di taglia media, dotata di grande rusticità con attitudine alla produzione del latte e della carne. La testa si presenta relativamente piccola, con ossa nasali corte, larghe e depresse nella loro connessione frontale, profilo camuso. La fronte presenta un folto ciuffo di peli. Gli occhi di colore castano chiaro sono grandi e vivaci. Le corna sono presenti in ambo i sessi, nei maschi ravvicinate alla base e leggermente appiattite lateralmente con punte divergenti (tipo cagnanese), nelle femmine a volte si può riscontrare un tipo di corna tondeggiante e rivolte all'indietro (tipo conocchiola). Le orecchie sono lunghe e portate di lato orizzontalmente, mento dotato di barba alquanto sviluppata. Collo lungo ed esile (più tozzo nei maschi) con presenza di tettole nelle femmine. Il tronco presenta il garrese sporgente, lombi forti, larghi, corti e muscolosi. Regione dorso-lombare a profilo rettilineo. Groppa mediamente sviluppata e spiovente. Nei maschi, la borsa scrotale è rivestita di una fine peluria. Nelle femmine la mammella appare piriforme e lobosa, mentre i capezzoli sono piccoli e leggermente divergenti verso l'esterno. Gli arti corti e robusti hanno unghielli di colore nero. Mantello nero e lucente; pelle elastica e di colore nero (Ass. Naz. Past., 2002).

La tabella 16.30 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.30 - Caratteri morfologici della razza Garganica.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	75	85	60	75
Altezza alla groppa (cm)	70	80	58	70
Altezza toracica (cm)	70	80	30	40
Larghezza toracica (cm)	50	55	45	50
Larghezza groppa ischi (cm)	25	30	18	25
Lunghezza tronco (cm)	80	95	70	85
Circonferenza toracica (cm)	75	95	65	80
Peso (kg)	35	55	30	35

Caratteristiche funzionali

La produzione di latte è piuttosto modesta, dai circa 120 litri in 180 giorni di lattazione delle primipare, ai 170 litri per le pluripare in 210 giorni. Gli accrescimenti medi dei capretti sono compresi tra i 130 e i 170 g/d. La razza presenta una fecondità del 95% ed una gemellarità del 20%.

Tabella 16.31 - Produzione di latte di capre Garganica sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati n.	Latte	
		$x \pm \sigma$ (litri)	C.V. (%)
Primipare	19	117 ± 45	38,7
Secondipare	105	126 ± 43	34,2
Pluripare	38	162 ± 41	25,7
Totale	162	134 ± 45	34,1

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.3.2. Ionica

Origine e diffusione

La razza Ionica deriva da una popolazione locale dell'arco Jonico ripetutamente incrociata con la Maltese. Viene allevata e selezionata in tutta l'Italia meridionale peninsulare. Le regioni ove è maggiormente diffusa sono la Puglia (terra d'origine della razza, e in particolare nelle province di Taranto e Lecce) e la Basilicata. Viene allevata, generalmente, in piccoli e medi allevamenti, allo stato semi-brado e stabulato.

Caratteristiche morfologiche

Razza di taglia medio-grande. Testa relativamente piccola, leggera e fine; profilo fronto-nasale rettilineo o leggermente montanino; presenza di barba nei maschi; caratteristiche orecchie lunghe e larghe, pendenti sia nel maschio sia nella femmina con scarsa tendenza ad avere le estremità rivolte all'esterno; ciuffo di peli arruffati sul sincipite nei maschi; possibilità di corna sia nei maschi e sia nelle femmine. Collo lungo e sottile con presenza o meno di tettole. Mammella ben conformata con capezzoli piriformi e divaricati (carattere questo molto importante per l'attitudine alla mungitura meccanica). Arti lunghi, leggeri, ricoperti di peli, unghielli chiari, solidi e compatti. Mantello preferibilmente di colore bianco (a volte leggermente rosato) con possibilità di picchiettature o maculature più o meno estese di colore fulvo nella testa e nel collo. Pelle di colore rosa carnicino (molto spesso i non addetti al settore la confondono, per questo carattere, con la capra Saanen) con eccezione delle zone in cui è presente la pigmentazione (Ass. Naz. Past., 2002).
La tabella 16.32 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.32 - Caratteri morfologici della razza Ionica.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	73	78	66	70
Altezza alla groppa (cm)	74	78	67	69
Altezza toracica (cm)	31	35	28	30
Larghezza toracica (cm)	17	18	16	17
Larghezza groppa ischi (cm)	15	16	14	15
Lunghezza tronco (cm)	77	87	71	79
Circonferenza toracica (cm)	81	92	75	80
Peso (kg)	50	68	39	48

Caratteristiche funzionali

I parametri produttivi sono caratterizzati da una fertilità del 97% e da una prolificità del 170%. La fecondità su base annua è del 210%. L'età media al primo parto è di circa 15 mesi. La produzione di latte nelle capre adulte arriva a sfiorare i 300 litri con un contenuto di grasso intorno al 5,3% e un tenore in proteina di 4% ca. (Pizzillo *et al.*, 1992; Rubino, 1996). La selezione ha come obiettivo primario la valorizzazione della produzione di latte, sotto il profilo quantitativo e qualitativo, specialmente destinato alla trasformazione casearia per particolari prodotti tipici e tradizionali (formaggio Cacioricotta).

Tabella 16.33 - Produzione di latte di capre Ionica sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2004).

Anno 2003	Capi controllati n.	Latte x ± σ (litri)	C.V. (%)
Primipare	34	158 ± 62	39,3
Secondipare	407	222 ± 110	49,8
Pluripare	336	290 ± 112	38,7
Totale	777	248 ± 116	46,8

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.3.3. Cilentana Fulva

Origine e diffusione

La popolazione è presente su tutto il territorio della provincia di Salerno. La consistenza degli allevamenti va da poche unità a 80-100 capi e, nella maggior parte dei casi, si tratta di greggi misti.

Caratteristiche morfologiche

Taglia media. Testa piccola con corna, prevalentemente di tipo alpino, presenti in circa il 35% dei soggetti allevati. Presenza di barbetta nel 70% dei soggetti. Circa la metà dei soggetti allevati presenta un portamento dell'orecchio semipendente. Collo leggero e lungo nelle femmine, più corto e robusto nei

maschi. Spalle ben attaccate al torace, torace profondo e largo, dorso e lombi larghi, addome di media ampiezza, linea dorso-lombare tendente all'orizzontale. Groppa sviluppata e tendenzialmente inclinata verso il posteriore. Mammella prevalentemente di tipo bifido. Arti in appiombo con unghielli ampi e duri di colore grigio-scuro. Mantello di colore fulvo uniforme. Sono tollerate limitate macchie bianche, in particolare se ventrali, piccole balzane e la presenza di modeste percentuali di peli bianchi misti ai fulvi. La tabella 16.34 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche (Ass. Naz. Past., 2002).

Tabella 16.34 - Caratteri morfologici della razza Cilentana Fulva.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	67	80	60	70
Altezza alla croce (cm)	65	79	64	70
Larghezza toracica (cm)	32	38	30	36
Larghezza groppa (cm)	18	19	14	16
Lunghezza tronco (cm)	68	79	64	69
Circonferenza toracica (cm)	71	89	70	87
Peso (kg)	55	60	40	45

Caratteristiche funzionali

La Cilentana Fulva, come la Grigia, è considerata a prevalente attitudine lattifera. La prolificità si attesta su valori del 150%.

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

Associazione Provinciale Allevatori Salerno
V.le G. Verdi, 1/K - 84131 Salerno
Tel 089-331743 - Fax 089-331753 - E-mail: associazioneprovinciale3@tin.it

16.3.4. Cilentana Grigia

Origine e diffusione

La popolazione è presente soprattutto nelle aree geografiche interne della provincia di Salerno, per la maggior parte ricadenti nel territorio del Cilento compreso nel "Parco Nazionale del Cilento e del Vallo di Diano". Risulta diffusa maggiormente nelle zone di bassa collina caratterizzate da pascoli più produttivi e più accessibili. Il sistema di allevamento è di tipo brado o semibrado, in greggi di piccole dimensioni e, a volte, tenuta al "Picchetto".

Caratteristiche morfologiche

Taglia medio-grande. Testa piccola, con corna presenti in circa la metà dei soggetti e il tipo più frequente è quello alpino (come lama di sciabola curva all'indietro). Quasi tutti i maschi presentano la barbetta, le femmine per l'80%. Collo lungo e leggero nelle femmine, più corto e robusto nei maschi, ben unito alla spalla e al garrese, con presenza di tettole nel 60% dei soggetti. Tronco con spalle forti e ben attaccate al torace, torace profondo e largo, dorso e lombi larghi, abbastanza allungati e muscolosi, addome di media ampiezza, linea dorso-lombare tendente all'orizzontale. Arti in appiombo, forti e asciutti con ossa piatte, unghielli ampi, duri e resistenti. Mantello di colore grigio uniforme con spalle, collo e dorso più scuri. Pelle elastica e di colore grigio più o meno scuro, aperture naturali di colore grigio e nero(Ass. Naz. Past., 2002).

L'iscrizione al Registro Anagrafico non è ammessa per quei soggetti che presentano mantello pezzato con prevalenza di peli bianchi e corti, associato ad assenza di corna. La tabella 16.35 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.35 - Caratteri morfologici della razza Cilentana Grigia.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	69	77	60	70
Altezza alla croce (cm)	70	73	64	70
Larghezza toracica (cm)	33	38	30	36
Larghezza groppa (cm)	16	18	14	16
Lunghezza tronco (cm)	62	71	54	71
Circonferenza toracica (cm)	83	88	70	81
Peso (kg)	65	70	45	50

Caratteristiche funzionali
La Cilentana Grigia è considerata a prevalente attitudine lattifera. La prolificità si attesta su valori del 150%.

Riferimento
Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

Associazione Provinciale Allevatori Salerno
V.le G. Verdi, 1/K - 84131 Salerno
Tel 089-331743 - Fax 089-331753 - E-mail: associazioneprovinciale3@tin.it

16.3.5. Cilentana Nera

Origine e diffusione
La popolazione, derivante da incroci di capre locali con la Garganica, è presente soprattutto nelle aree geografiche interne della provincia di Salerno, per la maggior parte ricadenti nel territorio del Cilento, compreso nel "Parco Nazionale del Cilento e del Vallo di Diano". Risulta diffusa maggiormente nelle zone di bassa collina caratterizzate da pascoli più produttivi e più accessibili. Sono presenti, inoltre, allevamenti di medie dimensioni anche nelle aree interne della Basilicata (Ricigliano e Muro Lucano). Il sistema di allevamento è di tipo brado o semibrado, con greggi di medie dimensioni (anche 200 capi), con ampia utilizzazione del pascolo.

Caratteristiche morfologiche
Taglia media. Testa piccola e corna presenti nel 60% dei soggetti di entrambi i sessi, prevalentemente di tipo garganico (rivolte all'indietro, con punta a elica e diretta verso l'esterno) e di tipo alpino (di sciabola curva all'indietro). Presenza di barbetta in quasi tutti i soggetti. Portamento dell'orecchio semi pendente laterale e orizzontale. Collo robusto, ben unito alla spalla ed al garrese, presenza di tettole in entrambi i sessi.Tronco con spalla ben legata al torace, il quale si presenta abbastanza profondo, dorso e lombi larghi, allungati e muscolosi, addome di media ampiezza, linea dorso-lombare tendente all'orizzontale, groppa mediamente sviluppata e tendenzialmente spiovente e/o inclinata verso gli ischi, abbastanza larga e lunga. Mammella prevalentemente di tipo bifido.

Arti robusti, articolazioni asciutte, unghielli ampi, duri e resistenti, ben conformati e di colore nero. Mantello di colore nero uniforme, in prevalenza a pelo lungo. Sono tollerate limitate pezzature, in particolare nella regione ventrale, piccole balzane ma sempre accompagnate da unghioni neri. Pelle sottile e di colore nero; palato ed aperture naturali scure (AIA, 2002). La tabella 16.36 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.36 - Caratteri morfologici della razza Cilentana Nera.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	70	76	69	70
Altezza alla croce (cm)	69	74	65	68
Larghezza toracica (cm)	27	35	28	33
Larghezza groppa (cm)	17	18	15	16
Lunghezza tronco (cm)	69	85	64	69
Circonferenza toracica (cm)	83	90	74	81
Peso (kg)	60	65	45	50

Caratteristiche funzionali

La Cilentana Nera è considerata a duplice attitudine: latte e carne. Il valore medio di grasso si attesta intorno al 3,5-4,5%. Il contenuto medio di proteina oscilla fra 3,5-4,0% (Donato, 2001). La prolificità si attesta su valori del 150%. I prodotti dell'allevamento sono costituiti prevalentemente dal latte ma anche dalla carne, con produzione del capretto leggero. Il latte viene trasformato, in genere a livello aziendale, in Cacioricotta (Rubino, 1996).

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

Associazione Provinciale Allevatori Salerno
V.le G. Verdi, 1/K - 84131 Salerno
Tel 089-331743 - Fax 089-331753 - E-mail: associazioneprovinciale3@tin.it

16.3.6. Nicastrese

Origine e diffusione

La capra Nicastrese, riconosciuta razza nel giugno 2004 dalla Commissione Tecnica Centrale del Registro Anagrafico delle popolazioni ovine e caprine autoctone a limitata diffusione (De Nardo, 2004), è autoctona del territorio di Nicastro (attualmente Lamezia Terme), e allevata in Calabria, soprattutto in provincia di Catanzaro. Gli allevamenti di medie e grandi dimensioni sono, generalmente, di tipo brado o semibrado.

Caratteristiche morfologiche

Razza di taglia media. Testa piccola leggera, più grossa nel maschio, con profilo fronto-nasale rettilineo e peluria uniformemente distribuita nella zona frontale nei maschi e nelle femmine, di colore nero con doppia striscia bianca sulla zona fronto-nasale, ciuffo di peli neri ben marcato nei maschi alla base delle corna. Testa provvista di corna in ambo i sessi. Le corna sono mediamente sviluppate nelle femmine e a forma di lira aperta. Nei maschi le corna sono molto sviluppate, lunghe, a forma di lira aperta, piatte e larghe alla base. Orecchie di medie dimensioni, con portamento semi-pendente anteriore, con e senza arricciatura. Le tettole e la barbetta sono, in genere, presenti in ambo i sessi. Torace profondo e addome voluminoso, la regione dorso-lombare è rettilinea, la groppa è ben sviluppata e mediamente spiovente. Mammelle del tipo pecorino, raramente piriformi, con capezzoli ben sviluppati. Arti leggeri nelle femmine, robusti nei maschi, lunghi, con unghielli scuri, solidi e compatti, di colore ardesia. Mantello nero con ventre, arti e parte della testa di colore bianco (*jélino*); per questo motivo alcuni allevatori, ed in alcune zone, chiamano questa capra con l'appellativo di *jélina*. La parte bianca può estendersi lungo i fianchi. Pelo lungo e liscio nelle femmine, più ruvido nei maschi. Presenta (41% della popolazione) un sottopelo di tipo cashmere (Ass. Naz. Past., 2002).

La tabella 16.37 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.37 - Caratteri morfologici della razza Nicastrese.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	78	71
Altezza alla croce (cm)	77	70
Larghezza toracica (cm)	22	19
Lunghezza groppa (cm)	17	17
Lunghezza del tronco (cm)	74	67
Circonferenza toracica (cm)	93	83
Peso (kg)	78	46

Caratteristiche funzionali

La produzione di latte si aggira sui 180 litri in 150 giorni di lattazione, nelle primipare. Nelle secondipare e pluripare, in 210 giorni di lattazione, si attesta sui 220 e 260 litri rispettivamente. Il contenuto di grasso si aggira intorno al 4,30%, al 3,50% quello delle proteine e il lattosio intorno al 4,70% (Ass. Naz. Past., 2002). Il latte è utilizzato per la produzione di prodotti caseari tradizionali (Giuncata di capra, Cacioricotta, Formaggio di capra, etc.) (De Nardo, 2004).

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

Associazione Interprovinciale Allevatori Catanzaro-Crotone
Loc. Profeta - 88063 Caraffa di Catanzaro (CZ)
Tel 0961-61335 - Fax 0961-61950 - E-mail: aiaczkr@virgilio.it

16.4. POPOLAZIONI CAPRINE MINORI (Claps S., Annicchiarico G.)

Nell'Italia meridionale, come nelle altre zone più difficili dal punto di vista dell'ambiente (arco alpino), sono presenti popolazioni caprine molto interessanti. Si tratta di popolazioni, in genere, con buone attitudini produttive, ma con consistenza numerica molto limitata (a volte poche centinaia di capi) che ne limitano, in un certo qual modo, il pur interessante potenziale.

16.4.1. Grigia Molisana (Di Campobasso)

Origine e diffusione

Il Registro Anagrafico è stato attivato nel 2002. Le origini sono sconosciute ed è allevata in tutto il Molise e in modo particolare a Montefalcone e nei comuni limitrofi.

Caratteristiche morfologiche

Taglia media. Testa leggera e generalmente provvista di corna. Collo fine e mediamente lungo. In quasi la metà dei soggetti sono presenti le tettole. Vello a pelo lungo; i colori più diffusi sono il bianco e diverse tonalità del nero (Ass. Naz. Past., 2002).

In tabella 16.38 vengono riportati l'altezza al garrese e il peso degli animali adulti.

Tabella 16.38 - Caratteri morfologici della razza Grigia Molisana.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	70-75	80-85
Peso (kg)	50-55	60-64

Caratteristiche funzionali

Attitudine lattifera e alla produzione della carne ben equilibrate. Nelle pluripare sono state registrate produzioni di latte di circa 300 kg.

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.4.2. De L'Aquila

Origine e diffusione
Allevata nelle zone montane della provincia de L'Aquila. Presenta caratteristiche molto eterogenee a causa di incroci con razze disparate (Girgentana, Maltese, Alpina, Toggemburg). Il Registro Anagrafico di razza è stato attivato nel 2002.

Caratteristiche morfologiche
Taglia media. Testa con profilo fronto-nasale leggermente concavo; con assenza o presenza di corna. Il vello generalmente a pelo raso, a causa dei vari incroci, è di colori vari (bianco, marrone, nocciola, nero) (Ass. Naz. Past., 2002). In tabella 16.39 vengono riportati l'altezza al garrese e il peso degli animali adulti.

Tabella 16.39 - Caratteri morfologici della razza De l'Aquila.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	75-80	65-70
Peso (kg)	70	55-60

Caratteristiche funzionali
La produzione di latte, essendo il risultato di incroci con diverse razze (autoctone con razze a spiccata attitudine lattifera), arriva a 250-300 kg nelle pluripare.

Riferimento
Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

Associazione provinciale allevatori
Via Piave, 1 - 67100 L'Aquila
Tel 0862-21125 - Fax 0862- 410868 - E-mail: apaaq@araabruzzo.it

16.4.3. Di Montecristo

Origine e diffusione
La capra di Montecristo (*Capra aegagrus hircus*) rappresenta una delle poche popolazioni di capra selvatica in Italia.
La capra è stata introdotta sull'isola in epoca romana o nel corso del medioevo dai monaci camaldolesi. Gli incroci successivi con le capre domestiche, introdotte sul-

l'isola, hanno determinato una elevata variabilità nei caratteri delle capre selvatiche.

Caratteristiche morfologiche

I tipici maschi adulti di capra selvatica hanno la barbetta e una colorazione del mantello bruno chiara, con una striscia scura al centro del dorso e sulla spalla. Le corna, nei maschi, sono molto sviluppate e a scimitarra rivolta all'indietro (lunghe fino a 50-60 cm). Le femmine hanno strisce scure meno accentuate, corna poco sviluppate (15-20 cm) e comunemente sono prive di barba (Rubino, 1996). In tabella 16.40 vengono riportati l'altezza al garrese e il peso degli animali adulti.

Tabella 16.40 - Caratteri morfologici della razza Di Montecristo.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	58-73	59-62
Peso (kg)	35-50	22-30

Caratteristiche funzionali

Si tratta di una capra protetta e rappresenta un interessante patrimonio sia dal punto di vista scientifico e sia faunistico.

Riferimento

Parco Nazionale Arcipelago Toscano. www.islepark.it

16.4.4. Di Potenza

Origine e diffusione

Si tratta di una popolazione in stato di reliquia, si contano dai 300 ai 500 capi, con probabili influssi di diverse razze (Maltese, Garganica e Alpina).

Caratteristiche morfologiche

Tesata fine, generalmente provvista di corna, leggera e con orecchie larghe, lunghe e pendenti. Tronco con netta prevalenza dei diametri longitudinali su quelli trasversali. Mantello bruno, grigio o nero uniforme, con peli piuttosto lunghi e ondulati (Ass. Naz. Past., 2002). In tabella 16.41 sono riportati l'altezza al garrese e il peso degli animali adulti.

Tabella 16.41- Caratteri morfologici della razza Di Potenza.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	80	70
Peso (kg)	80	70

Caratteristiche funzionali
Si ottiene, generalmente, un parto all'anno, talvolta due in 14 mesi, con un tasso di gemellarità del 150-160% e non sono rari i parti trigemini. La carne è ottenuta da capretti di 8-10 kg di peso vivo. La produzione di latte, in circa 240 giorni di lattazione, raggiunge punte di 300-350 kg in capre pluripare (Claps, 2005).

Riferimento
Associazione Provinciale Allevatori Potenza
Via dell'Edilizia - 85100 Potenza
Tel 0971-470000 - Fax 0971-470405 - E-mail: info@apapotenza.it

16.4.5. Di Teramo

Origine e diffusione
Il Registro Anagrafico è stato attivato nel 2002. Allevata allo stato brado, in aree marginali, presenta caratteristiche molto eterogenee e risente, in modo particolare, dei ripetuti incroci con la capra Garganica.

Caratteristiche morfologiche
Taglia media. Testa con profilo fronto-nasale rettilineo e presenza di corna in entrambi i sessi. Vello a pelo lungo e colore variabile (grigio, nero, marrone) (Ass. Naz. Past., 2002).
In tabella 16.42 vengono riportati l'altezza al garrese e il peso degli animali adulti.

Tabella 16.42 - Caratteri morfologici della razza Di Teramo.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	70-85	60-70
Peso (kg)	60-80	45-60

Caratteristiche funzionali
Presenta un discreto tasso di gemellarità e una buona attitudine lattifera (200-350 kg di latte).

Riferimento
Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

Associazione Provinciale Allevatori
Circonvallazione Ragusa 80/82 -64100 Teramo
Tel 0861-244758 - Fax 0861-241236 - E-mail: gabdipi@tin.it

16.4.6. Napoletana

Origine e diffusione
Le origini di questa razza popolazione, allevata in provincia di Napoli, è sconosciuta. Il numero dei capi si è fortemente ridotto negli ultimi anni (un centinaio di capi). Il registro anagrafico è stato istituito nel 2002.

Caratteristiche morfologiche
Taglia media. Testa piccola con corna di tipo alpino e tettole, orecchie pendenti, priva di barba. Tronco con torace e addome ben sviluppati.Vello nero con zone limitate rosso-chiaro, oppure rosso scuro con zone più chiare; pelo corto(Ass. Naz. Past., 2002).
In tabella 16.43 vengono riportati i valori medi del peso degli animali adulti.

Tabella 16.43 - Peso corporeo della razza Napoletana.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Peso (kg)	60-65	50-55

Caratteristiche funzionali
Presenta buona attitudine lattifera.

Riferimento
Associazione Provinciale Allevatori Napoli
Via Caccioppoli, 17 - 80069 Vico Equense (NA)
Tel 081-4073818 - Fax 081-8015557 - E-mail: apanapoli@libero.it

16.4.7. Sciara (Rustica Calabrese o Di Cosenza)

Origine e diffusione
Si tratta di una popolazione molto eterogenea, come per altre popolazioni caprine meridionali, con probabili influssi di Maltese e Garganica, allevata in provincia di Cosenza con una consistenza di circa 4.000 capi.

Caratteristiche morfologiche
Taglia media. Testa con corna e barba. Mantello bianco, marrone, nero in varie tonalità (Ass. Naz. Past., 2002). In tabella 16.44 vengono riportati l'altezza al garrese e il peso degli animali adulti.

Tabella 16.44 - Caratteri morfologici della razza Sciara.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	60	75-80
Peso (kg)	70	50

Caratteristiche funzionali
Si ottiene, di norma, un parto all'anno con un tasso di gemellarità del 50%. La produzione di latte, in 180 giorni di lattazione, è di circa 200-250 kg e la carne è ottenuta dai capretti macellati a 6-7 kg di peso.

Riferimento
Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.4.8. Valfortorina (Di Benevento)

Origine e diffusione
L'ambiente di allevamento è la media collina, nei dintorni di Benevento, e l'alimentazione è basata quasi esclusivamente sul pascolo, con integrazioni di alimenti di origine aziendale (fieno, avena e crusca in inverno).

Caratteristiche morfologiche
Taglia medio-grande. Testa allungata, pesante, generalmente acorne. Orecchie lunghe, larghe e pendenti. Tronco corto, con modesti diametri trasversali. Mantello uniformemente pezzato bianco-fulvo (Ass. Naz. Past., 2002).
In tabella 16.45 vengono riportati l'altezza al garrese e il peso degli animali adulti.

Tabella 16.45 - Caratteri morfologici della razza Valfortorina.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	85	75
Peso (kg)	70	60

Caratteristiche funzionali
Il tasso di gemellarità è del 95% e a volte si ottengono parti trigemini. Latte: 300-350 kg di latte per lattazione (240-270 giorni).

Riferimento
Associazione Provinciale Allevatori Benevento
Viale Principe Di Napoli, 96 - 82100 Benevento
Tel 0824-21129 - Fax 0824-325590 - E-mail: apabn@tin.it

16.5. RAZZE AUTOCTONE DELLE ISOLE (Bonanno A., Bacciu N.)

16.5.1. Argentata dell'Etna

Origine e diffusione
La razza deve la denominazione al mantello grigio-argenteo e alla zona di origine, ricadente nelle pendici dell'Etna. La consistenza non supera i 7000 capi, e la diffusione è locale. Il Registro Anagrafico, istituito nel 2002, comprende 2326 caprini presenti in 55 allevamenti, per la quasi totalità in provincia di Messina (Assonapa, 2004). É allevata allo stato brado e semibrado in zone di montagna, in nuclei poco numerosi affiancati ad altre razze e popolazioni caprine, la Messinese in particolare, e agli ovini. Nonostante la promiscuità con altri caprini, ha mantenuto un'elevata omogeneità morfo-genetica.

Caratteristiche morfologiche
La taglia è media. La testa è piccola, fine e leggera, con profilo fronto-nasale rettilineo, talvolta camuso. La barba, le tettole, un ciuffo di folti peli nella zona frontale e le corna sono generalmente presenti in entrambi i sessi. Le corna sono diritte, rivolte all'indietro e meno sviluppate nelle femmine, divaricate, tendenti alla torsione e molto sviluppate nei maschi. Le orecchie sono di medie dimensioni, orizzontali o semi-pendenti di lato. Il collo è ben attaccato, mediamente sviluppato. Il torace e l'addome sono mediamente ampi. La regione dorso-lombare è a profilo rettilineo. La groppa è mediamente sviluppata e spiovente. La mammella è di tipo pecorino con capezzoli ben diretti e conformati, o bifido con solco intermammario profondo e capezzoli lunghi e grossi. Gli arti sono leggeri, di media lunghezza con unghielli solidi, compatti, di colore da ardesia al chiaro. Il mantello, dal pelo lungo, è di colore grigio, dal chiaro allo scuro, con riflessi argentei; il pelo è lungo e la pigmen-

tazione della pelle è grigia(Assonapa, 2004). La tabella 16.46 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.46 - Caratteri morfologici della razza Argentata dell'Etna.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	75	67
Altezza toracica (cm)	35	32
Larghezza toracica (cm)	20	18
Lunghezza del tronco (cm)	74	66
Circonferenza toracica (cm)	85	80
Peso (kg)	50	38

Caratteristiche funzionali

La razza, dal temperamento vivace, è dotata di particolare rusticità e adattamento agli estremi climatici e ai pascoli acclivi tipici delle aree di allevamento. La produzione di latte è buona; si registrano punte di oltre i 300 kg nell'intera lattazione con il ricorso al concentrato. Il latte, ben dotato in grasso e proteine, era destinato in passato anche al consumo diretto, mentre oggi è normalmente caseificato insieme a quello ovino. La carne è fornita dai capretti macellati all'età di circa 1 mese (Portolano, 1987; Schembri e Portolano, 1987). Il primo parto avviene in media a 15 mesi. La fertilità (parti/monte) è intorno al 90% e la prolificità (nati/parti), non elevata, è pari al 40%. Nel 2003, i parti erano per il 90% distribuiti da ottobre a marzo, con frequenza massima in novembre (26,6%), e solo il 18,7% era gemellare (AIA, 2003).

Tabella 16.47 - Produzione e composizione del latte di capra Argentata dell'Etna sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2003).

Anno 2002	Lattazioni controllate n.	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Primipare	10	138 ± 3	2,7	3,98 ± 0,66	3,69 ± 0,26
Secondipare	97	179 ± 46	26,2	4,40 ± 0,60	3,70 ± 0,36
Pluripare	306	189 ± 52	27,7	4,68 ± 0,75	3,69 ± 0,35
Totale	413	185 ± 51	27,7	4,60 ± 0,66	3,69 ± 0,35

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.5.2. Girgentana

Origine e diffusione

Originatasi in Asia Occidentale dalla capra Falconeri o Markor, dalle corna spiralate, si è diffusa nei paesi del Mediterraneo, ed è giunta in Sicilia nell'odierna Agrigento, in passato Girgenti, da cui prende il nome (Mazziotta e Gennaro, 2002; Portolano, 1987). Negli ultimi anni ha subito una forte contrazione numerica, per il divieto ad allevarla nei centri abitati e il conseguente abbandono della vendita "porta a porta" del latte. I 30.000 capi censiti nel 1983 si sono ridotti in un decennio a 524(Giaccone *et al.*, 1994). Per evitare l'estinzione, si sono intraprese azioni di salvaguardia. Il Libro Genealogico, attivo dal 1976, ha così raggiunto l'attuale consistenza di 1.316 capi in 17 allevamenti, presenti quasi totalmente in provincia di Agrigento (Assonapa, 2004). L'allevamento è prevalentemente semi-estensivo, e in alcuni casi si mantiene la tradizionale stabulazione in poste di legno sopraelevate, benché la razza si adatti alla stabulazione libera (Di Grigoli *et al.*, 2003). I nuclei controllati sono per il 90% inferiori ai 50 capi (AIA, 2003).

Caratteristiche morfologiche

La taglia è medio-piccola. La testa è piccola, fine e leggera, con profilo fronto-nasale camuso per lo sviluppo delle ossa frontali, e orecchie medio-piccole erette. I maschi hanno spesso un ciuffo di folti peli arruffati nella zona frontale. Barba, tettole e corna sono presenti in entrambi i sessi. Le corna sono attorcigliate, erette e turrite, quasi verticali, mai molto divergenti, unite alla base, più lunghe nei maschi, fino a 70 cm. Il collo è esile, di lunghezza media. Il torace e l'addome sono ampi. La regione dorso-lombare è a profilo rettilineo, la groppa sviluppata. L'apparato mammario è molto ampio, con mammelle di tipo pecorino o piriforme e capezzoli sviluppati. Gli arti sono di media lunghezza, sottili, con unghielli solidi di colore marrone. Il mantello è bianco con la fronte ed i mascellari di colore fulvo, spesso caratterizzato da una numerosa picchiettatura. La stessa colorazione è presente anche sulle orecchie e spesso sul garrese. Il pelo è ruvido, medio-lungo. La pelle è di colore bianco-roseo, a volte pigmentata (Assonapa, 2004). La tabella 16.48 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.48 - Caratteri morfologici della razza Girgentana.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	65	85	60	80
Altezza alla groppa (cm)	63	78	58	76
Altezza toracica (cm)	34	37	30	35
Larghezza toracica (cm)	25	30	22	28
Larghezza groppa ischi (cm)	23	25	18	24
Lunghezza tronco (cm)	75	106	65	95
Circonferenza toracica (cm)	80	98	85	94
Peso (kg)	35	65	33	46

Caratteristiche funzionali

La razza, rustica, è in grado di pascolare in zone impervie ma, per lo sviluppo delle corna, non si adatta alle aree boschive. Il carattere è vivace e mediamente docile. La produzione di latte è elevata e di buona qualità. In passato il latte, privo di sapore e odore ircino e con basso livello di grasso, era destinato al consumo fresco; oggi viene trasformato in azienda. La carne è fornita dai capretti da latte. La pubertà si ha a 5-6 mesi e l'età media al primo parto è di circa 15 mesi. La fertilità (parti/monte) si attesta intorno allo 0,95 e la prolificità (nati/parti) è circa 1,8, per l'alta frequenza di parti gemellari e trigemini. Nel 2003, il 78% dei parti è avvenuto da novembre a marzo, con maggiore frequenza in dicembre (24,3%), e per il 57,2% erano gemellari (AIA, 2003).

Tabella 16.49 - Produzione e composizione del latte di capra Girgentana sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2003).

Anno 2002	Lattazioni controllate n.	Latte		Grasso	Proteine
		x ± σ (litri)	C.V. (%)	x ± σ (%)	x ± σ (%)
Primipare	49	282 ± 119	42,3	3,86 ± 0,60	3,48 ± 0,24
Secondipare	134	327 ± 120	36,7	4,02 ± 0,58	3,44 ± 0,26
Pluripare	169	359 ± 124	34,6	4,16 ± 0,78	3,46 ± 0,28
Totale	352	336 ± 124	37,0	4,07 ± 0,69	3,45 ± 0,26

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

16.5.3. Messinese (dei Nebrodi)

Origine e diffusione

"Messinese" è il nome riconosciuto, con l'istituzione del Registro Anagrafico (RA) nel 2001, alla popolazione autoctona nota come "Capra dei Nebrodi", per accomunarla a quella, simile geneticamente, allevata sui monti Peloritani. La razza si distingue per consistenza, pari a 42.000 unità, e per uniformità fenotipica. I capi iscritti al RA sono 6.335, distribuiti in 62 allevamenti nella sola provincia di Messina (Assonapa, 2004). L'allevamento è condotto al pascolo brado in aree montane. In alcuni casi si pratica la transumanza di tipo verticale, trasferendo le greggi in zone di minore altitudine in inverno (Giaccone *et al.*, 2005). L'87% degli allevamenti controllati detiene nuclei di consistenza tra i 50 e i 200 capi (AIA, 2003).

Caratteristiche morfologiche

La taglia è media. La testa è piccola e leggera, con profilo fronto-nasale rettilineo e un ciuffo di folti peli nella zona frontale in entrambi i sessi. Le corna, presenti nei due sessi, sono diritte, sottili, rivolte all'indietro, meno sviluppate nelle femmine, divaricate, tendenti alla torsione e molto sviluppate nei maschi. Le orecchie sono di medie dimensioni, orizzontali o semipendenti di lato. La barba e le tettole sono quasi sempre presenti in ambo i sessi. Il collo è leggero, di media lunghezza, ben attaccato. Il torace e l'addome sono mediamente ampi. La regione dorso-lombare ha profilo rettilineo. La groppa è spiovente. La mammella è di tipo pecorino, con capezzoli ben diretti e conformati. Gli arti sono leggeri, di media lunghezza con unghielli solidi e compatti, di colore da ardesia al chiaro. Il mantello può essere uniforme, pezzato o screziato, di colore nero, bianco, marrone e rosso in varie combinazioni e sfumature. Il pelo è lungo; la pelle ha colore e tonalità uguali al mantello (Assonapa, 2004). La tabella 16.50 riporta i valori medi indicativi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.50 - Caratteri morfologici della razza Messinese.

Variabile	Maschi Adulti	Femmine Adulte
Altezza al garrese (cm)	72	67
Altezza toracica (cm)	33	31
Larghezza toracica (cm)	20	17
Lunghezza del tronco (cm)	69	64
Circonferenza toracica (cm)	87	80
Peso (kg)	72	38

Caratteristiche funzionali

La razza è rustica e frugale, utilizzatrice di pascoli acclivi, cespugliati e nutrizionalmente poveri. Gli allevamenti forniscono produzioni soddisfacenti con minimi costi di investimento e di gestione. Il prodotto principale è dato dai capretti macellati a 30-40 d d'età. Il latte viene munto nei periodi di massima produzione, destinandolo alla trasformazione casearia in miscela con latte bovino od ovino(Giaccone *et al.*, 2005). L'età media al primo parto è di 17 mesi. La fertilità (parti/monte) è intorno al 88% e la prolificità (nati/parti), piuttosto bassa, è pari a 125%. Nel 2003, i parti si sono distribuiti per il 90% da agosto a dicembre, con massima frequenza in ottobre (36,0%), e solo il 9% è stato gemellare (AIA, 2003).

Tabella 16.51 - Produzione e composizione del latte di capre Messinese sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2003).

Anno 2002	Lattazioni controllate n.	Latte x ± σ (litri)	Latte C.V. (%)	Grasso x ± σ (%)	Proteine x ± σ (%)
Primipare	445	137 ± 66	48,6	-	-
Secondipare	1372	170 ± 35	20,8	-	-
Pluripare	2523	188 ± 36	19,6	-	-
Totale	4340	177 ± 43	24,5	5,83 ± 1,24	4,13 ± 0,50

Riferimento

Associazione Nazionale della Pastorizia
Viale Palmiro Togliatti, 1587 - 00155 Roma
Tel 06-4090011 - Fax 06-40900130 - E-mail: tecnici@assonapa.com

6.5.4. Sarda

Origine e diffusione

Popolazione autoctona presente in Sardegna sin dal Neolitico, negli anni è stata influenzata da incroci con la razza maltese e altre razze del bacino del Mediterraneo (Macciotta *et al.*, 2002). L'ampia variabilità dei caratteri somatici ha reso possibile l'identificazione di 3 sub-popolazioni distinte in base alla taglia (grande, media e piccola) (Brandano, 1980; Brandano *et al.*, 1998). La sua consistenza è stimata in 250.000 capi (ARA, 2004). Dal 1981 è attivo il Libro Genealogico (Ass. Naz. Past., 2002).

Caratteristiche morfologiche

Razza di taglia media, con testa piccola e leggera nella femmina, più grossa nel maschio, con profilo fronto-nasale, quasi rettilineo. Le orecchie sono di media lunghezza e larghezza con portamento quasi orizzontale. La presenza di corna è possibile sia nei maschi sia nelle femmine. Il collo è lungo e sottile, con presenza o meno di tettole. Il torace è profondo e l'addome ampio, la regione dorso-lombare è quasi rettilinea e la groppa sviluppata ed inclinata posteriormente. La mammella è ben sviluppata e fornita di attacco ampio. Può essere piriforme ed allungata con capezzoli lunghi e grossi, rivolti verso il basso e nettamente distanziati fra loro, ma può essere anche rotondeggiante e globosa, con capezzoli piccoli e divergenti. Gli arti sono robusti e presentano unghielli solidi. Il pelame è generalmente corto e sottile. Il mantello è molto variabile, non essendo mai stato oggetto di selezione da parte degli allevatori. Fra i monocolori prevale il bianco, tra i bicolori il grigio (dato dall'associazione di peli bianchi e neri) ma, non di rado, si riscontra il bianco con macchie nere o marroni soprattutto sulla groppa (Brandano e Piras, 1978). La tabella 16.52 riporta i valori medi di alcune variabili morfologiche.

Tabella 16.52 - Caratteri morfologici della razza Sarda.

Variabile	Maschi		Femmine	
	18 mesi	Adulti	18 mesi	Adulte
Altezza al garrese (cm)	68	77	64	70
Altezza alla spina sopra-sacrale (cm)	56	61	52	57
Larghezza del torace (cm)	18	22	16	19
Altezza del torace (cm)	33	38	31	35
Larghezza groppa ischi (cm)	16	19	15	17
Lunghezza del tronco (cm)	74	85	70	78
Circonferenza toracica (cm)	83	97	76	88
Peso (kg)	42	67	34	50

Caratteristiche funzionali

Razza a prevalente attitudine lattifera (Usai *et al.*, 2004), dotata di buona rusticità e capace di sfruttare le scarse risorse di territori difficili per quanto riguarda l'orografia, la natura del suolo, l'altitudine e la scarsa disponibilità di foraggi (Carta *et al.*, 2001; Macciotta *et al.*, 2004). Il ciclo produttivo, che prevede i parti tra novembre e febbraio, è fortemente condizionato dal ciclo annuale dei pascoli (Branca e Casu, 1986).

I parametri riproduttivi, fortemente condizionati dall'altitudine e dall'ordine di

parto, sono mediamente caratterizzati da una fertilità del 92% e da una prolificità del 130%. La fecondità su base annua è del 120%. L'età media al primo parto è di circa 18 mesi (Ass. Naz. Past., 2002). I capretti, che alla nascita pesano mediamente 2,9 kg, vengono separati dalla madre a 6 settimane con un peso medio di 8,6 kg (Brandano, 1980).

Tabella 16.53 - Produzione e composizione del latte di capre Sarda sottoposte ai controlli funzionali (AIA, 2002).

Anno 2002	Capi controllati n.	Latte		Proteine
		x ± σ (litri)	C.V. (%)	x ± σ (%)
Primipare	472	173 ± 62	36,4	3,94 ± 0,54
Secondipare	940	215 ± 98	45,6	-
Terzipare e oltre	2290	237 ± 109	46,3	-

Riferimento

Associazione Regionale Allevatori
Via Cavalcanti, 8 - 09128 Roma
Tel 070 404891 - E-mail: Direzione@ara.sardegna.it

Bibliografia

1. AIA (Associazione Italiana Allevatori), 2002. Controlli della produttività del latte in Italia 2001. Statistiche ufficiali. ATEL Roma.
2. AIA (Associazione Italiana Allevatori), 2003. Controlli della produttività del latte in Italia 2002. Statistiche ufficiali. ATEL Roma.
3. AIA (Associazione Italiana Allevatori), 2004. Controlli della produttività del latte in Italia 2003. Statistiche Ufficiali. ATEL Roma.
4. Anonimo 2003 - Review 2003. Mohair South Africa Limited.
5. Antonini M., Carnevali F., Castrignano F., Misiti S., Pieramati C. 1994. Angora goat production in Italy. European Fine Fibre Network, Occ. Pub., 1: 65-75.
6. ARA Sardegna (Associazione Regionale Allevatori della Sardegna), 2004. Banca dati www.ara.sardegna.it
7. Associazione Nazionale della Pastorizia. Libro Genealogico Nazionale Della Specie Caprina (D.M. 12.12.1981). Regolamenti.
8. Associazione Nazionale della Pastorizia 2002. Le Razze Ovine e Caprine in Italia. PrimeGraf, Roma.
9. ASSONAPA (Associazione nazionale per la Pastorizia), 2004. Banca dati (www.assonapa.com).
10. Bovard D. 2005 - Relazione tecnica relativa al riconoscimento della razza caprina "Valdostana". A.R.E.V. Eleveurs de chèvres et de brebis - Sezione Ovina e caprina. Aosta, comunicazione personale, marzo.
11. Brambilla L. A., Corti M., Noè L., 1997. Caratteristiche riproduttive della capra Bionda dell'Adamello LI Congresso Nazionale S.I.S.VET., Bologna, 17-20 settembre.
12. Brambilla L. A., Noè L., 1998. Parametri riproduttivi della capra Bionda dell'Adamello. L'allevatore di ovini e caprini, anno XV n°9, settembre.
13. Brambilla L. A., Noè L., 1998. Razze caprine locali: un'opportunità economica e genetica. L'Informatore Agrario n°19. L'informatore Agrario Editore, Verona, maggio: 61-65.
14. Brambilla L. A., Noè L., Martignene G., Gallo S., 2002 - Des Combats des Chèvres. L'allevatore di ovini e caprini, anno XVIII n°5, maggio.
15. Branca A., Casu S., 1986. Profils génétiques visibles de la chèvre Sarde. Populations traditionnelles et premières races standardisées d'Ovicaprinae dans le bassin méditerranéen. Gontard/Manosque (France), 30 Juin – 2 Juillet, 1986. Ed. INRA, Paris, 1986 (Les Colloques de l'INRA, n° 47).
16. Brandano P., 1980. La popolazione caprina della Sardegna – Scienza e tecnica lattiero casearia, 31(2): 99-114.
17. Brandano P., Enne G., Pulina G., Macciotta N.P.P. Biodiversità e salvaguardia dei gruppi etnici delle principali specie di interesse zootecnico della Sardegna. Atti IV Congr. Naz. "Biodiversità – Germoplasma locale e sua valorizzazione", Alghero, 8-11 Settembre 1998.
18. Brandano P., Piras B., 1978. La Capra Sarda I. I caratteri morfologici - Ann. Fac. Agr. Sassari, 26: 232-265.
19. Carta A., Ligios S., Bitti P.L., 2001. *La capra Sarda* – Sardegna Agricoltura, 4: 17-20

20. Claps S., 2005. La produzione del latte nella capra Grigia Lucana (comunicazione personale).
21. De Nardo F., 2004. La tradizione casearia è salva. Caseus, 3: 25-28.
22. Di Grigoli A., Bonanno A., Alabiso M., Brecchia G., Russo G., Leto G., 2003. Effects of housing system on welfare and milk yield and quality of Girgentana goats. XV Congresso Nazionale A.S.P.A., Parma, 542.
23. Di Trana A., Celi R., Toteda F., Sepe L., 2000. Productive performance in suckling Angora, Cashmere and Derivata di Siria kids. 7th Int. Conf. on Goats, 2:670.
24. Di Trana A., Sepe L. 2000. Milk production traits of Cashmere goats in Southern Italy. Atti VII Int. Conf. on Goat, 2:612.
25. Dimassi O., Herold P., Zaráte Valle A., 2004. Yield, composition and cheese making potential of Dahlem Cashmere goat milk. South African J. Anim. Sci., 34(S1): 159-161.
26. Donato R., 2001. La qualità del latte. "L'allevamento caprino nel parco nazionale del Cilento e Vallo di Diano", Arsgrafica Villa d'Agri (PZ).
27. Facciolongo A.M., Toteda F., di Trana A., Colonna M.A., 2002 - Influenza del trattamento di sincronizzazione degli estri sulle performance riproduttive e durata di gestazione in capre cashmere. Atti LVI SISVet: 451-452.
28. FAOSTAT., 2005. Domestic Animal Diversity Information System.
29. Federazione Zootecnica dell'Alto Adige, 2005. Scheda tecnica relativa al riconoscimento della razza caprina Passeirer Gebirgsziege (Capra Passiria). Bolzano, comunicazione personale, marzo.
30. Feligini M., Noè L., 1998. Nera di Verzasca: una razza alpina. L'Informatore Zootecnico n°13. Edagricole, Bologna, luglio: 66-68.
31. Gallico L., 1992. La fibra tessile mohair. In Notiziario dell'ENEA e di RENAGRI, aprile-giugno, 22: 44-49.
32. Giaccone, P., Portolano, B., Bonanno, A., Leto, G., 1994. Aspetti quantitativi della produzione lattea ed analisi della variabilità ambientale in caprini di razza Girgentana. Tecnica Agricola, 46: 3-18.
33. Giaccone P., Portolano B., Todaro M., 1998. La capra Derivata di Siria allevata in Sicilia. Ed. Tea Nova, Palermo.
34. Giaccone P., Portolano B., Todaro M., Scudieri S., 2005. La Capra Messinese (Capra dei Nebrodi). Ed. Arti Grafiche Zuccarello, Messina.
35. Kim-Hô Phan, F.J. Wortmann., 2000. Quality assessment of goat hair for textile use. Atti VII Int. Conf. on Goat, 2: 638-640.
36. La fonte di provenienza delle foto è l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna.
37. Ma Ning Li Qiwen., 1996. The production system of Chinese cashmere goats. Atti VI Int. Conf. on Goats, 1: 479-482.
38. Macciotta N.P.P., Cappio Borlino A., Steri R., Pulina G., Brandano P., 2002. Somatic variability of Sarda goat breed analysed by multivariate methods. Livest. Prod. Sci., 75: 51-58.
39. Macciotta N.P.P., Fresi P., Usai M.G., Cappio Borlino A. 2004. Effects of some environmental factors on lactation curves of Sarda dairy Goats – Small Ruminant research, submitted.
40. Manetti C., 1925. Geografia Zootecnica Italiana. Francesco Battiato editore, Catania: 52-53.
41. Mason I.L., 1981. Breeds. 3: 57-110. In Goat Production. Ed. C. Gall. Academic Press Inc. Ltd, London.

42. Mazziotta A., Gennaro G., 2002. La Girgentana. Edizioni "Ambiente e/è vita" Sicilia.
43. McGregor. B., 2003 - Comunicazione personale.
44. Millar P., 1986. The performance of cashmere goats. Animal Breeding Abstracts 54(3): 181–199.
45. Noè L., 1995. Caratteristiche fenotipiche della razza Nera di Verzasca. Atti della tavola rotonda "Importanza delle capre autoctone nelle zone disagiate". Rosato's Advertising-Printed Memigraph. Casargo (Lecco) Novembre: 7-8.
46. Noè L., 1997. Nera di Verzasca: indicazioni per la proposta di uno standard di razza. Atti della settima mostra regionale «Capre della razza Orobica o di Val Gerola». Ed. Memigraph, Introbio (Lecco), novembre: 6-7.
47. Noè L., 2001. La capra Frisa Valtellinese: il gigante delle Retiche. L'Informatore Zootecnico n°.5 Edagricole, Bologna, 21 febbraio: 104-108.
48. Noè L., Brambilla L. A., Corti M., Greppi G.F., 1996 - Caratteristiche biometriche, produttive e riproduttive della capra Frisa della Valtellina. XII Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C., Varese, 22-25 ottobre: 41:44.
49. Pirola M., 2005. Scheda del Dipartimento Agricoltura, Alimentazione, Foreste e Montagna - Servizio Vigilanza e Promozione dell'Attività Agricola Ufficio Tutela delle Produzioni Agricole Provincia Autonoma di Trento. Trento, comunicazione personale, marzo.
50. Pizzillo M., Cogliandro E., Tripaldi C., 1992. Caratteristiche del latte delle principali razze allevate e fattori che vi influiscono. Atti della 4ª Giornata di Divulgazione "Il latte e i formaggi di capra", Bella 23 ottobre: 5-31.
51. Porter V., 1996. Goats of the world. Ipswich, UK, Farming Press, Miller Freeman Professional Ltd.
52. Portolano N., 1987. Pecore e capre d'Italia. Edagrigole.
53. Regione Piemonte, 2004. http://www.regione.piemonte.it/agri/ita/agriservice/ricerca/germoplasma/ caprinva. htm
54. Rubino R., 1996. Razze e popolazioni caprine. "L'allevamento della capra", Arsgrafica, Villa d'Agri.
55. Schembri S., Brambilla L. A., D'Angelo A., Gaviraghi A., Noè L., 2003. Razze cosmopolite per allevatori che vogliono di più. Informatore Zootecnico n° 20, 68-74, Edagricole, Bologna 12 novembre: 68-74.
56. Schembri S., Brambilla L. A., D'Angelo A., Gaviraghi A., Noè L., 2003. Le razze caprine che popolano l'italia settentrionale. Informatore Zootecnico n° 22, 102-112, Edagricole, Bologna 10 dicembre: 102-112.
57. Schembri S., Portolano B., 1987. I tanti pregi dell'Argentata dell'Etna. L'Allevatore di ovini e caprini, 4(10): 6-7.
58. Sepe L., Fedele V., Rubino R., Claps S., 1996. Preliminary results on the adaptation of cashmere goats to the environment in Southern Italy. Atti VI Int. Conf. on Goats, 1: 329-332.
59. Shelton M., 1981. Fiber Production. 12: 379-409. In Goat Production. Ed. C. Gall. Academic Press Inc. Ltd, London.
60. Stima su dati bibliografici.
61. Usai M. G., Sechi T., Ligios S., Carta A., 2004. Indagine sul sistema della capra in Sardegna - Atti XVI Congr. Naz. S.I.P.A.O.C., Siena, 29 Settembre-2 Ottobre 2004.



Foto 1 - Razza Alpina (Camosciata), becco - L. Noè



Foto 2a - Razza Maltese, capra - D. Vargetto



Foto 2b - Razza Maltese, gregge - P. Giaccone



Foto 3a - Razza Rossa, capra - P. Giaccone



Foto 3b - Razza Rossa, gregge - P. Giaccone



Foto 4 - Razza Saanen, capra - L. Noè



Foto 5 - Razza Angora (Australia) - P. Greenwood



Foto 6a - Razza Cashmere (Cina), capretti - R. Celi



Foto 6b - Razza Cashmere (Cina), becco - Peng Bin



Foto 7 - Razza Bionda Adamello, capra - L.A. Brambilla



Foto 8 - Razza Lariana, gregge - A. Gaviraghi



Foto 10a - Razza Sempione, becco - L.A. Brambilla



Foto 9 - Razza Orobica, becco - L. Noè



Foto 10b - Razza Sempione, capra - L.A. Brambilla



Foto 11 - Razza Valdostana, capra - L. Noè



Foto 12a - Razza Vallesana Bruna, becco - L.A. Brambilla



Foto 12b - Razza Vallesana Bruna, capra



Foto 13 - Razza Verzaschese, gregge - L. Noè



Foto 14a - Razza Garganica, capra - G. Annicchiarico



Foto 14b - Razza Garganica, gregge - G. Annicchiarico



Foto 15a - Razza Ionica, becco - S. Claps



Foto 16- Razza Cilentana Fulva, capra - G. Morone



Foto 15b - Razza Ionica, capra - S. Claps



Foto 17a - Razza Cilentana Grigia, becco - G. Morone



Foto 17b - Razza Cilentana Grigia, capra - G. Morone



Foto 18 - Razza Nicatrese, becco - G. Morone



Foto 19 - Razza di Potenza, capra - M. Pizzillo



Foto 20 - Razza Argentata, capra - P. Giaccone



Foto 21a - Razza Girgentana, capra - A. Bonanno



Foto 21b - Razza Girgentana, gregge - A. Bonanno



Foto 22b - Razza Messinese, gregge - M. Todaro



Foto 22a - Razza Messinese, becco - P. Giaccone



Foto 23 - Razza Sarda - fonte: *F. Porcellana*

NOTE BIOGRAFICHE DEGLI AUTORI

Giovanni Annicchiarico *(g.annicchiarico@isz.it),* si è laureato in Scienze Agrarie presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza e, dopo esperienze scientifiche maturate nei campi del profilo metabolico degli animali di interesse zootecnico e del miglioramento dell'efficienza produttiva e riproduttiva della bufala mediterranea, è diventato ricercatore presso l'Istituto Sperimentale per la Zootecnica di Roma. Attualmente presta servizio presso la Sezione di Foggia e si occupa delle tematiche di ricerca riguardanti la stima dei fabbisogni nutritivi e di alimentazione degli ovini da latte, di benessere animale, della qualità del latte ovino e delle produzioni casearie tipiche (caratteristiche chimico-fisiche e sensoriali).

Mauro Antongiovanni *(mauro.antongiovanni@unifi.it)*, laureato in Chimica ed in Scienze Agrarie, è Professore Ordinario in Nutrizione ed Alimentazione animale presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Firenze dove attualmente è titolare del corso di Nutrizione ed Alimentazione Animale. Negli anni ha maturato esperienza in campo nazionale ed internazionale inerente allo studio degli effetti associativi fra alimenti nelle diete per ruminanti con l'applicazione della tecnica delle macellazioni comparative (Thomson e Cammell) e della gas production, sullo studio delle modificazioni del profilo acidico del grasso del latte e derivati in funzione dell'alimentazione degli animali da latte e sulla valutazione delle digeribilità in vivo dei più diffusi alimenti per i ruminanti in Italia e la stima del loro valore nutritivo con il metodo INRA.

Alberto Stanislao Atzori *(asatzori@uniss.it)*, laureato in Scienze e Tecnologie Agrarie presso la facoltà di Agraria di Sassari, si è occupato soprattutto di alimentazione dei piccoli ruminanti e fabbisogni nutritivi degli ovini. Ha svolto un tirocinio formativo di un anno su: "Allevamento e caratteristiche produttive del cervo iberico" presso l'Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC) – sección Albacete – (UCLM) – España, e "Sistemi di allevamento dell'ovino da latte di razza Sarda" presso l'Istituto Zootecnico e Caseario della Sardegna. Attualmente è dottorando di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche della facoltà di Agraria dell'Università di Sassari.

Marcella Avondo *(mavondo@mbox.fagr.unict.it)*, laureata in Scienze Agrarie con indirizzo Zootecnico, dottore di ricerca in "Scienze e Tecnologie delle Produzioni Animali delle Aree Difficili", è professore straordinario di "Zootecnica Speciale" presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Catania. L'attività scientifica viene svolta in diversi settori delle produzioni animali. Particolare approfondimento è dedicato allo studio dei biochimismi e della modulazione delle fermentazioni nel corso dell'insilamento di foraggi e sottoprodotti agro-industriali, al comportamento ali-

mentare degli ovini e dei caprini nei sistemi di allevamento estensivi e semi-estensivi, con una particolare attenzione allo studio dei fattori che influenzano la capacità di ingestione e la selezione di erba al pascolo. Partecipa alla realizzazione di progetti finalizzati del C.N.R. (I.P.R.A. e R.A.I.S.A.) e di programmi di ricerca finanziati dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica e dal MIPAF. È socia delle seguenti associazioni scientifiche: Associazione Scientifica di Produzione Animale (ASPA) e Società Italiana di Patologia e Allevamento degli Ovi-caprini (SIPAOC).

Nicola Bacciu *(nbacciu@uniss.it)*, laureato in Scienze e Tecnologie Agrarie presso l'Università di Sassari, si è occupato soprattutto di analisi statistiche e modelli revisionali applicate a diverse specie di interesse zootecnico. Attualmente è inserito in un progetto sugli indicatori di qualità del suino pesante per il C.R.P.A. di Reggio Emilia. È dottorando di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari.

Gianni Battacone *(battacon@uniss.it),* laureato in Scienze Agrarie, è dottore di ricerca in Scienze Zootecniche. Gli interessi scientifici riguardano le relazioni tra micotossine e alimentazione dei ruminanti e la qualità dei prodotti zootecnici. Attualmente è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari.

Luciana Bava *(luciana.bava@unimi.it),* dottore di ricerca in Alimentazione e tecnologie dell'allevamento animale, è ricercatore presso l'Istituto di Zootecnia Generale dell'Università degli Studi di Milano. Si è occupata di ricerche relative ai sistemi di alimentazione di capre da latte, ha collaborato a prove di digeribilità in vivo e di metabolismo energetico per la stima del valore nutritivo degli alimenti, infine partecipa a ricerche rivolte alla valutazione delle curve di eiezione del latte.

Tiziano Bettati *(t.bettati@crpa.it)*, laureato in Scienze Agrarie, dal 1983 lavora presso il Centro Ricerche Produzioni Animali di Reggio Emilia (www.crpa.it) interessandosi inizialmente di sperimentazione nel settore foraggiero e di calcolo statistico. Successivamente (1985) sviluppa software e sistemi informativi per il settore agroindustriale, nel 1987, diventa responsabile del settore informatica del C.R.P.A.. L'attività svolta copre sia la realizzazione di software per personal computer indirizzato ad agricoltori e tecnici sia la installazione di complessi sistemi informativi territoriali a supporto delle attività dei servizi di assistenza tecnica in agricoltura, di agroindustria e Pubblica Amministrazione (www.crpa.it/agrinet). Attualmente il gruppo di lavoro da lui coordinato è impegnato nella realizzazione di servizi telematici per il monitoraggio e la tracciabilità delle produzioni agroalimentari (www.crpa.it/software, www.agrishare.com, www.tracefood.it).

Luisa Biondi *(lubiondi@unict.it)*, laureata in Scienze Agrarie presso l'Università di Catania, ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Animali nelle Aree Difficili presso l'Università di Bari; è professore associato nel settore scientifico-disciplinare Zootecnica Speciale presso la Facoltà di Agraria di Catania.

L'attività di ricerca scientifica svolta riguarda principalmente il legame tra la tecnica di allevamento e la qualità delle produzioni, carne e latte, nella specie ovina. In

particolare sono stati approfonditi i legami tra alimentazione e qualità del latte, valutata anche in termini di composizione acidica del grasso e caratteristiche spettrofotometriche; impiego di alimenti e sottoprodotti caratteristici dell'ambiente siciliano (polpa di carruba, favino, polpa di arancia, sulla e pascolo) e qualità della carne di agnello. Un'altra tematica di ricerca oggetto di indagine riguarda il legame tra la tipologia di ricovero adottato e la risposta fisiologica e produttiva di pecore gravide e in lattazione.

Filippo Boe *(fboe@uniss.it),* laureato in Scienze Agrarie presso l'Università di Sassari, si è occupato soprattutto di nutrizione dei piccoli ruminanti e di modelli matematici applicati agli allevamenti ovini e caprini. Ha usufruito di una borsa di studio di un anno sull'alimentazione delle specie ruminanti in allevamenti biologici presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche di Sassari. Attualmente è dottorando di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari.

Adriana Bonanno *(abonanno@unipa.it),* è Professore Associato di Zootecnica Speciale della Facoltà di Agraria di Palermo. La sua attività di ricerca è rivolta principalmente a ovini, caprini e conigli. Nel settore degli ovini e caprini ha svolto ricerche sulla sincronizzazione degli estri e sull'inseminazione artificiale, sul valore energetico e nutrizionale di fonti alimentari convenzionali e non, sulla qualità delle produzioni lattiero-casearie e carnee delle razze autoctone, valutate in funzione del sistema di gestione e dell'alimentazione. Più recentemente si è indirizzata allo studio dei riflessi dei sistemi al pascolo sul comportamento selettivo, sull'ingestione alimentare, sul benessere e sulla qualità dei prodotti lattiero-caseari degli ovini e dei caprini.

Arianna Buccioni *(arianna.buccioni@unifi.it),* laureata in Chimica e dottore di ricerca in Scienze Zootecniche presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Firenze dove attualmente lavora come assegnista di ricerca. Fin dall'inizio è impegnata nella ricerca nell'ambito della nutrizione ed alimentazione animale con particolare attenzione al metabolismo lipidico ruminale ed allo studio delle componenti lipidiche del latte e dei formaggi ovini, caprini e vaccini.

Andrea Cabiddu *(acabiddu@tiscali.it),* si è laureato presso l'Università Cattolica di Piacenza in Scienze Agrarie, dove ha svolto studi sul metabolismo ruminale con particolare riferimento alla degradazione della fibra e delle proteine. Attualmente è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna, dove si occupa della relazione tra alimentazione e qualità del latte ovino e caprino con particolare riferimento al metabolismo lipidico.

Antonello Cannas *(cannas@uniss.it),* Professore Associato di Zootecnica Speciale presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari. Si è laureato in Scienze Agrarie presso la stessa università; ha quindi conseguito i titoli di Master of Science e di Philosophy Doctor (Ph. D.) in Animal Science presso la Cornell University, Ithaca, NY, USA. Lavora principalmente sulla nutrizione dei ruminanti, ed in particolare sui piccoli ruminanti. Nella sua ricerca si è occupato di fabbisogni energetici e proteici degli ovini e dei caprini, del turnover ruminale degli alimenti nei ruminanti, dell'urea del latte come indice nutrizionale negli ovini e nei caprini e di varie problematiche relative alle tecniche di allevamento. Attualmente insegna presso la Facoltà Agraria di Sassari corsi sulle tecniche di allevamento degli ovini e dei caprini, sulla valatuazione degli alimenti e sulla tecnica mangimistica. È autore di oltre 70 pubblicazioni scientifiche e tecniche.

Aldo Cappio-Borlino *(genetica@uniss.it)*, è Professore Associato di Zootecnica generale e Miglioramento genetico presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari. Si occupa di modellizzazione matematica della componente continua e regolare dei processi dinamici di interesse zootecnico, come l'evoluzione temporale della produzione del latte e la degradazione ruminale degli alimenti. Ha proposto un modello originale per la modellizzazione matematica della curva di lattazione della pecora da latte, che ha ricevuto numerose citazioni in articoli scientifici ed è stato utilizzato da numerosi ricercatori. Recentemente ha sviluppato una metodologia di analisi delle serie temporali per lo studio della componenti deterministica e stocastica della curva di lattazione.

Salvatore Claps *(salvatore.claps@isz.it)*, laureato in Scienze Agrarie, è ricercatore presso la Sezione di Potenza del CRA-Istituto Sperimentale per la Zootecnia. Si è interessato della messa a punto, negli ovi-caprini, di tecniche di alimentazione non convenzionali e alternative a quelle normalmente in uso e di strategie di integrazione alimentare per gli animali al pascolo. Attualmente si occupa dello studio delle relazioni esistenti tra i principali fattori della tipicità e la qualità dei prodotti lattiero-caseari.

Fidalma D'Andrea *(f.dandrea@politicheagricole.it)*, laureata in Scienze Agrarie presso l'Università degli Studi di Napoli, facoltà di Agraria di Portici (NA), in servizio, come coordinatore tecnico presso il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali ha fatto parte della Commissione Tecnica Centrale della specie ovina e di quella caprina nel decennio 1990-2000, e dal 1996 in poi ha seguito l'attività degli Istituti di Ricerca e Sperimentazione del Ministero. Ha collaborato alla predisposizione di alcuni dei piani di settore realizzati dal Ministero stesso. Iscritta all'albo degli esperti ha maturato una notevole esperienza nella valutazione dei progetti di ricerca. Ha fatto parte di numerose commissioni di valutazione sia nel campo della ricerca e sperimentazione che in quello della valorizzazione, promozione e tutela dei prodotti agroalimentari. Partecipa a diversi comitati di esperti tecnico- scientifici. Ha partecipato al coordinamento di diversi progetti di ricerca ed è responsabile scientifico di alcuni. Effettua attività didattica presso alcune Università italiane nel campo della politica ambientale comunitaria e nazionale. È autrice di diverse pubblicazioni e di due monografie.

Andrea D'Angelo *(andrea.dangelo@isils.it)*, laureato in Scienze e Tecnologie Agrarie indirizzo produzioni vegetali, ha svolto un periodo di formazione presso l'University of Illinois, Urbana-Champaign. Gli interessi scientifici sono rivolti alle filiere produttive del comparto latte e carne nei distretti montani marginalizzati con particolare riguardo verso la specie caprina. Attualmente è dottorando presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza e collabora con l'Istituto Sperimentale Italiano "Lazzaro Spallanzani".

Mauro Decandia *(mdecandia@tiscali.it)*, agronomo, è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dove coordina il settore chimica degli alimenti di interesse zootecnico. Si è specializzato presso l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (INAPG) dove ha partecipato al corso superiore d'alimentazione degli animali domestici. Ha svolto ricerche sull'ingestione ed il comportamento alimentare di caprini ed ovini al pascolo. In particolare, ha approfondito la relazione tra contenuto in tannini nelle essenze della macchia mediterranea ed il comportamento alimentare dei caprini.

Antonino Di Grigoli *(adigrigoli@unipa.it)*, è dottore di ricerca in Produzioni Zootecniche e ricercatore di Zootecnica Speciale della Facoltà di Agraria di Palermo. Si è occupa-

to di ricerche riconducibili a diverse tematiche, quali lo studio degli effetti di fattori tecnico-gestionali, anche con riferimento alle risorse foraggere ed alla loro tipologia di utilizzazione, sulla produzione lattiero-casearia di razze ovine, caprine e bovine. Ha condotto inoltre indagini finalizzate al recupero ed alla valorizzazione di razze bovine autoctone siciliane. Attualmente ricopre per supplenza l'insegnamento di Nutrizione e Alimentazione Animale.

Corrado Dimauro *(dimauro@uniss.it),* dottorando di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari, si è occupato prevalentemente della modellizzazione matematica di diversi fenomeni di interesse zootecnico. In particolare ha prodotti lavori che riguardano la modellizzazione sia empirica che dinamica della curva di lattazione di animali da latte. Attualmente si sta occupando dello sviluppo di un modello dinamico della ghiandola mammaria con l'ausilio del computer simulation.

Adriana C.L. Di Trana *(ditrana@unibas.it),* è Professore Associato della Facoltà d'Agraria dell'Università degli Studi della Basilicata dove insegna Nutrizione e Alimentazione Animale. L'attività scientifica, riferita principalmente ai piccoli ruminanti, riguarda lo studio dei legami tra il profilo metabolico e le prestazioni produttive, le relazioni tra alimentazione al pascolo e produzione, l'effetto del sistema d'allevamento sulla composizione quanti-qualitativa del latte e del profilo acidico del grasso. Nell'ambito dell'European Fine Fibre Network è stata visiting presso il Macaulay Land Use Research Institute di Aberdeen (Scozia), si interessa dell'alimentazione, dell'adattamento e della produzione di capre da fibra Cashmere e Angora nonché dell'influenza di alcuni fattori sulla muta del cashmere.

Vincenzo Fedele *(vincenzofedele@virgilio.it),* è primo ricercatore del C.R.A. – Istituto Sperimentale per la Zootecnia – Potenza. La sua attività di ricerca è focalizzata principalmente allo studio dell'alimentazione dei caprini nei suoi molteplici aspetti: comportamento alimentare, digeribilità degli alimenti, profilo metabolico, stima dei fabbisogni, qualità chimica tradizionale, aromatica e nutrizionale del latte e dei suoi derivati. Nell'ambito di queste tematiche ha approfondito le conoscenze sui sistemi di allevamento al pascolo e sulle razze autoctone allevate nel Mezzogiorno.

Alessandro Gaviraghi *(alessandro.gaviraghi@isils.it),* laureato in Biotecnologie indirizzo veterinario. Ha maturato esperienze scientifiche nel campo della proteomica nel settore zootecnico e veterinario. Attualmente gli interessi scientifici sono rivolti alle filiere produttive del comparto latte e carne nei distretti montani marginalizzati con particolare riguardo verso la specie caprina. È borsista presso l'Istituto Sperimentale Italiano "Lazzaro Spallanzani".

Gian Franco Greppi *(gianfranco.greppi@unimi.it),* svolge attività di ricerca nel Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie, è Docente di Statistica e Informatica Applicata nella Facoltà di Medicina Veterinaria e di Statistica nel corso di laurea in Biotecnologie dell'Università di Milano. Direttore Scientifico del Laboratorio di Proteomica applicata dell'Istituto Sperimentale Italiano Spallanzani. Presidente e team leader di LEA Biotech, spinoff dell'Università di Milano. Autore di oltre 300 pubblicazioni scientifiche, di testi di statistica ed informatica veterinaria. Presidente della Società Italiana per il Progresso della Zootecnia. Editor per la Elsevier, nello Scientific Board di alcune riviste. Ha curato l'organizzazione di numerosi Convegni e Simposi partecipando attivamente ai lavori

della Segreteria Scientifica. Responsabile dal 1977 del sito www.bioinfovet.unimi.it Responsabile del progetto MURST sulle reti neurali, è responsabile del laboratorio sullo studio del Proteoma. Ha partecipato ed è stato responsabile di numerosi progetti di ricerca: progetti Murst di interesse nazionale, CNR, I.P.R.A., MiPAF, Programma bilaterale Italia-USA del C.N.R., progetti della Unione Europea, "Life Science and Technologies for Developing Countries", ed "AIR Goat nutrition". Responsabile come coordianatore nazionale di progetti di ricerca del COFIN e FIRB. Responsabile Unità di ricerca nei Programmi speciali del Ministero della Sanità, Dipartimento Programmazione Bioindicatori del benessere animale. Ha svolto attività di coordinamento in ambito di progetti di ricerca della Regione Lombardia (Filiera Latte e Filiera Carne, Programma Intereg). Responsabile inoltre di progetti del Fondo Sociale Europeo.

Marco Ilic *(m.ilic@crpa.it),* è laureato in Ingegneria Elettronica. Dal 1990 al 1997 ha fatto parte della divisione di ricerca e sviluppo di Elsag Bailey a Sestri Ponente (GE) con l'incarico di sviluppare algoritmi e integrare software di visione artificiale per il controllo della navigazione di veicoli robotizzati. Dal 1998 a tutt'oggi lavora presso il settore informatica del Centro Ricerche Produzioni Animali di Reggio Emilia con l'incarico di progettare e realizzare software e servizi telematici per applicazioni zootecniche e agroalimentari.

Lucio Lutri *(llutri@inwind.it)*, agronomo, laureato presso l'Università degli Studi di Palermo. In servizio presso l'Istituto Sperimentale Zootecnico per la Sicilia con sede a Palermo, il suo campo di attività è quello relativo all' Alimentazione ed al Management dei ruminanti con particolare attenzione all'allevamento ovino e caprino da latte. Collabora con diverse Istituzioni regionali e nazionali alla ricerca e sperimentazione nel campo della nutrizione animale. Si occupa inoltre di Assistenza Tecnica presso gli allevamenti zootecnici del territorio Siciliano.

Nicolò Pietro Paolo Macciotta *(macciott@uniss.it),* è Professore Associato di Zootecnica generale e Miglioramento genetico presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari. Si occupa della modellizzazione matematico-statistica di processi di interesse zootecnico, con particolare riferimento al miglioramento genetico dei caratteri della produzione del latte. Ha sviluppato numerose studi sui modelli matematici della curva di lattazione, sulla ricerca di QTLs negli animali in produzione zootecnica, sulla ottimizzazione degli schemi di selezione degli ovini da latte, sull'applicazione di modelli bioeconomici per la stima dei valori economici dei caratteri della produzione del latte negli ovini da latte. È referee di riviste nazionali ed internazionali.

Marcello Mele *(mmele@agr.unipi.it),* laureato in Scienze Agrarie e dottore di ricerca in Scienze Zootecniche, è attualmente ricercatore presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa. La sua attività di ricerca è basata principalmente sullo studio del metabolismo lipidico dei ruminanti finalizzato al miglioramento della qualità del latte e della carne, con particolare riferimento alle proprietà nutrizionali e nutraceutiche dei prodotti.

Giovanni Molle *(gmolle@tiscali.it),* agronomo, è sperimentatore zootecnico presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dove coordina il settore alimentazione e nutrizione del bestiame. Sulla base di metodologie acquisite presso centri di ricerca quali l'Institute of Grassland and Environmental Research in Gran Bretagna e l'Agrcultural Research Organization in Israele, ha svolto e svolge studi su ingestione, com-

portamento alimentare, spese energetiche e composizione corporea in ovini caprini al pascolo. Ha approfondito, inoltre, le relazioni tra alimentazione e riproduzione nei ruminanti, con particolare riguardo agli ovini da latte bovini da carne.

Massimo Morgante *(massimo.morgante@unipd.it),* è Professore Ordinario di Patologia medica Veterinaria presso la Facoltà di Medicina Veterinaria di Padova. Da anni si interessa di malattie metabolico-nutrizionali dei ruminanti in produzione. È autore di numerose pubblicazioni su riviste e atti di congressi Nazionali ed Internazionali sull'argomento.

Lorenzo Noè *(lorenzo.noe@isils.it),* laureato in Scienze Agrarie indirizzo zootecnico, è dottore di ricerca in Scienze Zootecniche. Ha maturato esperienze scientifiche nel campo dei profili metabolici negli animali di interesse zootecnico. Attualmente gli interessi scientifici sono rivolti alle filiere produttive del comparto latte e carne nei distretti montani marginalizzati con particolare riguardo verso la specie caprina. È collaboratore presso l'Istituto Sperimentale Italiano "Lazzaro Spallanzani".

Anna Nudda *(anudda@uniss.it),* laureata in Scienze Agrarie e dottore di ricerca in Scienze Zootecniche, si è occupata fin dall'inizio della propria attività di ricerca, di sperimentazioni nel campo della qualità del latte ovino e caprino e degli aspetti legati alla fisiologia della lattazione. Attualmente è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari.

Giuliano Pinna *(biglianu@tiscali.it),* agronomo, ha svolto attività di ricerca presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna dal 1996 fino al 2004 occupandosi di aspetti tecnologici nella produzione dei formaggi sardi, e dell'influenza di differenti essenze erbacee ed arbustive sulle caratteristiche del latte e dei formaggi ovini e caprini. Attualmente lavora presso l'industria casearia F.lli Pinna S.p.A. di Thiesi.

Giuseppe Pulina *(gpulina@uniss.it)* é Professore Ordinario di Zootecnica Speciale presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Sassari ed é direttore del Dipartimento di Scienze Zootecniche. Attualmente ha la responsabilità dell'insegnamento di "Zootecnica Speciale" presso il corso di laurea in Scienze Zootecniche.
È autore di oltre 210 pubblicazioni scientifiche e tecniche sui problemi riguardanti la qualità delle produzioni ovine e caprine, la modellizzazione matematica in generale, i metodi matematici applicati alle produzioni zootecniche, l'analisi dei sistemi ambientali e zootecnici, l'alimentazione e l'allevamento degli ovini da latte, il miglioramento genetico e la riproduzione degli ovini, l'impatto ambientale dei pascolanti, la valutazione della ricerca scientifica e tecnologica. È coordinatore di corsi ECM (Ministero della Salute) di statistica ed ha organizzato e diretto corsi di statistica superiore e modellizzazione matematica per ricercatori. È socio dell'American Dairy Science Association, della SIPZOO (di cui é vicepresidente), dell'ASPA (di cui é vicepresidente), della SIPAOC (di cui é consigliere direttivo) nonché referee di riviste internazionali e nazionali.
È coordinatore della commissione nazionale di studio Sheep and Goat dell'EAAP, European Association of Animal Production ed ha coordinato il progetto MIPAF "Ulteriore sviluppo di un programma di razionamento per ovini e caprini" del quale questo libro rappresenta uno dei prodotti finali.

Luca Rapetti *(luca.rapetti@unimi.it),* dottore di ricerca in "Alimentazione e tecnologie dell'allevamento animale", curriculum "Alimentazione dei ruminanti". Nella sua attività di ricerca si è occupato principalmente di tematiche inerenti l'alimentazione dei ruminanti e il loro metabolismo energetico, con particolare riferimento alla specie caprina. Attualmente è docente presso la facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano nel settore della nutrizione e dell'alimentazione animale.

Salvatore Pier Giacomo Rassu *(pgrassu@uniss.it),* laureato in Scienze Agrarie presso la Facoltà di Agraria di Sassari; ricercatore universitario dal 1994 al 2002, attualmente ricopre l'incarico di Professore Associato nel Settore Scientifico Disciplinare di Zootecnica speciale, presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università degli Studi di Sassari. Ha la titolarità nell'insegnamento Equinicoltura, benessere animale ed igiene zootecnica, nel corso di Laurea triennale in Scienze Zootecniche; è inoltre responsabile del corso di Produzioni Animali II, nel corso di laurea in Scienze e Tecnologia Agrarie (quinquennale). È autore e coautore di oltre 50 pubblicazioni scientifiche e tecniche su tematiche attinenti le tecniche di allevamento degli ovini e dei caprini da latte; nuove tecniche riproduttive nell'allevamento ovino; gli studi sulle popolazioni ovine e bovine presenti in Sardegna; le tecniche di allevamento e di miglioramento genetico degli equini ed ultimamente gli studi sul benessere animale nella specie ovina. Ha svolto uno stage di studio e lavoro, della durata di 8 mesi, presso la School of Agricolture (Animal Science) of the University of Western Australia a Perth.

Paola Roncada *(roncadap@unimi.it),* laureata in Chimica e Tecnologie Farmaceutiche all'Università degli Studi di Milano è dottore di ricerca in Biochimica alla facoltà di Scienze dell'Università degli Studi di Sassari. Responsabile del Laboratorio di Proteomica dell'Istituto Sperimentale Italiano Lazzaro Spallanzani di Milano dove attualmente lavora come ricercatore. Da oltre dieci anni si occupa della caratterizzazione proteomica delle proteine del latte di varie specie animali, con particolare attenzione alle proteine del latte caprino, ai prodotti di filiera e allo studio comparativo del latte di varie specie animali per le allergie e le intolleranze alimentari nel neonato.

Pierlorenzo Secchiari *(psecchia@agr.unipi.it),* Professore Ordinario di Zootecnica generale presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa. In oltre sette lustri di attività scientifica ha affrontato varie tematiche di ricerca nell'ambito delle Scienze Zootecniche, con particolare riguardo allo studio della riproduzione, delle tecnologie di allevamento, del miglioramento genetico dei caratteri quantitativi, della variabilità genetica delle razze bovine ed ovine e della qualità dei prodotti di origine animale. Dal 2001 è membro del Comitato Tecnico Scientifico dell'ARSIA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'innovazione in Agricoltura della Regione Toscana), nell'ambito della stessa regione è anche membro del comitato per la salvaguardia delle risorse genetiche autoctone e, dal 2004, è presidente dell'Associazione Scientifica di Produzione Animale.

Lucia Sepe *(lucia_sp@libero.it)*, agronomo, dal 1992 presta servizio presso l'Istituto Sperimentale per la Zootecnia di Potenza. Fino al 1998 ha diretto il Centro di Collegamento Ricerca-Divulgazione di Bella, curando l'organizzazione di corsi e con-

vegni (nazionali e internazionali), promossi dall'Istituto stesso e miranti al trasferimento dei risultati della ricerca a tecnici e allevatori. Si occupa di sperimentazione sulla capra cashmere, sulla quale ha svolto uno stage di approfondimento presso il Macaulay Land Use Research Institute di Aberdeen (Scozia). Fa parte della redazione di Caseus (rivista specializzata sul formaggio) dal 1999; è stata editor della rivista specializzata Caseus International. Svolge la sua attività di ricerca sull'alimentazione delle capre, e in particolare sui fattori floristici in grado di influire sulla qualità del latte e quindi del formaggio.

Andrea Serra *(aserra@agr.unipi.it),* si è laureato con lode in Scienze Agrarie e ha conseguito il dottorato di ricerca in Scienze Zootecniche. L'attività di ricerca è prevalentemente incentrata su argomenti inerenti la qualità delle produzioni zootecniche (latte e carne) con particolare riguardo alla carne bovina. Attualmente è assegnista d ricerca presso la Sezione di Scienze Zootecniche del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema della Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa.

Calogero Stelletta *(calogerostelletta@hotmail.com),* è dottore di ricerca attualmente svolge la sua attività di ricercatore presso il CRA, sezione di Cremona. Da anni collabora col prof Morgante nello studio delle malattie metabolico-nutrizionali dei ruminanti in produzione. È autore di numerose pubblicazioni su riviste e atti di congressi Nazionali ed Internazionali sull'argomento

Roberto Steri *(r.steri@tiscali.it),* si è occupato principalmente dello studio della variabilità somatica della capra Sarda e di modelli matematici applicati agli allevamenti ovini e caprini. Ha usufruito di una borsa di studio sulla salvaguardia delle specie zootecniche in via di estinzione e delle razze-popolazione autoctone presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari. Attualmente è contrattista presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari.

Maria Yiakoulaki *(yiak@for.auth.gr),* è laureata in Forester and Natural Environment presso l'Università Aristotele di Salonicco (Grecia); ha conseguito il titolo di Master in Science of Animal Nutrition e il dottorato di ricerca in Range Managment presso la medesima Università. Si è occupata di allevamento della capra su macchia mediterranea con particolare riferimento all'ingestione, selezione alimentare, valore nutritivo dei foraggi e attività degli animali al pascolo. Attualmente insegna presso la facoltà di Forestry and Natural Environment dell'Università Aristotele di Salonicco.

ELENCO ACRONIMI USATI

1,25-$(OH)_2D$ = 1,25 deidrocolecalciferolo
AATCC = American Association of texile Chemists and Colorists
ACC = acetil CoA-carbossilasi
ACTH = adrenocorticotropina
ADF = fibra al detergente acido
ADIN = azoto legato all'ADF
ADL = lignina al detergente acido
AFRC = Agricolture and Food Research Council
AG = acidi grassi
AMG = accrescimento medio giornaliero
AIA = Associazione Italiana Allevatori
α – LNA = acido alfalinoleico
AM = appetito moderatore
α – MSH = ormone stimolante gli α-melanociti (melanocit α stimulant hormon)
AP = appetito promotore
APLV = allergia da latte vaccino
AREV = Eleveur de cheèvres et de brebis
AS = appetito stimolatore
AST = aspartato aminotransferasi
ASTM = American Society of Testing and Materials
BCFA = acidi grassi ramificati
BCS = nota corporale (body condition score)
CCMI = Cashmere and Camel Hair Manifacturers Institut
CCS = contenuto in cellule somatiche
CLA = acido linoleico coniugato
CMT = Californian Mastitis Test
CNCPS = Cornell Net Carbohydrate and Protein System
ConSDABI = Consorzio per la Sperimentazione, Divulgazione ed Applicazione di Biotecniche Innovative
CPK = creatininfosfochinasi

CRH = corticotropina
CRF = fattore di rilascio di corticotropina (corticotropin releasing factor)
CSIRO = Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
CU = coefficiente di utilizzazione
D = dessert
DHA = acido docosaexanoico (docosahexaenoic acid)
DSO = digeribilità delle proteine organiche
DSS = digeribilità sostanza secca
E = contenuto energetico
EAAP = European Association for Animal Production
ED = energia digeribile
EM = energia metabolizzabile
EPA = acido eicosapentaenoico (eicosapentaenoic acid)
EUN = azoto endogeno urinario (endogenous urinary N)
FA = acidi grassi
FAME = esteri metilici degli acidi grassi
FAO = Food and Agricolture Organization
FAS = sintetasi acidi grassi (fatty acid synthetase)
FFA = acidi grassi liberi
FIGLU = acido formiminoglutamico
FP = follicoli primari
FPi = frequenza delle prensioni
FS = follicoli secondari
GE = energia lorda
GOT = transaminasi glutammico-ossalacetica (glutamic oxalacetic transaminase)
GPA = grado di protezione antiossidante
GPT = transaminasi glutammico-piruvica (glutamic pyruvic transaminase)
GSH-px = enzime selenio dipendente
HDL = lipoproteina ad alta densità (high density lipoprotein)
Ig = immunoglobuline
IGF-1 = fattore di crescita insulino-simile (insulin-like growth factor-1)
IGR = Institute for Goat Research
INRA = Istitut National de la Recherche Agronomique
IPLV = intolleranza proteina latte vaccino
ISS = ingestione sostanza secca
IVOMD = sostanza organica digeribile in vitro (in vitro organic matter digestibility)
$\mathbf{k_l}$ = efficienza di conversione della ME in NE di lattazione
$\mathbf{k_m}$ = efficienza di conversione della ME in NE di mantenimento

LA = acido linoleico
LCFA = acidi grassi a catena lunga
LCUFA = acidi grassi insaturi a catena lunga
LDH = lipoproteina ad alta densità (high density lipoprotein)
LDL = lipoproteina a bassa densità (low density lipoprotein)
LHRH = fattore di rilascio dell'ormone lutenizzante (lutein releasing hormone)
Ln = latte normalizzato
LNA = acido linolenico (linolenic acid)
LPL = lipasi lipoproteica (lipoprotein lipasi)
ME = energia metabolizzabile
MEC = concentrazione energia metabolizzabile
ME_g = ME per accrescimento ed ingrasso
MEI = energia metabolizzabile ingerita
MFD = ipolipogalattopoiesi, riduzione del grasso nel latte (milk fat depression)
MFGM = membrana dei globuli di grasso del latte (milk fat globule membrane)
MFN = azoto metabolico fecale (metabolic fecal N)
MIPAF = Ministero delle Politiche Agricole e Forestali
MJ = mega joule
MMA = acido metilmalonico
MN = miodistrofia nutrizionale
MP = proteina metabolizzabile
MP_l = MP per la produzione di latte
MUFA = acidi grassi monoinsaturi
NA = nucleo arcuato
NDF = fibra neutro detersa
NE = energia netta
NE = azoto escreto
NEFA = acidi grassi non esterificati
NFC = carboidrati non fibrosi
NI = azoto ingerito
NNP = azoto non proteico
NP = proteina netta
NRC = National Research Council
NVM = nucleo ventro-mediale
OA = acido oleico
OLP = ormone lattogeno placentare
P = pascolo di valle
PD = proteina digeribile

PDI = proteina digeribile dall'intestino
PC = peso corporeo
PC = pascolo collina
pCO_2 = pressione parziale anidride carbonica
PEG = polietilene-glicole
PF = polifenoli tannici
PG = proteina grezza
PGA = proteina grezza utilizzata per l'accrescimento
PGF = proteina grezza escreta con le feci
PGI = proteina grezza ingerita
PGL = proteina grezza prodotta nel latte
PGP = proteina grezza utilizzata per l'accrescimento e persa con il pelame
PGU = proteina grezza escreta con le urine
PL = pascolo con concentrati lentamente degradabili
PLV = produzione lorda vendibile
Pm = peso molecolare
PM = pascolo montagna
POMC = proopiomelanocortina
PP = piatto principale
PPi = peso medio della prensione
PR = pascolo con concentrati rapidamente degradabili
PS = piatto secondario
PT/PG = rapporto tra percentuale di polifenoli totali e percentuale di proteina grezza nella dieta
PUFA = acidi grassi polinsaturi
PVN = nucleo paraventricolare
QLT = quantità di latte prodotto
Q_m = metabolizzabilità (rapporto tra ME/GE)
RA = acido rumenico
RDP:UDP = rapporto tra proteine degradabili e indegradabili a livello ruminale
RE = energia ritenuta
RT = retinolo totale
SAT = sostanza azotata totale
SCD = stearoyl-CoA desaturase
SFA = acidi grassi saturi
SO = sostanza organica
SPG = supplemento proteina grezza
SS = sostanza secca

tCO_2 = quantità totale anidride carbonica
TDF = fibra dietetica totale
TEN = azoto totale endogeno (total endogenous N)
TG = tipi genetici
TG = trigliceridi
THI = indice di temperatura-umidità (temperature humidity index)
TPs = tempo di pascolamento
TSH = ormone tireotropo
U = concentrazione di urea nel latte
UFA = acidi grassi insaturi
UFC = unità foraggera carne
UFL = unità foraggera latte
VA = acido vaccenico
VI = velocità di ingestione
VIP = peptide vasoattivo intestinale (vasoactive intestinal peptide)
VFA = acidi grassi volatili
VLDL = lipoproteina a densità molto bassa (very low density lipoprotein)
Y-NPY = neuropeptide Y
WCRF = World Cancer Research Food

INDICE SINOTTICO

Capitolo 1: La produzione del latte nei caprini 9

1.1. Il latte caprino 9

1.2. La produzione del latte 9

1.2.1. Il colostro 9

1.2.2. Il latte 12

1.2.3. Il latte normalizzato 14

1.3. La sintesi del latte 15

1.4. Il contenuto in cellule somatiche 19

1.5. Effetti terapeutici e nutrizionali del latte caprino 20

Capitolo 2: Modellizzazione matematica della curva di lattazione della capra 27

2.1. Introduzione 27

2.2. Le funzioni matematiche della curva di lattazione 28

2.3. Fattori che influenzano la forma della curva di lattazione .34

2.4. Conclusioni e prospettive 39

Capitolo 3: I lipidi del latte di capra: meccanismi di sintesi e principali fattori di variazione 45

3.1. Introduzione 45

3.2. Metabolismo lipidico nel rumine 46

3.2.1. La lipolisi 46

3.2.2. La Bioidrogenazione 47

3.2.3. Sintesi degli acidi grassi microbici 48

3.2.4. Bilancio lipidico nel rumine 50

3.2.5. Effetti dei lipidi sulle fermentazioni ruminali .50

3.3. Metabolismo della ghiandola mammaria e sintesi ex novo degli acidi grassi 51

3.3.1. L'acido linoleico coniugato (CLA) 53

3.4. I lipidi del latte di capra 56

3.4.1. Gli acidi grassi ramificati presenti nel latte di capra .58

3.5. Integrazione della dieta con fonti lipidiche ed effetti sulla quantità e sulla qualità del latte 58

Capitolo 4: La componente proteica del latte caprino 71
4.1. Introduzione 71
4.2. Caratteristiche biochimiche 72
4.3. Polimorfismi 77
4.4. Reazione allergica e intolleranza al latte 83

Capitolo 5: Qualità aromatica e nutrizionale-salutistica del latte caprino 101
5.1. Dalle convinzioni popolari alle prime verità 102
5.2. I problemi 103
5.3. Qualità aromatica 104
5.3.1. Pascolo e aromi 104
- I terpeni 105
- Terpeni e stagione 106
- Profilo aromatico 108
5.3.2. Valutazione sensoriale 110
5.4. Qualità nutrizionale 111
5.4.1. Le vitamine 112
- Retinolo (vitamina A) 112
- L'alfa tocoferolo (Vitamina E) 115
5.4.2. Il colesterolo 116
5.4.3. Protezione antiossidante 118
5.4.4. Acidi linoleici coniugati (CLA) 120
5.5. Molecole di interesse farmacologico 121
5.6. Considerazioni conclusive e prospettive future 122

Capitolo 6: I fabbisogni energetici e proteici dei caprini 127
6.1. Introduzione 127
6.2. Evoluzione dei fabbisogni in funzione dei livelli produttivi 127
6.3. Principali sistemi di stima dei fabbisogni energetici e proteici 129
6.4. I fabbisogni energetici 130
6.4.1. Fabbisogni di mantenimento 131
6.4.2. Fabbisogni per l'attività fisica 135
6.4.3. Fabbisogni per la produzione di latte 138
6.4.4. Fabbisogni complessivi per il mantenimento e la produzione di latte 138

6.4.5. Fabbisogni di gravidanza 140
6.4.6. Fabbisogni per le variazioni di peso corporeo ..142
6.5. Fabbisogni Proteici 144
6.5.1. Fabbisogni proteici di mantenimento 145
6.5.2. Fabbisogni proteici per la produzione di latte .148
6.5.3. Fabbisogni proteici di gravidanza 149
6.6. Conclusioni 150

Capitolo 7: L'INGESTIONE ALIMENTARE 155
7.1. Introduzione 155
7.2. Lattazione 157
7.2.1. Equazioni per la previsione dell'ingestione di capre alimentate in stalla 157
7.2.2. Il pascolamento breve: stima dell'ingestione di capre mediterranee in lattazione 160
7.3. Accrescimento 163
7.4. Gravidanza 166

Capitolo 8: COMPORTAMENTO ALIMENTARE ED INGESTIONE DI CAPRE AL PASCOLO SU MACCHIA MEDITERRANEA 173
8.1. Introduzione 173
8.2. La macchia mediterranea 174
8.3. Comportamento alimentare delle capre al pascolo ...175
8.3.1. Caratteristiche dell'animale 175
8.3.2. Caratteristiche ambientali 178
8.3.3. Caratteristiche del pascolo 178
8.4. Valore nutritivo del pascolo arbustivo ed arboreo in ambiente mediterraneo 180
8.4.1. Composizione chimica e digeribilità delle specie erbacee 181
8.4.2. Composizione chimica delle specie legnose 182
8.4.3. Digeribilità delle specie legnose 184
8.4.4. Tannini 185
8.5. Ingestione 188
8.6. Integrazione alimentare 193
8.7. Gestione del pascolamento 196

Capitolo 9: L'allevamento caprino in Italia e le politiche di ricerca del MiPAF 209
9.1. L'allevamento caprino in Italia 209
9.2. Le attività di ricerca del MiPAF nel settore dei piccoli ruminanti 210

Capitolo 10: L'alimentazione al pascolo della capra da latte .217
10.1. Introduzione 217
10.2. Comportamento al pascolo 218
10.2.1. Comportamento alimentare su pascoli naturali .219
10.2.2 Comportamento su risorse foraggere coltivate . .225
10.3. Tecniche di pascolamento 229
10.3.1 Descrizione delle tecniche 229
10.3.2 Scelta del sistema di pascolamento per le capre .232
10.4. Il carico animale 234
10.4.1 Determinazione del carico mantenibile 238
10.5. L'integrazione del pascolo con concentrato 239
10.5.1 Scelta dell'integrazione alimentare 240
10.5.2 Risposta degli animali alla natura e quantità dei concentrati 241
10.6. Indicazioni pratiche sull'integrazione alimentare 243

Capitolo 11: Tecnologie di alimentazione della capra in stalla .251
11.1. La capra come "intermediate feeder" 251
11.2. Il razionamento della capra nell'allevamento intensivo . . .253
11.3. I sistemi di alimentazione 255
11.3.1. Fieno e mangime complementare 256
11.3.2. Fieno, mangime e materie prime 257
11.3.3. Fieno e materie prime 257
11.4. La modalità di somministrazione degli alimenti 258
11.5. Il foraggio per la capra nell'allevamento intensivo . . .262
11.6. L'importanza della forma fisica degli alimenti 267
11.6.1. La granulometria della razione: la granella di mais e i sottoprodotti vegetali 268
11.7. L'integrazione proteica nell'alimentazione della capra in stalla 273

Capitolo 12: L'alimentazione delle capre da fibra 281
12.1. Latte e fibra nella capra 281
12.2. Le capre da Cashmere 281
12.3. La fibra cashmere 283
12.4. Fabbisogni nutritivi della capra cashmere 285
12.5. Alimentazione della capra Cashmere 287
12.5.1. Ingestione alimentare 287
12.5.2. Proteine 288
12.5.3. Aminoacidi 289
12.5.4. Energia 290
12.6. Effetti dell'apporto energetico sulla muta del cashmere .291
12.7. Fattori ambientali e fisiologici 292
12.8. La produzione e la qualità del latte di capre Cashmere .293
12.9. La capra d'Angora 294
12.9.1. La fibra mohair 294
12.10. Fabbisogni nutritivi della capra d'Angora 296
12.10.1. Fabbisogni in minerali e vitamine 297
12.11. Alimentazione della capra d'Angora 297
12.11.1. L'ingestione alimentare 297
12.11.2. Energia 298
12.11.3. Proteine 299
12.12. Fotoperiodo 300
12.13. Conclusioni 301

Capitolo 13: Malattie metaboliche e nutrizionali 307
13.1. Disturbi del metabolismo energetico 307
13.1.1. Introduzione 307
13.1.2. Fisiologia del metabolismo energetico negli animali stagionali 308
13.1.3. Disturbi del metabolismo energetico 314
- Chetosi 314
- Disturbi fermentativi e acidosi ruminale ...319
13.2. Malattie Carenziali 322
13.2.1. Introduzione 322
13.2.2. Disturbi legati al metabolismo di calcio e fosforo **323**
- Generalità 323
- Ipocalcemia 323
- Urolitiasi 324

13.2.3. Disturbi del metabolismo del magnesio 325
- Generalità 325
- Tetanie Ipomagnesiemiche 326
13.2.4. Carenza di selenio e vitamina E 327
- Generalità 327
- Miodistrofia nutrizionale dei capretti 328
13.2.5. Carenza di rame 331
13.2.6. Carenza di zinco 332
13.2.7. Carenza di cobalto 333
13.2.8. Carenza di iodio (gozzo ipotiroideo) 335
13.2.9. Carenza di vitamina B1 (tiamina) 336
- Polioencefalomalacia 336

Capitolo 14: Caprisoft, un software di programmazione per le aziende caprine 347
14.1. Introduzione 347
14.2. Foglio INPUT-OUTPUT 348
14.2.1. Gli input del modello 348
14.2.2. Gli output del modello 353
14.3. Foglio UFL 355
14.4. Foglio PG 357
14.5. Foglio LATTE 360
14.6. Foglio ORD COLT 361
14.7. Foglio BILANCIO 362

Capitolo 15: Un supporto per la formulazione delle razioni alimentari 365
15.1. La formulazione delle razioni 365
15.2. Gli algoritmi di stima della capacità di ingestione e dei fabbisogni 368
15.3. La stima degli apporti alimentari 368
15.4. Funzionalità accessorie 369
15.5. Il progredire delle conoscenze scientifiche e l'aggiornamento dei programmi di supporto all'alimentarista 370
15.6. Un software per allevatori, tecnici e ricercatori 370
15.7. Le funzionalità Assis.T per il razionamento dei caprini .371
15.8. La stima dei fabbisogni e informazioni richieste all'utente 376

Capitolo16: Le razze caprine d'italia 381
16.1. Razze cosmopolite 381
16.1.1. Alpina 381
- Origine e diffusione 381
- Caratteristiche morfologiche 381
- Caratteristiche funzionali 382
- Riferimento 382
16.1.2. Camosciata delle Alpi 382
- Origine e diffusione 382
- Caratteristiche morfologiche 383
- Caratteristiche funzionali 384
- Riferimento 384
16.1.3 Maltese 384
- Origine e diffusione 384
- Caratteristiche morfologiche 384
- Caratteristiche funzionali 385
- Riferimento 386
16.1.4. Rossa Mediterranea 386
- Origine e diffusione 386
- Caratteristiche morfologiche 386
- Caratteristiche funzionali 387
- Riferimento 388
16.1.5. Saanen 388
- Origine e diffusione 388
- Caratteristiche morfologiche 388
- Caratteristiche funzionali 388
- Riferimento 389
16.1.6. D'Angora 389
- Origine e diffusione 389
- Caratteristiche morfologiche 390
- Caratteristiche funzionali 390
16.1.7. Cashmere 391
- Origine e diffusione 391
- Caratteristiche morfologiche 392
- Caratteristiche funzionali 392
16.2. Razze autoctone del nord 393
16.2.1. Bionda dell'Adamello 393
- Origine e diffusione 393

- Caratteristiche morfologiche 393
- Caratteristiche funzionali 394
- Riferimento 394
16.2.2. Pezzata Mochena 394
- Origine e diffusione 394
- Caratteristiche morfologiche 395
- Riferimento 396
16.2.3. Frisa Valtellinese o Frontalasca 396
- Origine e diffusione 396
- Caratteristiche morfologiche 396
- Caratteristiche funzionali 396
- Riferimento 397
16.2.4. Lariana o Di Livo 397
- Origine e diffusione 397
- Caratteristiche morfologiche 397
- Caratteristiche funzionali 398
- Riferimento 398
16.2.5. Orobica o di Val Gerola 399
- Origine e diffusione 399
- Caratteristiche morfologiche 399
- Caratteristiche funzionali 400
- Riferimento 400
16.2.6. Passeirer Gebirgsziege (Capra Passiria) 400
- Origine e diffusione 400
- Caratteristiche morfologiche 400
- Caratteristiche funzionali 401
- Riferimento 401
16.2.7. Roccaverano 401
- Origine e diffusione 401
- Caratteristiche morfologiche 401
- Caratteristiche funzionali 402
- Riferimento 402
16.2.8. Sempione 403
- Origine e diffusione 403
- Caratteristiche morfologiche 403
- Caratteristiche funzionali 404
- Riferimento 404
16.2.9. Valdostana 404

- Origine e diffusione **404**
- Caratteristiche morfologiche **404**
- Caratteristiche funzionali **405**
- Riferimento **405**
16.2.10. Vallesana (Vallese) **406**
- Origine e diffusione **406**
- Caratteristiche morfologiche **406**
- Caratteristiche funzionali **407**
- Riferimento **407**
16.2.11. Verzaschese o Nera di Verzasca **407**
- Origine e diffusione **407**
- Caratteristiche morfologiche **407**
- Caratteristiche funzionali **408**
- Riferimento **408**
16.3. Razze autoctone del centro sud **409**
16.3.1. Garganica **409**
- Origine e diffusione **409**
- Caratteristiche morfologiche **409**
- Caratteristiche funzionali **410**
- Riferimento **410**
16.3.2. Ionica **411**
- Origine e diffusione **411**
- Caratteristiche morfologiche **411**
- Caratteristiche funzionali **412**
- Riferimento **412**
16.3.3. Cilentana Fulva **412**
- Origine e diffusione **412**
- Caratteristiche morfologiche **412**
- Caratteristiche funzionali **413**
- Riferimento **413**
16.3.4. Cilentana Grigia **414**
- Origine e diffusione **414**
- Caratteristiche morfologiche **414**
- Caratteristiche funzionali **415**
- Riferimento **415**
16.3.5. Cilentana Nera **415**
- Origine e diffusione **415**
- Caratteristiche morfologiche **415**

- Caratteristiche funzionali 416
- Riferimento 416
16.3.6. Nicastrese 417
- Origine e diffusione 417
- Caratteristiche morfologiche 417
- Caratteristiche funzionali 418
- Riferimento 418
16.4. Popolazioni caprine minori 419
16.4.1. Grigia Molisana (Di Campobasso) 419
- Origine e diffusione 419
- Caratteristiche morfologiche 419
- Caratteristiche funzionali 419
- Riferimento 419
16.4.2. De L'Aquila 420
- Origine e diffusione 420
- Caratteristiche morfologiche 420
- Caratteristiche funzionali 420
- Riferimento 420
16.4.3. Di Montecristo 420
- Origine e diffusione 420
- Caratteristiche morfologiche 421
- Caratteristiche funzionali 421
- Riferimento 421
16.4.4. Di Potenza 421
- Origine e diffusione 421
- Caratteristiche morfologiche 421
- Caratteristiche funzionali 422
- Riferimento 422
16.4.5. Di Teramo 422
- Origine e diffusione 422
- Caratteristiche morfologiche 422
- Caratteristiche funzionali 422
- Riferimento 422
16.4.6. Napoletana 423
- Origine e diffusione 423
- Caratteristiche morfologiche 423
- Caratteristiche funzionali 423
- Riferimento 423

16.4.7. Sciara (Rustica Calabrese o Di Cosenza) 423
- Origine e diffusione 423
- Caratteristiche morfologiche 424
- Caratteristiche funzionali 424
- Riferimento 424
16.4.8. Valfortorina (Di Benevento) 424
- Origine e diffusione 424
- Caratteristiche morfologiche 424
- Caratteristiche funzionali 425
- Riferimento 425
16.5. Razze autoctone delle isole 425
16.5.1. Argentata dell'Etna 425
- Origine e diffusione 425
- Caratteristiche morfologiche 425
- Caratteristiche funzionali 426
- Riferimento 426
16.5.2. Grigentana 427
- Origine e diffusione 427
- Caratteristiche morfologiche 428
- Caratteristiche funzionali 428
- Riferimento 428
16.5.3. Messinese (dei Nebrodi) 429
- Origine e diffusione 429
- Caratteristiche morfologiche 429
- Caratteristiche funzionali 430
- Riferimento 430
6.5.4. Sarda 430
- Origine e diffusione 430
- Caratteristiche morfologiche 431
- Caratteristiche funzionali 431
- Riferimento 432

Stampato a Bologna dalla Tipografia Negri S.r.l.
Finito di stampare nel mese di settembre 2005