

Manuel d'Orey Cancela d'Abreu

**VALOR ALIMENTAR DE TRÊS PASTAGENS
ANUAIS PARA OVINOS**

**ÉVORA
1992**



Manuel d'Orey Cancela d'Abreu

**VALOR ALIMENTAR DE TRÊS PASTAGENS
ANUAIS PARA OVINOS**



57277

Dissertação apresentada à Universidade
de Évora para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências Agrárias, especiali-
dade de Nutrição e Alimentação.

**ÉVORA
1992**

«Penso que só há um caminho para a ciência ou para a filosofia: encontrar um problema, ver a sua beleza e apaixonar-se por ele; casar e viver feliz com ele até que a morte vos separe - a não ser que encontrem um outro problema ainda mais fascinante, ou, evidentemente, a não ser que obtenham uma solução. Mas, mesmo que obtenham uma solução, poderão então descobrir, para vosso deleite, a existência de toda uma família de problemas filhos, encantadores ainda que talvez difíceis, para cujo bem estar poderão trabalhar, com um sentido, até ao fim dos vossos dias.»

Karl Popper

*A minha mulher Teresa e a meus
filhos Teresa, Diogo, Duarte e
Gonçalo.*

AGRADECIMENTOS

O autor agradece reconhecidamente:

Ao Professor Doutor Apolinário Vaz Portugal por ter aceite ser nosso orientador, bem como o apoio e estímulo, generosamente dispensado ao longo da realização deste trabalho, manifestado através de inúmeras e oportunas sugestões.

Ao Professor Doutor José dos Santos Pires da Costa, com quem colaborámos desde os nossos primeiros tempos na Universidade de Évora, pelo incentivo, orientação e conselhos transmitidos ao longo dos muitos anos de trabalho em conjunto e, principalmente, pela amizade que sempre nos dispensou.

A Professora Doutora Ofélia Pereira Bento, colega de longa data, que sempre soube estar disponível para conosco colaborar, ao longo de muitos anos de trabalho, e pela leitura crítica do manuscrito.

Ao Professor Doutor Nuno Maria de Villas Boas Potes pela realização da fistulização dos animais utilizados nos ensaios e pelo interesse sempre demonstrado pelos nossos trabalhos.

Aos Professores Doutores Afonso de Almeida, Artur Marinho e José Avó, assim como à Drã Maria Elvira Baptista, Dr. José Luis Tirapicos Nunes e Eng. Carlos Roquete, colegas de Departamento, pelas sugestões, discussão e apoio na execução e no

tratamento estatístico de algumas partes deste trabalho. Ao Professor Doutor José Avó agradeço ainda a colaboração prestada, enquanto gestor da Herdade Experimental da Mitra, na disponibilização das áreas de pastagem, animais, máquinas e estruturas necessárias à realização do trabalho experimental. Um agradecimento, ainda, a todos os trabalhadores daquela Herdade, que, de uma forma ou outra, colaboraram na execução do presente trabalho.

Ao Professor Ário Lobo de Azevedo pelo apoio sempre prestado, como Reitor da Universidade de Évora, à realização deste trabalho.

A Auxiliar Técnica de Laboratório Ana do Carmo Valério pela dedicação e qualidade postas nas muitas determinações analíticas realizadas.

Ao colega de Universidade e amigo Dr. José Alberto Gomes Machado pela revisão do manuscrito.

Ao Eng. Carlos Silva Carvalho e funcionários dos Serviços de Reprografia da Universidade de Évora, pela paciente impressão final do texto.

Ao Professor W. C. Ellis da Universidade de Texas A & M, Professor K.H. Menke e Doutor H. Staingass da Universidade de Hohenhei, pelo tempo e facilidades dispensadas nas suas instituições que nos permitiram aprofundar alguns aspectos rela-

tivos ao estudo do valor nutritivo e alimentar das pastagens.

Ao Governo da República Federal da Alemanha pelo apoio em material, concedido através da GTZ, sem o qual a execução do presente trabalho teria sido muito dificultada.

A TODAS as pessoas que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A meus pais, familiares e amigos que, com o seu incentivo, sempre me apoiaram.

Por último, à minha mulher Teresa pela sua grande generosidade e apoio e a meus filhos Teresa, Diogo, Duarte e Gonçalo pelo tempo e dedicação que a elaboração deste trabalho lhes tirou e que lhes era devido.

RESUMO

O principal objectivo deste trabalho foi determinar o valor alimentar de três pastagens anuais, para ovinos, em função da sua qualidade, nível de ingestão e estação do ano. As três pastagens que se estudaram, todas elas sobre montado disperso, foram: pastagem à base de trevo subterrâneo (Tr. Subt.), semeada com uma mistura de 4 cultivares de trevo (Nungarin, Seaton Park, Woogenellup e Trikkala), na quantidade de 20 kg/ha, e azevém anual, cultivar Wimeria, na quantidade de 5 kg/ha; pastagem natural fertilizada (P. Nat.); pastagem à base de serradela (Ser.), resultante da sementeira de 20 kg/ha de serradela, cultivar Pitman, e de 5 kg/ha de azevém anual.

O ensaio foi instalado na Herdade da Mitra, ocupando o Tr. Subt., a P. Nat. e a Ser., respectivamente, 2,4 ha, 2,2 ha e 1,8 ha. Foram pastoreadas, permanentemente, por ovinos machos castrados. As colheitas de dados realizaram-se durante três anos, no período de Março de 1987 a Fevereiro de 1990.

A disponibilidade de pastagem foi determinada por cortes realizados regularmente e a composição química foi determinada, quer em sub-amostras dos cortes, quer em amostras da dieta ingerida, colhidas através de fístula esofágica. Estas últimas amostras foram colhidas em cinco épocas diferentes do ano: Outono, Inverno, início da Primavera, fim da Primavera e Verão. A determinação da digestibilidade fez-se através da utilização do INDF como marcador interno, doseado nas amostras esofágicas e

nas fezes. Para a determinação da ingestão de pastagem, utilizou-se a colheita total de fezes, associada à determinação da digestibilidade. Todos os ovinos foram pesados regularmente, após 18 h de jejum.

O valor médio de disponibilidade de pastagem (kg MO/ha) no Tr. Subt. (1517) diferiu significativamente ($P < 0,01$) do observado na P. Nat. (883) e na Ser. (1069). As quantidades mais elevadas foram observadas no fim da Primavera (2094), seguindo-se, por ordem decrescente, o início da Primavera (1381), o Verão (1110), o Outono (551) e o Inverno (424). Verificaram-se diferenças significativas ($P < 0,001$) entre as distintas épocas.

A partir da composição química das amostras das pastagens e esofágicas, foi possível concluir que os ovinos ingeriram uma dieta com um teor em PB mais elevado do que o da pastagem disponível, em todas as épocas do ano, à excepção do Inverno. Quanto ao NDF e ADF, a dieta ingerida teve um valor mais baixo ou igual. O teor em ADL das amostras esofágicas foi inferior no Outono, Inverno e início da Primavera e superior ao da pastagem, no fim da Primavera e Verão.

A digestibilidade média da MO (%) mais elevada foi observada no Tr. Subt. (65,7) e a mais baixa na Ser. (62,6), distinguindo-se significativamente ($P < 0,05$), enquanto que a P. Nat. apresentava um valor intermédio (63,6) que não foi significativamente diferente do das outras duas. A digestibilidade da MO mais elevada ($P < 0,001$) verificou-se no início da Primavera (75,4) e a

mais baixa no Verão (49). O Inverno, por sua vez, com 68,4%, distinguiu-se ($P < 0,001$) do Outono (62) e do fim da Primavera (61,9). Globalmente, a digestibilidade foi afectada positivamente pelo teor em PB da dieta e pela percentagem de vegetação verde na pastagem e negativamente pelos teores em NDF e ADF.

A ingestão diária de MO ($g/kg P^{0,75}$) foi superior ($P < 0,01$) na P. Nat. (52,4) relativamente à determinada no Tr. Subt. (46,4) e Ser. (44,7). Foi no Outono que se observou uma ingestão maior (60), seguindo-se o início da Primavera (52,5), Inverno (50,3), fim da Primavera (44,4) e Verão (34,4). Verificaram-se diferenças significativas ($P < 0,001$) entre algumas das épocas. A ingestão diária de MOD na P. Nat. (34,1) foi superior ($P < 0,05$) à observada na Ser. (28,9), não tendo havido diferenças significativas entre estas duas pastagens e o Tr. Subt. (31,6). O Verão (17) voltou a ser a época onde se verificou uma ingestão menor, seguido do fim da Primavera (27,9), Inverno (35,2), Outono (35,6) e início da Primavera (39,7), mantendo-se a existência de diferenças significativas ($P < 0,001$) entre épocas. Considerando o conjunto de todos os dados, a ingestão de MO foi afectada positivamente pela digestibilidade da dieta, peso máximo dos ovinos, teor em celulose e matéria verde/ha, e negativamente pelo peso vivo metabólico, percentagem de gramíneas, disponibilidade total de MO e pela época. Todas estas variáveis também influenciaram, e no mesmo sentido, a ingestão de MOD.

Não se verificaram diferenças significativas, na variação diária de peso dos ovinos (g/dia), entre as 3 pastagens (Tr.

Subt.= 67; P. Nat.= 45; Ser.= 55). Já entre épocas, observaram-se grandes diferenças ($P < 0,001$), tendo sido no Outono que os ovinos apresentaram maiores ganhos de peso vivo (170), enquanto que no Verão se registaram as maiores perdas (-140). No fim da Primavera os ovinos também perderam peso (-14), ao passo que no Inverno (110) e no início da Primavera (137) apresentaram ganhos de peso vivo. A variação de peso vivo correlacionou-se negativamente com a época e com a digestibilidade e positivamente com a ingestão de MOD, percentagem de vegetação verde na pastagem, peso máximo dos ovinos e teor em PB.

Das diversas conclusões a que se chegou, gostaríamos de realçar as seguintes: em todas as estações do ano, os ovinos conseguiram ingerir, em relação à pastagem, uma dieta nutricionalmente mais favorável; o Tr. Subt. apresentou o valor nutritivo mais elevado, também observado no início da Primavera; nenhuma das pastagens apresentou um valor alimentar notoriamente mais elevado, embora os ganhos de peso vivo tenham sido ligeiramente superiores no Tr. Subt.; o Outono revelou-se como a época com o valor alimentar mais elevado, apresentando o Verão o mais baixo.



ABSTRACT

The main objective of the work reported in this thesis was the determination of the feeding value, for sheep, of three annual pastures, as affected by its quality, intake and season of the year. The three pastures, all of them located under evergreen oaks forest, were: subterranean clover based pasture (Tr. Subt.), seeded with a mixture of 20 kg/ha of 4 clover cultivars (Nungarin, Seaton Park, Woogenellup and Trikkala) and 5 kg/ha of Italian ryegrass (cultivar Wimeria); fertilized natural pasture (P. Nat.); serradella based pasture (Ser.) seeded with 20 kg/ha of serradella, cultivar Pitman, and 5 kg/ha of Italian ryegrass.

The experiment was located at Herdade da Mitra. The Tr. Subt., P. Nat. and Ser. had, respectively, 2.4 ha, 2.2 ha and 1.8 ha. All the pastures were continuously grazed by wethers and the data were collected during 3 years, from March 1987 to February 1990.

The quantity of pasture was determined by regular cutting of quadrats and the chemical composition was evaluated on subsamples and on diet samples obtained from esophageal-fistulated animals. The esophageal samples were collected in five occasions, during the year- Autumn, Winter, early Spring, late Spring and Summer. The diet digestibility was estimated by the ratio technique, using the INDF as internal indicator. The intake was calculated using the total faecal collection and the diet digestibility.

All the animals were regularly weighed, after a 18 h fasting.

The average quantity of pasture (kg OM/ha) of the Tr. Subt. (1517) was significantly different ($P < 0.01$) from the P. Nat. (883) and Ser. (1069). The standing pasture was significantly different ($p < 0.001$) between seasons, with the greater quantities in late Spring (2094), followed by early Spring (1381), Summer (1110), Autumn (551) and Winter (424).

The chemical composition of the pasture sub-samples and esophageal samples allowed us to conclude that the diet was richer in CP than the available pasture, in all the seasons excepted Winter, and poorer or equal in the NDF or ADF content. The ADL content of the esophageal samples was lower in Autumn, Winter and early Spring and higher in late Spring and Summer.

The highest organic matter digestibility (%) was determined on the Tr. Subt. (65.7) and the lower on the Ser. (62.6) that were significantly different ($P < 0.05$). The P. Nat. was intermediate (63.6) and no significantly different from the other two. The OM digestibility was higher ($P < 0.001$) in early Spring (75.4) and lower in Summer (49). The digestibility in Winter (68.4) was different ($P < 0.01$) from Autumn (62) and late Spring (61.9). The OM digestibility was positively affected by the CP content of the diet and by the green mass percentage and negatively by the NDF and ADF content.

The intake of organic matter ($\text{g/kg W}^{0.75}$) was higher

($P < 0.01$) on the P. Nat. (52.4) than that calculated on the Tr. Subt. (46.4) and Ser. (44.7). The highest intake was recorded in Autumn (60), followed by early Spring (52.5), Winter (50.3), late Spring (44.4) and Summer (34.4) and there were significant differences between some of the seasons. The digestible organic matter intake on the P. Nat. (34.1) was greater ($P < 0.05$) than on Ser. (28.9), with no significant differences between these two pastures and Tr. Subt. (31.6). Summer continued to be the season in which the intake was the smallest (17), followed by late Spring (27.9), Winter (35.2), Autumn (35.6) and early Spring (39.7), with differences between seasons ($P < 0.001$). The intake of organic matter was positively correlated with diet digestibility, maximum liveweight of the wether, cellulose content and green mass/ha and negatively with metabolic liveweight, percentage of grass, quantity of OM/ha and season. The digestible organic matter intake was also influenced by the same variables and in the same direction.

The daily liveweight change of the wethers (g/day) was not influenced by the pastures (Tr. Subt.= 67; P. Nat.= 45; Ser.= 55). There were, on the contrary, big differences ($P < 0.001$) between seasons, with greater liveweight gains during Autumn (170) and greater liveweighth losses during Summer (-140). In late Spring, the animals also lost weight (-14). During Winter (110) and early Spring (137), they gained weight. The liveweight changes were positively correlated with the intake of digestible organic matter, percentage of green plants, maximum liveweight of the animals and CP content of the diet and negatively with the

organic matter digestibility and season.

We would like to emphasize some of the conclusions we reached: in all the seasons, the animals were able to select a diet with a higher nutritive value than the standing pasture; the highest nutritive value was recorded on the Tr. Subt. and in early Spring; no one of the pastures showed a clear advantage, as far as the on the feeding value is concerned, although the liveweight gain on the Tr. Subt. was a little higher than the one registered on the other pastures; the highest feeding value of the pastures was observed in Autumn and the lowest in Summer.

GLOSSARIO

ADF	-	fibra insolúvel em ADS
ADS	-	solução de detergente em meio ácido
ADL	-	lenhina ácido detergente
X _{ae}	-	componente X na amostra esofágica
AGV	-	ácidos gordos voláteis
ATC	-	ciclo dos ácidos tricarbóxicos
ATP	-	adenosina tri-fosfato
CC	-	conteúdo celular
CD	-	coeficiente de digestibilidade
CEL	-	celulose
CERT	-	taxa de entrada do dióxido de carbono
CINZ	-	cinzas
CPC	-	constituintes da parede celular
D	-	digestibilidade
DMO	-	digestibilidade da MO
DOMD	-	digestibilidade da MO na MS
ED	-	energia digestível
EE	-	extracto etéreo
EL	-	energia limpa
EM	-	energia metabolizável
GPV	-	ganho de peso vivo
GRAM	-	gramíneas
Ha	-	hectare
HEM	-	hemicelulose
I	-	ingestão
IADEF	-	ADF indigestível
IMO	-	ingestão de MO
IMOD	-	ingestão de MOD
INDEF	-	NDF indigestível
IS	-	índice de selectividade
k _f	-	coeficiente de utilização da EM para a engorda
k _p	-	taxa de passagem
k _s	-	taxa de digestão
LEG	-	leguminosas
MB	-	metabolismo basal
M/D	-	concentração de EM na MS
MO	-	matéria orgânica
MOD	-	MO digestível
MS	-	matéria seca
Mat. Sec. ou SECOS	-	material vegetal seco
MV/ha	-	material vegetal verde por hectare
N	-	azoto
NDF	-	fibra insolúvel em NDS
NDS	-	solução de detergente em meio neutro
NNA	-	azoto não amoniacal
NNP	-	azoto não proteico
OUT	-	outras espécies vegetais
P	-	peso vivo
P _{0,75}	-	peso vivo metabólico
X _p	-	constituente X na amostra da pastagem
P/E	-	relação entre a proteína disponível no intestino e a energia absorvida sob forma de AGV
PMAX	-	peso máximo atingido pelos ovinos durante todo o

ensaio

P. Nat. - pastagem natural fertilizada
Ser. - pastagem anual à base de serradela
TAC - total de água corporal
TD - taxa de dentadas (nº de dentadas/minuto)
TP - tempo de pastoreio
Tr. Subt. - pastagem anual à base de trevo subterrâneo
VA - valor alimentar
VERDE - percentagem de vegetação verde na pastagem
VN - valor nutritivo
VPV - variação de peso vivo
Y_{ATP} - g de MS de células microbianas sintetizadas/mol de
ATP

INDICE

PARTE I - REVISAO BIBLIOGRAFICA

1. O ecossistema pastagem	
1.1 Estabilidade e flexibilidade da pastagem	3
1.2 Génese e distribuição das pastagens	7
1.3 Tipos de pastagens	10
1.3.1 Pastagens de zonas mediterrânicas	19
1.3.1.1 Pastagens naturais e sua melhoria	20
1.3.1.2 Sazonalidade da produção vegetal	25
1.3.1.3 Produção animal em zonas mediterrânicas	27
2. Valor alimentar da pastagem	35
2.1 Valor nutritivo	36
2.1.1 Composição química	37
2.1.1.1 Proteína bruta	38
2.1.1.2 Glúcidos solúveis	43
2.1.1.3 Constituintes da parede celular	44
2.1.2 Digestão e digestibilidade	49
2.1.2.1 Degradação ruminal dos compostos azotados	51
2.1.2.2 Degradação ruminal dos constituintes da parede celular	54
2.1.2.3 Cinética ruminal	53
2.1.2.4 Degradação ruminal da Matéria Orgânica e produção de ácidos gordos voláteis de cadeia curta	59
2.1.2.5 Eficiência energética da degradação rumi- nal	61

2.1.2.6 Digestão e absorção pós-ruminal	63
2.1.2.7 Digestibilidade aparente	66
2.1.3 Eficiência de utilização da energia metabolizável	70
2.2 Ingestão alimentar dos ruminantes em pastoreio	77
2.2.1 Factores alimentares que influenciam a ingestão voluntária	80
2.2.2 Factores animais	87
2.2.3 Características das pastagens	95
2.2.4 Ingestão de pastagens mediterrânicas	98
2.3 Necessidades nutritivas dos ovinos em pastoreio	100
2.4 Valor alimentar de pastagens mediterrânicas	107
3. Determinação do valor alimentar da pastagem	109
3.1 Avaliação da pastagem	112
3.2 Determinação do valor nutritivo	
3.2.1 Determinação da qualidade da dieta ingerida	120
3.2.1.1 Colheita manual da erva ingerida	121
3.2.1.2 Cortes antes e após o pastoreio	122
3.2.1.3 Exame microscópico das fezes	123
3.2.1.4 Colheita de amostras através de fístula	123
3.2.2 Determinação da digestibilidade da pastagem	137
3.3 Determinação do valor alimentar	158
3.3.1 Determinação da ingestão alimentar em pastoreio	159
3.3.1.1 Pastagem existente antes e após o pastoreio	159
3.3.1.2 Técnicas baseadas no animal	161
3.3.1.2.1 Excreção fecal e digestibilidade da dieta	161
3.3.1.2.2 Variação do peso vivo dos animais	168

3.3.1.2.3 Comportamento alimentar	170
3.3.1.2.4 Cálculo da ingestão de erva através da produção dos animais	171
3.3.2 Determinação da produção animal em pastoreio	174
3.3.2.1 Peso vivo e composição corporal	176

PARTE II - OBJECTIVOS

1. Objectivos	181
---------------	-----

PARTE III - TRABALHO EXPERIMENTAL

1. Material e métodos	189
1.1 Introdução	189
1.2 Materiais	191
1.2.1 Localização	191
1.2.2 Clima	192
1.2.3 Solos	194
1.2.4 Flora	195
1.2.5 Pastagens	195
1.2.6 Animais	197
1.3 Métodos	198
1.3.1 Quantidade de pastagem disponível	198
1.3.2 Composição florística	200
1.3.3 Maneio dos ovinos	200
1.3.3.1 Ovinos fistulados no esófago	204
1.3.4 Qualidade da dieta, digestibilidade e ingestão de matéria orgânica	207
1.3.4.1 Amostras colhidas através de fístula	

esofágica	208
1.3.4.2 Digestibilidade da matéria orgânica	209
1.3.4.3 Ingestão de matéria orgânica	212
1.3.5 Análises químicas	213
1.3.6 Energia digestível e metabolizável das amostras esofágicas	214
1.3.7 Cálculo das variações do peso vivo dos ovinos	215
1.3.8 Análise estatística	217
2. Resultados e discussão	219
2.1 Elementos climáticos	219
2.2 Disponibilidade de pastagem	221
2.3 Composição florística	225
2.4 Composição química das amostras de pastagem	230
2.5 Composição química das amostras esofágicas	240
2.6 Digestibilidade aparente da matéria orgânica	249
2.7 Ingestão de matéria orgânica e matéria orgânica digestível	256
2.8 Encabeçamento e variação diária de peso	268
2.9 Ingestão de energia e proteína bruta	280
3. Discussão geral	285
4. Conclusões	295
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 301
 ANEXOS	 327

PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 O ECOSISTEMA PASTAGEM

O termo pastagem é muitas vezes entendido como uma comunidade de plantas, entre as quais dominam as gramíneas, com raras arbustivas e sem árvores (HOLMES, 1982), formando uma identidade independente de onde se fazem derivar alimentos para os ruminantes. Contudo, a pastagem forma um sistema complexo em que o solo, a vegetação, os animais que nela se alimentam e as condições climáticas e endáficas interactuam e interdependem, formando um ecossistema (MANNETJE, 1978a; SNAYDON, 1981).

1.1 ESTABILIDADE E FLEXIBILIDADE DA PASTAGEM

Só na aparência se pode falar em estabilidade do ecossistema pastagem, havendo, muitas vezes, de uma forma imperceptível, constantes alterações na composição florística e faunística, assim como na abundância relativa das várias espécies em presença (KLAPP, 1977). Por definição, um sistema estável é aquele que varia muito pouco ao longo do tempo e que responde lentamente e pouco a pressões exteriores (WALKER e NOY-MEIR, 1982). Na realidade, segundo os mesmos autores, sistemas globalmente estáveis são provavelmente raros.

A alteração de um dos factores ou distúrbios, mais ou menos graves, no ecossistema pode provocar o aumento de certas espécies, a redução drástica, ou mesmo o desapareci-

mento de outras, bem como o aparecimento de novas espécies, podendo-se desenvolver o ecossistema em muitas direcções alternativas, de acordo com o encadeamento dos elementos bióticos e abióticos (HUMPHREYS, 1989). Por exemplo, a redução da pressão de pastoreio pode provocar o aumento ou a diminuição da invasão da pastagem por arbustivas (NOY-MEIR E WALKER, 1986). Segundo HUMPHREY (1989), procurar a elasticidade do ecossistema, ou seja, a medida da capacidade de absorver modificações e persistir (HOLLING, 1978), é talvez um objectivo mais realista do que procurar a estabilidade dos sistemas de pastoreio. Muitas comunidades naturais têm mais do que um ponto de equilíbrio e o estado para o qual elas tendem depende do estado em que se encontram, a seguir a uma perturbação (WALKER e NOY-MEIR, 1982).

Os componentes bióticos do ecossistema são constituídos pelos animais em pastoreio, plantas e microorganismos. Dos animais que utilizam a pastagem interessam-nos, sobretudo, aqueles que o homem utiliza para seu uso, como fornecedores de alimentos ou trabalho, ou seja, na sua maioria, ruminantes. Contudo, coabitam com eles muitos outros animais, igualmente herbívoros ou omnívoros, selvagens, ruminantes ou não (gamo, javali, coelho, etc.), e que com eles competem para o alimento, e ainda insectos herbívoros que, por vezes, atingem proporções de praga, consumindo pastagem a um ritmo raramente atingido por bovinos ou ovinos (WILLIAMS, 1981).

Os animais afectam a pastagem através do desfolhamento, retorno de nutrientes e através do pisoteio. A pastagem actua sobre os animais, pela disponibilidade de alimento, do padrão sazonal de produção e pela sua própria qualidade.

Os componentes bióticos, por sua vez, interactuam com os componentes abióticos, principalmente com o solo e o clima. O solo afecta grandemente a composição e a quantidade de pastagem existente. A extração de nutrientes e água pelas plantas e o retorno do produto da decomposição de plantas afectam as condições do solo. Os animais têm uma acção considerável sobre o solo, através do pisoteio e deposição de fezes e urinas (WILKINS e GARNOOD, 1986). Existem poucos efeitos directos do solo sobre os animais, embora a ingestão de solo possa causar o desgaste dos dentes e outros problemas de saúde (SNAYDON, 1981).

Condições climatéricas, como a temperatura, a chuva e a radiação recebida, afectam grandemente o crescimento e a composição da pastagem. Numa menor extensão, a pastagem pode afectar aspectos do micro-clima, como a temperatura e a intensidade da luz, ao nível das plantas. A temperatura, humidade, velocidade do vento e duração do dia podem afectar directamente os animais, mas o efeito dos animais sobre estes factores é normalmente pequeno. O clima tem uma acção grande sobre o desenvolvimento do solo, havendo uma relação entre o clima e os tipos de solo (SNAYDON, 1981).

Indicámos sumariamente algumas das interacções entre dois componentes do ecossistema pastagem que podem influenciar, em maior ou menor grau, a produtividade do sistema, existindo, além destas, muitas outras relações entre três ou mais componentes. Aspectos particulares das relações entre plantas e animais serão considerados mais adiante.

Os ecossistemas podem ser descritos através do fluxo de energia, que passa através deles e da eficiência de conversão da energia, nas diversas etapas, ou através da quantificação dos ciclos de nutrientes, água e carbono. Estes métodos de descrição de ecossistemas podem ser aplicados à pastagem e animais nela alimentados. Contudo, poucas informações e ajuda fornecem, na previsão do resultado de manipulações do ecossistema (SNAYDON, 1981).

A necessidade de aumentar a produção animal a partir da pastagem, em resposta a uma procura crescente de produtos de origem animal, na maior parte dos países, excepto na Europa e América do Norte (HUMPHREYS, 1989), leva à procura de técnicas ou sistemas de pastoreio que maximizem a produtividade do ecossistema. Para que se possam obter melhores resultados das diversas alterações possíveis, como o aumento do encabeçamento, introdução de novas espécies vegetais, adubações, irrigação, sistemas de pastoreio, etc., é necessário que a natureza das relações entre os componentes do sistema possa ser descrita e quantificada, de modo a que os principais factores de controlo possam ser isolados e os

seus efeitos determinados (SNAYDON, 1981). O estudo das relações simples entre componentes só é possível porque, felizmente, nem todos os componentes de um ecossistema se relacionam fortemente com todos os outros (WALKER e NOYMEIR, 1982).

1.2 GÊNESE E DISTRIBUIÇÃO DAS PASTAGENS

A área do mundo ocupada por pastagem permanente representa mais do dobro da área arável, destinada às culturas arvenses (FAO, 1988). As proporções variam de continente para continente. Só na Europa, as terras de lavradio suplantam a área utilizada em pastagem permanente. Desta área, só uma pequena parte representa a vegetação original dessa região, sendo a grande maioria das zonas de pastagem originadas por modificação da vegetação existente. Na maior parte das zonas, hoje ocupadas por pastagens, a vegetação climax era constituída por matos ou florestas (KLAPP, 1987), só existindo pastagens naturais naquelas áreas em que havia limitações ao desenvolvimento da floresta, como precipitação insuficiente, condições do solo (solos muito salgados, sujeitos a alagamentos frequentes) e temperaturas muito baixas, podendo considerar-se como pastagens naturais, a savana, pradaria, pampa, estepe ou tundra (SNAYDON, 1981).

Nas outras zonas, a existência de pastagens, deve-se sobretudo à acção do homén. Daí que, segundo MANNETJE (1978), elas devam ser designadas por pastagens induzidas,

em que foi utilizado principalmente o fogo, para destruir a floresta ou matos pré-existentes (BUTING e REGO, 1988; SNAYDON, 1981). A manutenção destas pastagens está dependente do pastoreio, queima, lavoura intermitente e ressementeira, uso de herbicidas, etc.. Caso contrário, a a flora arbustiva e arbórea tende a aumentar progressivamente, regenerando-se pouco a pouco a vegetação inicial, ou seja, a floresta (HOLMES, 1982; KLAPP, 1977). As plantas pratenses estão bem adaptadas ao pastoreio e ao fogo, recuperando rapidamente (SNAYDON,1981).

As pastagens cultivadas ou induzidas são instáveis. Qualquer pequena mudança pode provocar grandes e rápidas mudanças na sua composição botânica (HUMPHREYS, 1989).

As pastagens naturais ou semi-naturais têm normalmente baixas produtividades, devido aos factores que também limitaram o desenvolvimento das florestas, como sejam, a seca em determinadas alturas do ano, ou em alguns anos, baixas temperaturas, solos delgados, etc.. Estas áreas são marginais para a utilização agrícola embora, em algumas zonas, por necessidades de alimentos para o homem, ou por outras razões sociais ou económicas, as culturas arvenses tenham substituído pastagens naturais ou semi-naturais. Na década de 1976-86, a área de pastagem permanente diminuiu em cerca de 0,7 Mha/ano (FAO, 1988).

As pastagens induzidas pelo homem ocupam normalmente

terras de melhor qualidade e são frequentemente mais produtivas. Localizam-se em áreas não propícias à agricultura, como regiões muito húmidas para a cultura de cereais, declivosas, etc.. Há contudo, outras razões de ordem social, histórica, económica ou política para a sua localização. Segundo HOLMES (1982), a aplicação da "Ley farming" na Grã-Bretanha foi responsável pelo aumento das áreas de pastagem semeada, com diminuição das áreas destinadas à cultura de lavradio e da pastagem permanente, pondo alguns autores (KLAPP, 1977; VOISIN, 1980) em dúvida a vantagem do reviramento do solo das pastagens permanentes e da subsequente superioridade dos "Leys".

Em algumas zonas do mundo, como no Alentejo, as pastagens fazem parte de sistemas de agricultura, sendo utilizadas em sistemas de rotação. Estes sistemas contribuem para manter a fertilidade do solo, controlar pragas dos cereais e criar uma diversidade cultural, que ajuda a estabilizar o fornecimento de alimentos para as populações, os rendimentos dos agricultores e a mão-de-obra (SNAYDON, 1981).

Pode concluir-se que a distribuição mundial das pastagens naturais foi determinada por condições ecológicas, enquanto que a distribuição das pastagens induzidas ou semeadas pelo homem é determinada por factores económicos e sociais, embora não estejam de todo ausentes factores ecológicos (SNAYDON, 1981).

1.3 TIPOS DE PASTAGENS

Pastagens naturais ou induzidas não são o único critério de classificação de pastagens, existindo um grande número de tipos e uma grande diversidade de comunidades de plantas para cada um deles. Diferenças no ambiente, como as causadas pelo clima, topografia, geologia ou solo e interferências como o pastoreio, rega, fertilizantes e a introdução de espécies de plantas resultam em diferentes vegetações (TOTHILL, 1978) identificáveis e repetíveis. É reconhecido que estas comunidades se sucedem imperceptivelmente uma à outra, formando um contínuo (SNAYDON, 1981).

Pelo que acima se disse, é difícil continuar a falar de pastagem, em termos demasiadamente gerais. Uma das maneiras de classificá-las baseia-se no clima, visto que as regiões climáticas mundiais, tipos de solos e tipos de vegetação correlacionam-se estreitamente (SNAYDON, 1981). A classificação baseia-se na temperatura (tropical, subtropical, temperado e sub-ártico), na disponibilidade de água (chuvoso, húmido, semi-árido e árido) e na estação das chuvas (Verão, Inverno ou sem estação marcada).

Nas zonas tropicais, podemos distinguir dois sub-climas: tropical húmido, com chuvas durante todo o ano, mas com maior intensidade durante o Verão e tropical seco, com uma estação seca no Inverno e chuvas na estação mais quente.

No primeiro caso predomina a floresta equatorial, surgindo a pastagem, apenas, nas clareiras abertas, sobretudo, com a utilização do fogo. Na zona tropical seca, a par da floresta, surge uma área de pastagem natural, mais ou menos arborizada, a savana.

Em anos recentes, a pressão de uma população em crescimento, tem conduzido a uma procura constante de novas áreas, quer para a instalação de pastagens, quer para a produção agrícola. Estas novas áreas têm sido obtidas à custa da destruição da floresta que deixa os solos, já de si pobres e muito frágeis, à mercê das precipitações e temperaturas muito elevadas. Estas provocam a lavagem dos solos e a destruição da matéria orgânica, privando-os de parte do húmus, nitratos e bases (LEBEAU, 1986). Este facto é agravado pelos sobre-encabeçamentos, frequentemente utilizados, que tendem a minar ainda mais a fertilidade do solo, e que tem conduzido, em pouco tempo, à sua ruína, abandono da área e instalação numa nova área arrancada à floresta. Segundo PRESTON e LENG (1987) não têm sido feitos esforços para manter ou aumentar a produtividade dos pastos, nomeadamente melhorando o sistema tradicional de transumância, mais adaptado aos ecotipos destas regiões.

Nas zonas tropicais húmidas, a produção de pastagem é praticamente contínua, embora mais intensa no Verão, enquanto que nas zonas mais secas, a produção, durante o Inverno, é limitada pela falta de precipitação. Predominam

as gramíneas perenes de alto porte, na sua maior parte espontâneas. O crescimento das pastagens é rápido durante o período das chuvas, mantendo-se jovens e verdes, com elevados teores em azoto e glúcidos solúveis, apenas por curtos períodos. O valor nutritivo desce rapidamente com a maturidade e, durante a estação seca, o alimento disponível é de baixa digestibilidade e com baixo teor em azoto total (PRESTON e LENG, 1987). O valor nutritivo e produtivo destas pastagens é, normalmente, inferior ao de pastagens de zonas temperadas, apresentando valores em glúcidos solúveis e azoto inferiores e em constituintes da parede celular e lenhina superiores (MINSON, 1981). Segundo VAN SOEST (1982) a média das digestibilidades de forragens tropicais é de cerca de 15 unidades percentuais mais baixas do que a média das digestibilidades das forragens de zonas temperadas.

A baixa qualidade das pastagens produzidas em zonas tropicais e sub-tropicais pode ser parcialmente contornada por uma complementação específica, que forneça os nutrientes chave para uma melhor utilização das grandes quantidades de acetato produzidas no retículo-rúmen. A diminuição do potencial calorigénico do acetato e a sua utilização para fins produtivos, pode ser conseguida com o fornecimento de proteína "by-pass", que permita ao animal dispôr de maiores quantidades de ácidos aminados glucoformadores, assim como de uma fonte de azoto solúvel, que contribua para um melhor crescimento da população bacteriana (PORTUGAL, 1991; PRESTON e LENG, 1987). Hoje em dia, defende-se, também, para estas

zonas, uma maior utilização de arbustivas e árvores, em associação com a pastagem, que funcionariam como uma reserva de proteína para os períodos de maior carência. Elas são capazes de fornecer uma biomassa verde com elevada digestibilidade e com teores em proteína também elevados, que não diminuem com a maturidade das árvores (PRESTON e LENG, 1987; HUMPHREYS, 1989). Teriam, ainda, a vantagem de reduzirem a erosão e melhorar a estrutura e fertilidade dos solos.

As zonas de savana segue-se uma zona sub-árida, podendo, inclusive, algumas das áreas de savana converterem-se em zonas áridas, por destruição do seu ecossistema. As zonas áridas e semi-áridas ocupam 43% da superfície da Terra e caracterizam-se por terem chuvas insuficientes, que não suportam, com segurança, culturas arvenses. As pastagens são dominadas por arbustivas dispersas de baixo porte (>2 m de altura) e gramíneas perenes que são substituídas por gramíneas anuais ou efêmeras em zonas de maior aridez (HARRINGTON, 1981). A maior parte das gramíneas são muito lenhificadas, com poucas folhas e de baixa palatibilidade (SHAFIE, 1988). A flora arbustiva, ainda mais do que nas zonas tropicais, é extremamente importante como elemento estabilizador, quer das condições ambientais, quer como reserva de alimentos (HARRINGTON, 1981).

Nas zonas áridas e semi áridas, a produção animal baseia-se na utilização de pequenos ruminantes, ovinos e

caprinos, que estão bem adaptados às condições ambientais. A capacidade de carga animal é muito baixa, suportando mal o pastoreio por bovinos (ABOU AKKADA, 1988; GALL, 1988).

A seca é um fenômeno corrente destas zonas. Durante estes períodos há uma tendência para a utilização excessiva das zonas de pastagem, de que resulta a remoção das gramíneas perenes, o aumento da utilização dos arbustos e a morte dos mais palatáveis. Com o aparecimento das chuvas verifica-se um aumento do escoamento superficial das águas e da erosão do solo que contribuem para o aumento da aridez (HARRINGTON, 1981). O pastoreio em excesso também se tem verificado por aumento da pressão demográfica nestas regiões, com o correspondente aumento das necessidades de produtos de origem animal. GALL (1988) refere ter encontrado zonas onde a carga animal por hectare era dez vezes superior à capacidade da pastagem. Por outro lado, a diminuição do nomadismo e da transumância fez aumentar a pressão do pastoreio nas zonas envolventes das aldeias, agravando a degradação das pastagens e a susceptibilidade das populações à seca.

As zonas árticas e sub-árticas ocupam cerca de 17% da superfície da Terra. Apesar disso, nas pastagens destas zonas a produção animal é baixa e contribui muito pouco para a obtenção de produtos de origem animal. Nestas zonas do globo, são muito utilizados animais semi-domésticos, como as renas, ou selvagens, como o boi almiscarado, bisonte e alce,

sendo a produção de renas a principal forma de produção animal (HUDSON e BUNNELL, 1981).

Avegetação da tundra é de baixa estatura, pouco diversificada e constituída, essencialmente, por líquens e gramíneas. A produção é limitada pelas baixas temperaturas inverniais e por uma estação de crescimento curta, embora as taxas de crescimentodiárias sejam elevadas, devido aos longos períodos de luz solar (HUDSON e BUNNELL, 1981). As plantas acumulam reservas de glúcidos solúveis na base dos caules, o que lhes fornece resistência ao frio e lhes confere uma boa digestibilidade. Na transição da tundra para a taiga, existem zonas de floresta aberta, com um bom tapete de líquens, que também crescem nas árvores e que constituem a principal fonte alimentar dos alces, durante o Inverno. Durante esta estação, os arbustos também constituem uma importante fonte de alimento.

As zonas temperadas húmidas, onde se conjugam, durante o Verão, temperaturas elevadas, uma elevada precipitação e dias longos, são, das umas das melhores zonas do globo para a produção de pastagem, onde se conseguem produções elevadas de energia e proteína por hectare que permitem elevadas cargas animais.

Na Europa, a maior concentração de pastagens encontra-se nas zonas de maior precipitação, ocupando uma relativamente alta proporção da área agrícola útil,

chegando, na Irlanda, a ocupar 90% das terras. Estas pastagens são utilizadas, sobretudo por bovinos que constituem a principal componente da população de ruminantes (LEE, 1982). A produção é limitada pelas baixas temperaturas de Inverno (SNAYDON, 1981). Na Alemanha, a maior parte das pastagens estão cobertas pela neve durante largos períodos (KLAPP, 1977), o que não permite o crescimento da erva e o pastoreio, obrigando à estabulação dos animais e à sua alimentação com forragens conservadas. Em regiões de clima mais ameno, como na Irlanda e Nova Zelândia, o crescimento da erva dá-se ao longo de todo o ano, embora reduzindo-se significativamente durante o Inverno. Predominam as espécies perenes, geralmente muito palatáveis, como o *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Trifolium repens*, e *Trifolium pratense* (SNAYDON, 1981) que crescem idealmente entre 12 °C e 25 °C, diminuindo muito a produção fora destes limites (ULYATT, 1981).

As pastagens permanentes predominam nas zonas montanhosas e nas zonas mais chuvosas que não são favoráveis à produção de cereais. Nas zonas de maior produção de cereais, aumenta a percentagem de prados temporários, com duração de 1 a 4 anos, que fazem parte dos sistemas de rotação (GREEN, 1982). As pastagens desta região foram, quase na sua totalidade, induzidas pelo homem, excepto algumas zonas de pradaria nos E.U.A., havendo necessidade de alguns cuidados de manejo, de modo a evitar o retorno à floresta (KLAPP, 1977).

Nas zonas continentais quentes, o crescimento da pastagem também é limitado pelas baixas temperaturas inverniais, registrando-se a produção principal na Primavera-Verão. Em relação às zonas temperadas húmidas, as chuvas ocorrem em menor quantidade, com maior irregularidade e com temperaturas mais elevadas (SNAYDON, 1981). A produção depende muito das chuvas, conseguindo-se, com irrigação, atingir valores bastante elevados (12 a 15 t de MS/ha/ano), ficando-se pelos 1600 kg de MS/ha/ano nas zonas de estepe (LEE, 1982).

As pastagens raramente são semeadas, existindo uma grande diversidade de espécies vegetais, sobretudo gramíneas perenes. Na Ucrânia e E.U.A., grandes áreas de pastagens naturais das planícies, conhecidas por estepes ou pradarias, foram utilizadas para a produção de cereais, em monocultura e em grandes extensões contínuas, degradando-se rapidamente pela acção erosiva do vento e da chuva (LEBEAU, 1986). Estas terras, em breve, foram abandonadas, cobrindo-se, de novo, de erva e retomando muito lentamente a vegetação original, que nas planícies norte-americanas era constituída fundamentalmente por *Buchloe dactyloides* (buffalo grass). Embora esta gramínea estivesse muito bem adaptada às condições locais, foram necessários entre 25 a 50 anos para que retomasse o seu lugar na vegetação natural (VOISIN, 1980). O retorno à pastagem natural permitiu recuperar grandes áreas de terra, diminuindo a aridez crescente e evitando o avanço das áreas semi-desérticas com as quais as

zonas temperadas continentais muitas vezes contactam.

No quadro 1.1 são apontados valores de produção anual de MS das pastagens, nas principais zonas climáticas do mundo. Nele pode observar-se como a produção aumenta com o aumento da temperatura e da precipitação.

QUADRO 1.1 Estimativa da produção anual de MS (t/ha \pm 50%) das pastagens das principais zonas climáticas do Mundo (adaptado de SNAYDON, 1981).

Temperatura	Disponibilidade de água			
	Muito Húmido	Húmido	Semi-Arido	Arido
Sub-Artico	4	8	-	-
Temperado	25	15	9	4
Sub-Tropical	120	40	10	4
Tropical	150	70	12	4

Em síntese: o clima tem um grande efeito sobre a produção total de erva, sobre a sazonalidade da produção e sobre a qualidade da erva. Alguns ecossistemas são muito sensíveis a modificações, como o sobre-encabeçamento, que podem acabar por provocar a sua destruição, por vezes irreversível, com o conseqüente aumento da aridez. A associação da flora arbórea e arbustiva com as pastagens é, cada vez mais, considerada como muito útil, quer para a proteção do solo e da sua fertilidade, quer como elemento estabilizador do fornecimento de alimentos aos animais, principalmente em zonas sujeitas a secas periódicas.

1.3.1 PASTAGENS DE ZONAS MEDITERRÂNICAS

O grande traço em comum entre cinco áreas do mundo, tão dispersas e afastadas umas das outras, como a bacia mediterrânica, Califórnia, Chile, África do Sul, e sudoeste e sul da Austrália é o clima mediterrânico (DI CASTRIS, 1981). Este clima caracteriza-se por Verões quentes e secos e Invernos suaves e húmidos, durante os quais pode ocorrer 85% da precipitação anual (PURSER, 1981). Estas características do clima influenciam grandemente a produção vegetal, que se situa principalmente na Primavera e Inverno (SNAYDON, 1981; PURSER, 1981; LEBEAU, 1986).

Existem, dentro do clima mediterrânico, diferenças evidentes, dependentes dos máximos e mínimos térmicos, da quantidade de precipitação e da sua distribuição ao longo das estações (NAHAL, 1981), do período seco durante o Verão, etc. Estes factores são responsáveis pela existência de sub-regiões climáticas, que podem ir do húmido, com precipitações médias anuais superiores a 1000 mm, ao árido, com precipitações inferiores a 200 mm (PURSER, 1981), correspondendo, normalmente, a cada sub-clima, uma vegetação própria (NAHAL, 1981).

Segundo ROSSELLÓ (1984) as precipitações podem classificar-se como escassas, desiguais e inoportunas, e irregulares. Escassas, considerando que a quantidade total recolhida é francamente insuficiente em relação às temperaturas. Desiguais e inoportunas quanto à sua estrutura e distribuição ao longo do ano, predominando os chuviscos e aguaceiros sobre as chuvas e

concentrando-se nos meses de Inverno, a contra-vapor dos óptimos térmicos. Irregulares, por haver anos de características sub-oceânicas ao lado de outros, classificados de desérticos.

1.3.1.1 PASTAGENS NATURAIS E SUA MELHORIA

O clima mediterrânico e os solos, normalmente medíocres, são responsáveis por rendimentos fracos da pastagem (LEBEAU, 1986) e condicionam fortemente, não só a sua disponibilidade, mas também a evolução da sua composição botânica e do seu valor nutritivo, ao longo do ano. As pastagens são constituídas por uma multitude de espécies, principalmente anuais (OLEA *et al.*, 1989) de crescimento invernal, que terminam o seu ciclo vegetativo antes do período de seca. As plantas perenes estão virtualmente ausentes ou desempenham um papel insignificante (ROSSITER, 1966; SNAYDON, 1981; LEBEAU, 1986).

A flora mediterrânica é duma riqueza extraordinária: mais de 100 espécies florestais e mais de 500 espécies forrageiras (VILLAX, 1963; TALAMUCCI E CHAULET, 1989). Muitas destas espécies são pouco conhecidas, do ponto de vista das suas potencialidades agronómicas (LE HOUÉROU, 1981). Tal diversidade deve-se, segundo BIDDISCOMBE (1987), à adaptação das pastagens a uma grande flutuação das condições climatéricas ao longo e entre anos. Esta diversidade confere às pastagens uma grande elasticidade, que lhes permite recuperar e persistir de uma forma notável, após grandes períodos de seca ou após operações culturais muito comuns na zona, como o fogo ou mobilização para

eliminação de matos e arbustivas.

O fogo, que foi auxiliar importantíssimo no desbravar da floresta original (BUNTING E REGO, 1988), ainda hoje se utiliza para limpeza e regeneração da pastagem. Esta prática afecta a vegetação na sua estrutura, composição e produtividade, aumentando o número de espécies, sobretudo as herbáceas anuais (LE HOUÉROU, 1981). Porém, esta prática, quando utilizada com muita frequência, conduz ao empobrecimento do solo em nutrientes, aumento da erosão e diminuição da infiltração de água no solo, contribuindo para um aumento da aridez.

Numa zona em que a produção de cereais é a cultura mais comum, as áreas de pastagem confinam-se às terras menos produtivas para as culturas de lavradio, que foram abandonadas, ou áreas desflorestadas, utilizadas como pastagens permanentes (CRESCO, 1980; LE HOUÉROU, 1981). Outras áreas disponíveis para pastoreio são os campos de pousio, durante um ou mais anos, entre a cultura de cereais, e que, não sendo trabalhados, produzem uma pastagem normalmente pobre em ervas de boa qualidade. A recuperação da vegetação espontânea de melhor qualidade só se dá quando o pousio se prolonga por vários anos.

Na zona mediterrânica, desenvolveram-se sistemas de produção com uma capacidade de adaptação e uma estratégia de utilização do território muito flexível (TALAMUCCI e CHAULET, 1989). Alguns destes sistemas utilizaram a árvore, omnipresente em todas as áreas mediterrânicas não degradadas (LE BEAU, 1986),

instalando-se sistemas agro-silvo-pastoris (TALAMUCCI e CHAULET, 1989), onde se incluem o Montado e a "Dehesa" espanhola, nos quais o solo pode ser utilizado em culturas de lavradio ou em pastagens.

O Montado é, na definição de LE HOUÉROU (1981), uma floresta de *Quercus suber* e/ou *Quercus ilex* com uma densidade entre 10 e 50 árvores/ha, onde o solo cultivado para cereais de tempos a tempos, é coberto por um tapete herbáceo de pastagem, utilizado sobretudo por ovinos e bovinos, explorados em sistemas extensivos (BELLIDO, 1989). Tradicionalmente, a bolota era utilizada na alimentação de porcos ibéricos, mas com o aparecimento da peste suína africana, o número destes diminuiu drasticamente, passando aquela a ser utilizada, predominantemente, pelos ruminantes. O arvoredado é pouco denso, nunca chegando a constituir um bosque (ROSSELLÓ, 1984). O mesmo género de ecossistema também se pode encontrar na Califórnia, Itália (Sardenha e Sicília), Marrocos, Tunísia, Argélia e Turquia, embora as áreas envolvidas sejam relativamente pequenas, nunca atingindo a expressão e importância que têm na península Ibérica (LE HOUÉROU, 1981). Nesta, os Montados ocupam mais de 6 milhões de ha, sendo cerca de 1 milhão em Portugal (BELLIDO, 1989; MALATO-BELIZ, 1989). É um sistema equilibrado, semi-natural e com uma erosão deminuta, que deveria ser conservado e estendido (LE HOUÉROU, 1981; ROSSELLÓ, 1984). A vegetação herbácea, que constitui a pastagem dos montados, corresponde a algumas fases ou etapas progressivas, entre a cultura cerealífera e formações arbustivas que constituem matos de diversos tipos (MALATO-

BELIZ, 1989).

Os pastos naturais caracterizam-se pela sua baixa produção, com produções escassas ou quase nulas no Outono e Inverno e com grandes diferenças entre anos (OLEA *et al.*, 1989), suportando baixos encabeçamentos, que oscilam entre 0,3 e 2 ovelhas/ha (CRESPO, 1980). A melhoria das pastagens tem sido tentada através, quer da fertilização e práticas de manejo mais correctas (CRESPO, 1986; OLEA *et al.*, 1989), quer da introdução de espécies ou variedades (ROSSITER, 1966; LE HOUÉROU, 1981; CRESPO, 1986; TALAMUCCI e CHAULET, 1989), que permitam aumentar a produção e melhorar a qualidade. Nos solos de menor potencial produtivo e sempre que, na flora, existam componentes de interesse pascícola, deverá tentar melhorar-se as pastagens através da fertilização (OLEA *et al.*, 1989). Em áreas de maior potencial produtivo, em que não exista uma flora adequada, é recomendada a introdução de espécies e a fertilização (CARTER, 1982; OLEA *et al.*, 1989). Tem sido defendido o estabelecimento e a manutenção de pastagens à base de leguminosas anuais, com capacidade de ressementeira natural, que permitem economizar energia, aumentar a fertilidade dos solos e produzir, tanto como as pastagens puras de gramíneas (CRESPO, 1980; TALAMUCCI e CHAULET, 1989).

Entre as leguminosas anuais, o trevo subterrâneo assume uma grande importância, não só devido à sua capacidade de produzir em solos ácidos, de fraco potencial produtivo, mas também pelas suas características de crescimento e produção de sementes duras e dormentes (ROSSITER, 1966; CRESPO, 1980;

alcalinos, é recomendada a utilização de medicagos anuais (ROSSITER, 1966), enquanto que em solos arenosos e muito ácidos, a serradela pode substituir, com vantagens, o trevo subterrâneo (ROSSITER, 1966; CRESPO, 1980; BOLLAND, 1985). Normalmente, associam-se gramíneas às leguminosas, defendendo alguns autores a introdução de espécies perenes com dormência durante o Verão, como a alpista, o azevém perene ou a festuca alta (ROSSITER, 1966; CRESPO, 1980; ROGER *et al.*, 1982). Segundo estes autores, estas espécies conseguiriam estender a estação de crescimento, tirando partido das chuvas tardias da Primavera. Onde não é possível a introdução de gramíneas perenes, deverão utilizar-se espécies anuais, como o azevém italiano (CRESPO, 1980).

Quer a fertilização das pastagens anuais, quer a introdução de espécies, tem resultado num aumento substancial da produção, com o conseqüente aumento das cargas animais (CRESPO, 1980; CASQUINHA *et al.*, 1986; BIDDISCOMBE, 1987; MASSON e GINTZBURGER, 1989; OLEA *et al.*, 1989). Todavia, têm surgido alguns problemas na persistência das pastagens melhoradas com o trevo subterrâneo (OLEA *et al.*, 1986), devido, ou à má adaptação das variedades utilizadas (CARRION *et al.*, 1981; CARTER, 1982), ou ao mau manejo dos prados (CARTER, 1982).

Associados à introdução de novas espécies, foram desenvolvidos alguns sistemas de agricultura, na Austrália e Califórnia, que posteriormente foram introduzidos na bacia mediterrânica. É o caso da combinação da produção de cereais e de ovinos, baseada no "ley-farming" e em que o trevo

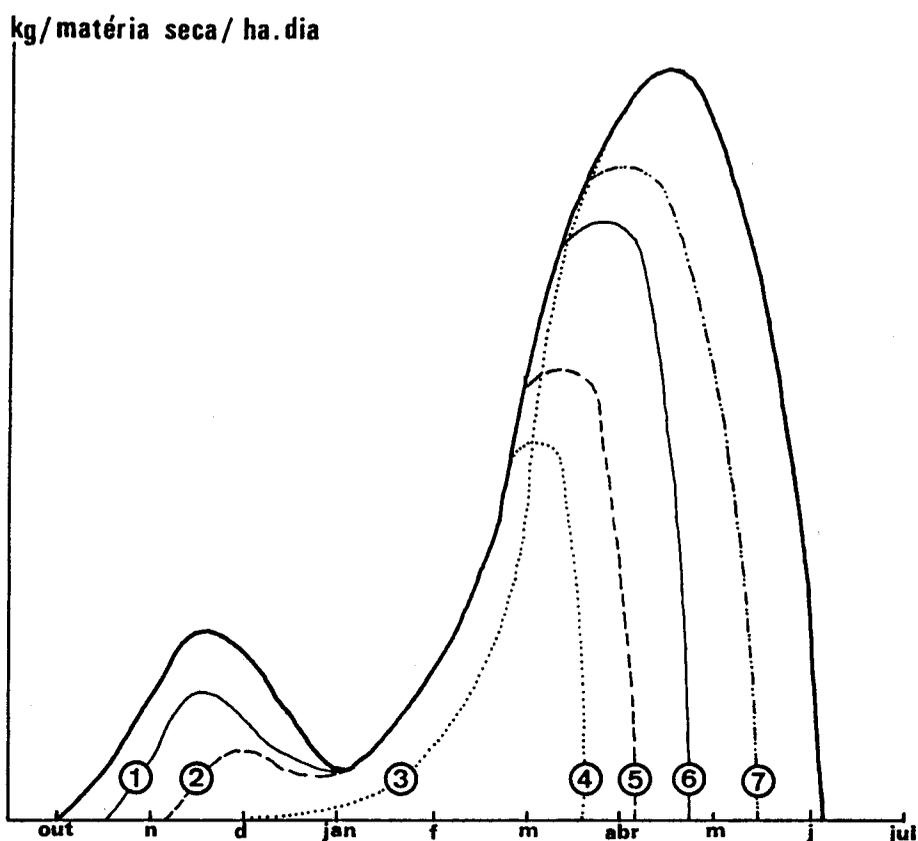
subterrâneo, alpista e medicagos anuais são introduzidos na rotação de cereais, em vez dos pousios tradicionais (LE HOUÉROU; 1981). O método californiano consiste em estabelecer a pastagem, por sementeira directa, sobre as cinzas da queima de matos e arbustos (BIDDISCOMBE, 1987).

1.3.1.2 SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO VEGETAL

A iniciação do ciclo vegetativo das plantas anuais dá-se a seguir às primeiras chuvas no Outono, sendo a disponibilidade da pastagem crescente (PURSER, 1981) até ao abaixamento da temperatura e o aparecimento das geadas de Inverno. Estas podem limitar grandemente as taxas de crescimento da erva e reduzir a produção total de pastagem (OLEA *et al.*, 1989). O efeito inibidor das baixas temperaturas faz-se sentir mais acentuadamente sobre as espécies mediterrânicas de melhor qualidade: azevém anual, trevo subterrâneo e medicagos (BIDDISCOMBE, 1987). Só no início da Primavera recomeça o crescimento, coincidindo a disponibilidade de água com temperaturas adequadas para o crescimento das plantas (ROSSELLÓ, 1984), que chega a atingir taxas de 120 kg/ha/dia (BIDDISCOMBE *et al.*, 1989). A quantidade de pastagem aumenta rapidamente, atingindo o máximo, à maturidade (PURSER, 1981). A secagem é abrupta, logo a seguir à paragem das chuvas, no início do Verão (PURSER; 1981; ROSSELLÓ, 1984). A partir desta altura, até ao Outono seguinte, as quantidades de pastagem disponíveis descem constantemente (ROSSITER, 1966). A distribuição da produção da erva ao longo do período de crescimento é muito



irregular, com 15-35% da produção anual obtida entre o início das chuvas até Fevereiro e 65-85%, de Março até ao fim da estação de crescimento (CRESPO, 1980). Este padrão de produção está bem exemplificado na fig. 1.1, em que também se apresentam curvas de crescimento diário da pastagem, em diferentes condições de pluviosidade, no Outono e Primavera.



OUTONO		PRIMAVERA	
Bom	1	Boa	7
Médio	2	Média	6
Mau	3	Curta	5
		Má	4

FIGURA 1.2 Crescimento diário da pastagem em diferentes tipos de Outonos e Primaveras (adaptado de LOSADA e MACIAS, 1989).

A produção primária das comunidades de plantas mediterrânicas é determinada pelo período durante o qual a

quantidade de água disponível é adequada ao crescimento das plantas (BIDDISCOMBE, 1987). PITT e HEADY (1978) mostraram que a produção no fim da época de crescimento (Junho no hemisfério norte) correlacionava-se significativamente com a precipitação no Outono anterior (Setembro a Novembro) e com o número de dias com temperaturas inferiores a 0 °C, no início do crescimento (Outubro).

A produção de leguminosas é mais dependente da precipitação anual, enquanto que a produção de gramíneas é mais dependente das chuvas precoces no Outono (BIDDISCOMBE, 1987).

1.3.1.3 PRODUÇÃO ANIMAL EM ZONAS MEDITERRÂNICAS

Nas zonas mediterrânicas, as pastagens são utilizadas, na sua grande maioria, por ovinos e caprinos, animais mais bem adaptados a períodos de grande carência alimentar e que conseguem fazer o aproveitamento de plantas arbustivas e matos, muito comuns e que ocupam cerca de 1/3 da área mediterrânica (LE HOUÉROU, 1981).

O desaparecimento da transumância e o despovoamento rural, nos países europeus da orla mediterrânica, tem levado ao abandono das pastagens de montanha, com a conseqüente invasão por matos e arbustivas e, mais tarde, árvores, tendendo a evolução natural da vegetação mediterrânica para a floresta (GODRON et al., 1981). Estas áreas abandonadas tornam-se muito vulneráveis ao fogo, que destrói, todos os anos, milhares de

hectares.

No Norte de Africa e Médio Oriente, há um sobre-encabeçamento generalizado (LE HOUEROU, 1981) que, associado ao crescimento demográfico e ao abandono do nomadismo, tem provocado a destruição completa das áreas de pastagem, sem qualquer hipótese de recuperação, contribuindo para a desertificação crescente desta área (TALAMUCCI e CHAULET, 1989).

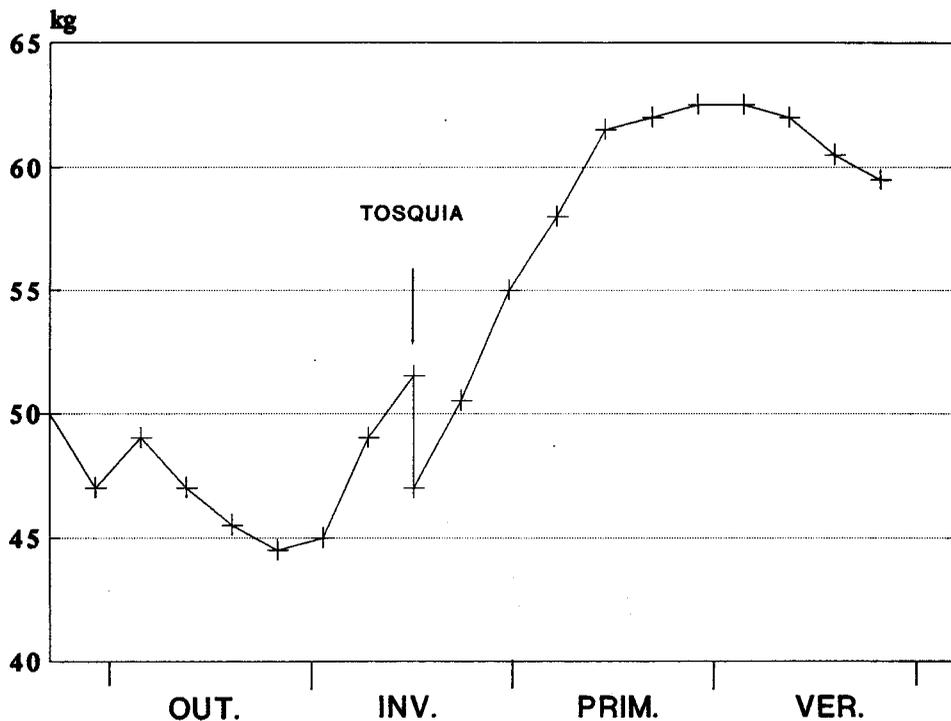


FIGURA 1.2 Evolução do peso vivo de ovinos, ao longo do ano, em pastagens anuais (adaptado de LLOYD DAVIES e GREENWOOD, 1972).

A produtividade animal segue de perto o padrão de crescimento da erva, como se pode observar pela fig. 1.1, na qual está representada uma curva típica do peso vivo de ovinos castrados. Esta curva é semelhante a outras apresentadas na

literatura, como por exemplo por ANDERSON *et al.* (1982) e CRESPO e ANTUNES (1978), sendo a primeira referente a ovinos castrados e a segunda a ovelhas. Ambos os autores apresentam curvas para vários encabeçamentos, nas quais se verifica que o padrão de variação de peso é muito idêntico, independentemente dos encabeçamentos, embora se verifiquem grandes diferenças nas taxas diárias de aumento e perda de peso vivo, entre tratamentos. Nas curvas de peso vivo de ovelhas, há que considerar uma quebra brusca, devido à parição, qualquer que seja a época do ano, e que não se correlaciona com a disponibilidade de pastagem.

A observação das diversas curvas permite verificar um aumento gradual do peso vivo durante o Inverno, que pode iniciar-se no Outono, se as chuvas forem precoces e abundantes, a que se segue um rápido aumento de peso durante a Primavera. Com o início do Verão e a abrupta secagem da pastagem, a taxa de aumento de peso vivo desce rapidamente, podendo os animais passarem, em 2 a 3 semanas, a perder peso lentamente, o que continuará a acontecer ao longo de todo o Verão com tendência a agravar-se no fim deste e no Outono, com a exaustão do pasto seco. Quer os aumentos, quer as perdas de peso vivo são normalmente mais acentuadas em ovelhas do que em carneiros castrados. Com base nestas modificações, PURSER (1981) define quatro situações alimentares prevalentes em pastagens mediterrânicas:

INVERNO - pastagem verde, qualidade elevada, quantidade

limitante

PRIMAVERA- pastagem verde, qualidade elevada, quantidade
não limitante

VERAO - pastagem seca, qualidade baixa, quantidade não
limitante

OUTONO - pastagem seca, qualidade baixa, quantidade
limitante

As relações entre a quantidade de pastagem em oferta, ingestão e produção animal são complexas (ROSSITER, 1966), variando, p. ex., com as espécies vegetais, como indicam SMITH *et al.* (1972) e LLOYD DAVIES e GREENWOOD (1972), que observaram que a quantidade de MS de erva disponível necessária para a manutenção do peso vivo (peso de pastagem crítico) era menor em pastagens com predominância de gramíneas (entre 110 e 454 kg de MS/ha), do que naquelas dominadas por trevo subterrâneo (504 a 555 kg de MS/ha). Segundo SMITH *et al.* (1972), existia também uma relação inversa entre o peso de pastagem crítico e a altura da erva, mostrando que as espécies com porte mais erecto eram mais facilmente consumidas pelos ovinos, do que as espécies de crescimento prostrado como o trevo subterrâneo, concluindo que a disponibilidade da pastagem para preensão era função, quer da quantidade, quer da altura da erva. Destas observações, conclui-se da importância da forma de crescimento das plantas pratenses, na produção animal, sobretudo no início da estação de crescimento da erva (SMITH *et al.*, 1972). Os animais colocados em pastagens com quantidades razoáveis de gramíneas, como o azevém (*Lolium rigidum*) ou como o *Bromus rigidum* começam a recuperar

peso mais cedo. Este último, além de apresentar uma elevada taxa de crescimento no Outono, é bem consumido pelos animais nesta altura do ano, embora seja normalmente considerado indesejável (ROSSITER, 1966).

Apesar das vantagens das gramíneas com porte erecto, no fim do Outono/princípio do Inverno, as pastagens dominadas pelo trevo subterrâneo permitem, na Primavera, ganhos médios diários superiores dos ovinos (SMITH *et al.*, 1972; LLOYD DAVIES e GREENWOOD, 1972).

No ambiente mediterrânico, o período do Verão-Outono é o mais crítico na alimentação dos animais em pastoreio, bem expresso pela perda de peso constante dos animais, com grandes mobilizações de reservas energéticas. Por vezes, este período corresponde a necessidades crescentes dos animais, como no caso de ovelhas cobertas em Abril-Maio, influenciando os seus índices reprodutivos, que demonstram, normalmente, valores de fertilidade, prolificidade e produtividade inferiores aos de ovelhas cobertas em Agosto-Setembro (CASQUINHA *et al.*, 1982). A alimentação no Verão está dependente da transferência da produção primaveril, não utilizada pelos animais, para esta época. À medida que a pastagem seca vai sendo consumida, a dieta dos animais vai-se modificando (ARNOLD *et al.*, 1966), aumentando a percentagem de vagens e sementes de leguminosas e caules secos (ROSSITER, 1952; KONING e CARTER, 1989). Na opinião de ROSSITER (1952), este aumento deve-se ao desenterramento das vagens de trevo subterrâneo, pelos ovinos, quando a pastagem escasseia.

KONING e CARTER (1989) observaram que, no início do Verão, a ingestão de vagens foi baixa, devido à abundância de folhas secas e infestantes verdes, que eram preferidas pelos ovinos, causando uma ligeira subida na percentagem de vagens na MS disponível. Mais tarde, os ovinos selecionavam-nas, fazendo que a sua percentagem diminuísse para menos de metade. Tem sido defendido que as sementes e as vagens de leguminosas constituem uma reserva de alimentos, de grande valor no Verão (MORLEY, 1961), o que, na opinião de ROSSITER (1966) e PURSER (1981), está por provar, pesem embora as elevadas ingestões voluntárias observadas. Segundo WILSON e HINDLEY (1968), que referem ingestões de 400 a 650 g/dia, as vagens de leguminosas podem ser importantes como suplemento proteico, pois o seu valor energético é muito baixo devido à baixa digestibilidade (46,3%).

Durante o Verão, a perda de pastagem por outras formas, que não o pastoreio, pode assumir proporções elevadas (ROSSITER, 1966). O pisoteio, a fragmentação do material vegetal completamente seco e a chuva, que arrasta os nutrientes e acentua a decomposição da pastagem, provocando uma diminuição da digestibilidade (ARNOLD, 1962), podem provocar perdas equivalentes a 50% do total de pastagem consumida ao longo de todo o ano (ROSSITER, 1966).

A preferência animal por determinadas espécies e variedades das pastagens anuais tem sido referida por vários autores (ARNOLD *et al.*, 1966; BROOM e ARNOLD, 1986; COLEBROOK *et al.*,

1990). A importância desta preferência na produção animal não é clara, sendo mais importante na determinação da manutenção de espécies ou variedades vegetais na pastagem ou no favorecimento da dominância por uma espécie não consumida (ROSSITER, 1966). Muitas vezes, plantas que são rejeitadas numa altura do ano, são preferencialmente consumidas noutra altura, como acontece, p. ex., com o trevo subterrâneo, que é rejeitado a favor das gramíneas no Inverno e início da Primavera (ARNOLD *et al.*, 1966; CURTIS *et al.*, 1989), mas que é consumido facilmente no fim da Primavera e Verão (ARNOLD *et al.*, 1966). Por outro lado, as preferências demonstradas pelos animais, sob condições de livre escolha, não estão correlacionadas com a ingestão, quando a escolha não é possível (ROSSITER, 1966), como demonstram os resultados de FELS *et al.* (1959) em que a ingestão, no Inverno-Primavera, de uma pastagem dominada por trevo subterrâneo foi semelhante à de uma pastagem dominada por gramíneas. Segundo ROSSITER (1966), quase todas as espécies dominantes das pastagens mediterrânicas têm sido referidas como possuindo propriedades indesejáveis, embora em diferentes graus, incluindo os medicagos e o trevo subterrâneo. No entanto, espécies indesejáveis numa altura do ano, como por exemplo o *Hordeum leporinum* e o *Bromus rigidus*, apresentam algumas vantagens noutra altura, como a de possuírem uma elevada taxa de crescimento no Outono. Por estes motivos, a utilização de qualificativos como espécies desejáveis, indesejáveis ou infestantes deverá ser feita com cautela, não devendo, de preferência, ser aplicada para espécies anuais (ROSSITER, 1966).

Outros problemas na utilização de pastagens

mediterrânicas têm sido referidos, como o baixo aumento de peso vivo de ovinos, pastando trevo subterrâneo no Inverno (PURSER, 1981), a grande ineficácia da utilização da energia durante o Inverno, ou a sua baixa ingestão na Primavera (BIDDISCOMBE *et al.*, 1980).

Em síntese: a produção animal, a partir de pastagens anuais, é limitada, umas vezes, pela quantidade de pastagem disponível (Outono e Inverno) e outras pelo seu valor nutritivo (Verão). Os animais estão sujeitos a uma alimentação descontínua e têm de funcionar como um harmónio, armazenando energia, nas épocas de abundância alimentar, que será utilizada nos períodos de escassez. O Montado surge como um ecossistema equilibrado que fornece um suplemento alimentar (a bolota) numa altura de escassez de erva. O aumento da eficácia dos sistemas de produção animal extensivos passa, ainda, pelo enquadramento das necessidades dos animais com a estacionalidade da produção de erva e por tornar a biomassa disponível utilizável, nos períodos em que ela apresenta um valor nutritivo mais baixo. O recurso a uma suplementação adequada que permita o aumento da celulólise e/ou do potencial glucogénico poderá melhorar muito a utilização do pasto seco. A este assunto voltaremos nos capítulos seguintes.

2 VALOR ALIMENTAR DA PASTAGEM

Parte da celulose e hemicelulose produzida em todo o mundo, pelas pastagens, só pode ser eficientemente utilizada pelos herbívoros que, através do desenvolvimento de relações simbióticas com uma população bacteriana anaeróbica no tubo digestivo, conseguiram ultrapassar a ausência de celulases animais. No entanto, apenas algumas espécies de herbívoros são utilizadas comercialmente pelo homem: predominantemente ruminantes, como os bovinos, ovinos e caprinos.

Para todas estas espécies animais, o valor alimentar (V.A) da pastagem, definido por ULYATT (1981), como a resposta produtiva dos animais ao total de pastagem consumida, pode ser muito variável. É determinado pelas propriedades físicas e químicas da pastagem, que influenciam, quer a quantidade de pastagem consumida, quer os nutrientes, que se tornam disponíveis para o metabolismo dos ruminantes em pastoreio (BEEVER e SIDONS, 1986). Depende ainda do tipo de animal, seu comportamento e necessidades e interações entre o animal e a pastagem (ULYATT, 1973; VAN SOEST, 1982). Mais explicitamente, OSBOURN (1981) afirma que " o valor alimentar de uma forragem para a produção animal, é o produto da concentração em nutrientes contidos na forragem (valor nutritivo) e a quantidade de forragem que o animal consome (ingestão voluntária)".

O valor nutritivo (V.N), mais do que a simples concentração em nutrientes, como considerado por MUNRO e WALTERS (1985), deverá ser entendido como a resposta do animal, por unidade de ingestão (ULYATT, 1973). É costume tomar-se o valor energético, ou a digestibilidade da matéria orgânica (DMO) como sinónimo de V.N, quer por facilidade de determinação quer porque o principal factor limitante à produção animal é o valor energético das pastagens, o qual determina a maior parte, se não todas, as necessidades em outros nutrientes (CORBETT, 1978; ABREU, 1984).

A ingestão voluntária da pastagem é definida como a quantidade consumida durante um certo período de tempo (normalmente 24h) quando a erva é oferecida *ad libitum* (ULYATT, 1973). Para OSBOURN (1980), a ingestão voluntária deverá pesar o mesmo que o V.N, na determinação do valor alimentar de uma pastagem.

2.1 VALOR NUTRITIVO

O V.N depende da proporção de nutrientes digeridos e da eficiência com que eles são absorvidos e utilizados nos tecidos animais (ULYATT, 1981). Pode ser expresso com diversos graus de precisão, desde a produção animal/unidade de ingestão, digestibilidade da matéria seca ou orgânica, até à relação entre a energia retida e a energia metabolizável consumida (CORBETT, 1978; ULYATT, 1981). Deve ser salientado que o V.N de um alimento não é um valor fixo, mas antes um

valor dinâmico, que depende da interacção animal/alimento (VAZ PORTUGAL e RIBEIRO, 1991).

2.1.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os constituintes das plantas podem ser empiricamente divididos em dois grandes grupos químicos: o conteúdo celular (CC) e os constituintes da parede celular (CPC) (OSBOURN, 1980). Esta divisão pode ser realizada sujeitando o alimento a uma extracção com uma solução detergente em meio neutro (NDS) (VAN SOEST, 1982), sendo o CC dissolvido, restando os CPC.

No CC estão incluídos todos os componentes do citoplasma e o núcleo, contendo a maior parte da proteína, peptídeos, ácidos aminados, ácidos nucleicos e lípidos. Nesta fracção, também estão incluídos os minerais, ácidos orgânicos, glúcidos solúveis, amido e pectinas. Estas últimas embora façam parte da parede celular, não se encontram ligados covalentemente aos outros componentes, sendo solubilizados pelo NDS (VAN SOEST, 1982).

Embora as substâncias incluídas no CC apresentem grandes dissemelhanças químicas, são nutricionalmente homogêneas, pois são totalmente digeríveis pelos enzimas do sistema digestivo dos animais (OSBOURN, 1980), dependendo a sua utilização da competição entre as taxas de digestão e de passagem (VAN SOEST, 1982).

A composição química das pastagens mediterrânicas, especialmente a sua ligação com as modificações sazonais, está bem documentada na bibliografia. Os valores encontrados referem-se, na maior parte dos casos, a análises de espécies individuais ou de consociações de duas espécies, sendo mais raro encontrar valores para pastagens polifíticas. A maior parte dos valores foi obtida a partir de amostras cortadas da pastagem ou de talhões experimentais, não existindo, muitas vezes, qualquer relação com a qualidade da dieta ingerida pelos animais (ARNOLD, 1962), o que pode originar erros na determinação do valor nutritivo da pastagem.

2.1.1.1 PROTEÍNA BRUTA

A fracção de proteína bruta (PB), ou seja, o azoto (N) total da pastagem x 6.25, consiste em proteínas e azoto não proteico (NNP) e a razão N proteico:NNP varia com as espécies vegetais, estado de maturação e condições de crescimento das plantas. O NNP, que pode representar entre 15% e 50% do N total, é principalmente constituído por ácidos aminados e ácidos nucleicos, podendo encontrar-se, igualmente, nitratos e amónia. A maior parte do NNP é solúvel em água e, provavelmente, é rapidamente fermentado no rúmen (BEEVER e SIDDONS, 1986).

A proteína da forragem pode ser classificada em 3 grupos principais: a Fracção 1 e a Fracção 2 das proteínas das folhas e a proteína das membranas dos cloroplastos,

núcleo e mitocôndrias (MANGAN, 1982).

A Fracção 1 é constituída quase exclusivamente pela ribulose-1,5-difosfato carboxilase, uma proteína solúvel que constitui o primeiro enzima no ciclo de fotossíntese de Calvin. Representa cerca de 32%-39% das proteínas foliares da luzerna e fornece a maior parte da proteína ingerida pelos herbívoros. Esta proteína é rápidamente degradada no rúmen (MANGAN, 1982; BEEVER e SIDONS, 1986).

A Fracção 2 representa cerca de 25% das proteínas foliares e é uma mistura complexa de proteínas derivadas dos cloroplastos e do citoplasma. Quantitativamente, contribuem pouco para o total de proteína ingerida, enquanto que, qualitativamente, são importantes, visto que alguns componentes desta fracção contribuem para a proteína, que escapa á degradação ruminal, por terem uma baixa taxa de proteólise (MANGAN, 1982).

As proteínas das membranas dos cloroplastos, núcleo e mitocôndreas são insolúveis em água e constituem cerca de 40% da proteína dos cloroplastos. O comportamento destas proteínas no rúmen não foi estudado mas é de esperar que escapem, em quantidades apreciáveis, à degradação ruminal (MAGAN, 1982; BEEVER e SIDONS, 1986).

A quantidade de PB nas pastagens decresce com a maturidade das plantas, quer porque ela diminui nas diferentes

partes das plantas, quer porque a relação folhas:caules se altera, diminuindo com a maturação. MINSON (1981) atribui um valor médio de 15%-18% de PB para as leguminosas, quer de zonas temperadas, quer de zonas tropicais, o que é consideravelmente mais elevado do que o valor de PB atribuído às gramíneas (6-9%). Segundo o mesmo autor, as gramíneas de zonas tropicais contêm, geralmente, menos PB do que as de zonas temperadas.

O teor em N, quer das gramíneas, quer das leguminosas, quer dos pastos mistos, produzidos em ambiente mediterrânico, evolui ao longo do ano, de acordo com o estado fenológico das plantas. Durante toda a fase vegetativa, os teores são muito elevados, situando-se entre 4 e 5% de N, não se verificando grandes diferenças, nesta fase de desenvolvimento, entre gramíneas e leguminosas (SMITH *et al.*, 1972). Contudo, WALSH e BIRREL (1987) observaram valores significativamente mais elevados em *Phalaris aquatica* e *Lolium perene* (respectivamente 4,5% e 4,8%), do que no trevo subterrâneo (3,7 a 4,2% N), enquanto que ARNOLD *et al.* (1966) verificaram que o N das dietas ingeridas por ovinos era superior nas pastagens à base de trevo subterrâneo e luzerna, intermédio nas gramíneas e consistentemente mais baixo nas pastagens naturais. Estes valores mais baixos nas pastagens naturais têm sido observados por outros autores (ESPEJO DIAZ *et al.*, 1989; OLEA *et al.*, 1989), enquanto que ALMEIDA (1988) não encontrou diferenças significativas entre pastagens semeadas

e naturais nos 72 e 106 dias após a germinação, só se tornando significativas na Primavera.

Na Primavera, quando as plantas iniciam a fase de reprodução, a percentagem de N começa a decrescer até ao fim da fase de crescimento das plantas (BIDDISCOMBE *et al.*, 1980), podendo diminuir a uma taxa diária de 0,03% de N (ARNOLD *et al.*, 1966) e passando dos $\pm 5\%$ iniciais para valores entre 2-2,8%, em pastagens à base de trevo subterrâneo. Nesta fase, a diferença entre gramíneas e leguminosas aumenta, devido a um declínio mais acentuado do N nas gramíneas (WALSH e BIRREL, 1987), diferença que se acentua, à medida que as plantas se aproximam da maturação (ARNOLD *et al.*, 1966; LLOYD DAVIES e GREENWOOD, 1972; RIDLEY *et al.*, 1986). EGAN e DOYLE (1982) e DOYLE *et al.* (1984) referem valores para o *Lolium rigidum* em plena floração de apenas 0,77% de N, enquanto que LLOYD DAVIES e GREENWOOD (1972) apontam valores de 0,95 para o *Bromus mollis*. As pastagens de consociação apresentam valores intermédios entre os apontados para as leguminosas e para as gramíneas, sendo o seu valor tanto mais elevado, quanto maior for a percentagem de leguminosas. Alguns autores têm referido que o valor de N de gramíneas é superior, quando cultivadas juntamente com leguminosas (ROSSITER, 1966; ESPEJO DIAZ *et al.*, 1989).

Durante a frutificação, o teor em N pode subir ligeiramente (HARDWICK, 1954), para depois voltar a descer, embora a uma taxa mais baixa, até a pastagem secar por

completo. Durante o Verão, a pastagem vai perdendo N, quer pelo pastoreio selectivo, quer devido à perda das fracções mais ricas em azoto, como as folhas, que são as mais sensíveis ao efeito do pisoteio e do vento, atingindo as pastagens de trevo subterrâneo teores entre 1,7 e 2,2 no fim do Verão (ARNOLD *et al.*, 1966; ALLDEN e JENNINGS, 1969; ALLDEN e TUDOR, 1976; KENNY, 1984). Como já referimos anteriormente, nesta época os animais podem ingerir vagens e sementes de leguminosas, que contêm quantidades razoáveis de N situadas entre 3 e 3,4% (WILSON e HINDLEY, 1968; BIDDISCOMBE *et al.*, 1980).

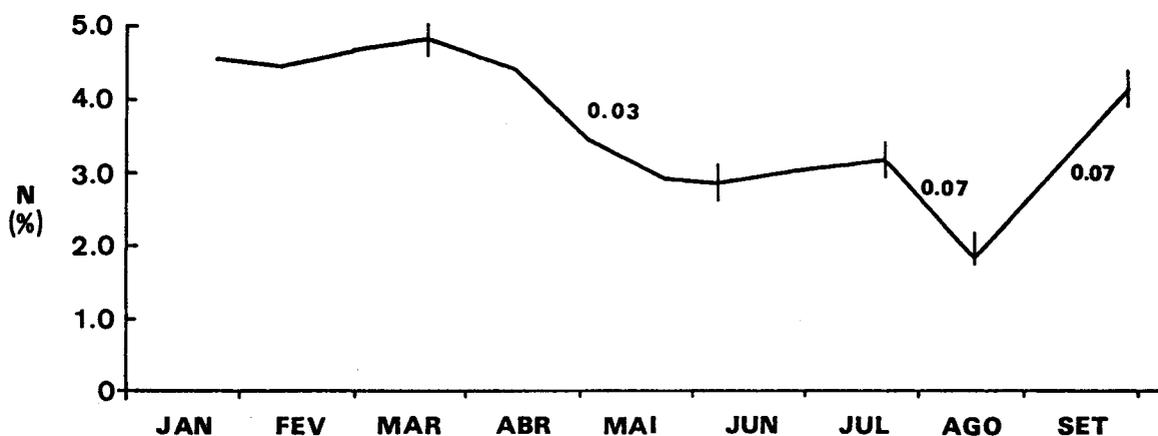


FIGURA 2.1 Variações sazonais do N numa pastagem de alpista-gramíneas anuais-trevo subterrâneo (adaptado de ARNOLD *et al.*, 1966).

As variações na concentração de N, ao longo do ano, estão bem patentes no gráfico da fig. 2.1. Pelos teores de N referidos, parece ser pouco provável que ele seja *per se* um factor limitante da produção, mesmo durante o Verão, desde que a pastagem contenha pequenas quantidades de leguminosas (ALLDEN e JENNING, 1969). OLEA *et al.* (1989) referem um

valor de PB mínimo necessário de 8%, valor este largamente ultrapassado, na maior parte dos valores referidos na bibliografia para pastagens à base de trevo subterrâneo e consociações de gramíneas-leguminosas, o que é confirmado pela ausência de resposta de novilhos à suplementação azotada de pastagens de azevém-trevo subterrâneo, durante o Verão (ALLDEN e TUDOR, 1976).

2.1.1.2 GLÚCIDOS SOLÚVEIS

Os glúcidos solúveis em água existentes nas plantas pratenses encontram-se, essencialmente, no citoplasma e são constituídos por glucose, fructose, sacarose e frutanas (OSBOURN; 1980). A sacarose aparece em quantidades razoáveis e é o principal veículo de transporte de energia no interior da planta, sendo, por vezes, utilizada também como reserva energética. Muitas plantas convertem-na em outras formas de armazenamento de energia. As gramíneas de zonas temperadas armazenam frutanas nas folhas e nos caules e amido nas sementes (VAN SOEST, 1982). O azevém italiano contém uma percentagem de frutanas superior à das outras gramíneas, que persiste com a maturação e à qual se atribui a superioridade do seu V.N (OSBOURN, 1980).

O amido, que, não sendo solúvel em água, é um polisacárido não estrutural, é a única forma de reserva energética das gramíneas tropicais (VAN SOEST; 1982), sendo normalmente uma componente menor da dieta dos animais em

pastoreio (CORBETT, 1978).

O teor em glúcidos aumenta com elevadas intensidades luminosas e baixas temperaturas, enquanto que temperaturas elevadas, céu encoberto e humidade favorecem o aumento do metabolismo e o decréscimo do teor de açúcares (VAN SOEST, 1982).

O nível de glúcidos solúveis no trevo subterrâneo tende a ser elevado no Outono, baixando no Inverno, para vir a atingir os valores mais elevados na Primavera e voltar a descer no Verão (HARDWICK, 1954; WALSH e BIRREL, 1978). ARNOLD *et al.* (1966) descrevem o mesmo padrão para uma pastagem de alpista-trevo subterrâneo, que alcançou um máximo de 12% no Outono e um mínimo de 4%, no Verão. O teor em glúcidos solúveis do trevo subterrâneo foi sempre inferior ao das gramíneas, até ao fim da Primavera, e ao do azevém perene, durante todo o ano (WALSH e BIRREL, 1987). Valores acima de 5-6% de glúcidos solúveis favorecem um aumento da taxa de ingestão (BIRREL, 1989) de ovinos em pastoreio, situando-se os teores de gramíneas, praticamente todo o ano acima destes valores, enquanto que o trevo subterrâneo só os atinge na Primavera e início do Verão, podendo residir nesta diferença um dos factores que induzem os animais em pastoreio a preferirem as gramíneas, em desfavor do trevo subterrâneo, durante o Outono-Inverno.

2.1.1.3 CONSTITUINTES DA PAREDE CELULAR

Os constituintes da parede celular não solubilizados pela NDS (NDF), são constituídos pelos polissacáridos estruturais celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), lenhina e outros fenóis e proteína ligada à fibra (elastina). Este conjunto de substâncias tem uma disponibilidade variável, podendo a celulose e hemicelulose serem degradadas pelos microorganismos da flora simbiótica localizada no retículo-rúmen e cecum dos ruminantes e herbívoros (VAN SOEST, 1982).

A parede celular das plantas é de grande importância na qualidade da pastagem (AKIN, 1986), destacando-se, entre os seus componentes, a celulose, que pode representar entre 20%-40% da MS. Toda a celulose estrutural está associada, em maior ou menor grau, com a lenhina, hemicelulose, cutina e minerais, na parede celular (VAN SOEST, 1982), mas não há evidências de que esteja ligada covalentemente com eles (AKIN, 1986; HATFIELD, 1989). As moléculas longas e lineares de celulose podem agregar-se, através de pontes de hidrogénio, em fortes fibrilhas, formando agregados cristalinos (HATFIELD, 1989).

A hemicelulose é a substância mais complexa da planta, sendo uma mistura de polissacáridos. A maior parte encontra-se covalentemente ligada à lenhina, formando o material de incrustação do espessamento da parede secundária das plantas (VAN SOEST, 1982).

A fracção péctica é constituída por uma variedade de

polissacáridos, ricos em ácido galactorónico, que se encontram nas lamelas intermédias da parede celular (VAN SOEST, 1982). Encontram-se em fracas quantidades nas gramíneas ($\pm 1\%$), sendo muito mais abundantes nas plantas dicotiledóneas, onde podem representar 20%-30% da parede celular (HATFIELD, 1989).

A lenhina, mais do que uma substância química, é uma entidade nutricional, definida como o conjunto de substâncias da parede celular das plantas, que não são polissacáridos e que resistem à digestão (VAN SOEST, 1982). Surge na parede da célula vegetal durante a formação e espessamento da parede secundária (JUNG, 1989) e, segundo o mesmo autor, existe em maior concentração nas leguminosas do que nas gramíneas, assim como a sua concentração é mais elevada nos caules do que nas folhas. A concentração e ligação com açúcares e polissacáridos, principalmente com a hemicelulose, aumenta com a maturação das plantas, e com o aumento da temperatura ambiente, nas gramíneas C_3 (JUNG, 1989).

A organização das paredes celulares é um factor de extrema importância na digestão da fibra, pelos ruminantes e é responsável pelas diferenças observadas na sua degradação (HOOVER, 1986). As interacções existentes na matriz, entre a celulose cristalina e diversos polisacáridos, através de pontes de hidrogénio, podem, na opinião de HATFIELD (1989), limitar o acesso das bactérias e enzimas às moléculas

individuais de celulose. A localização da lenhina e de compostos fenólicos na periferia da parede celular das plantas, parece constituir um factor limitante, muito importante, da degradação microbiana, formando como que uma carapaça que dificulta a aderência microbiana e o seu ataque às estruturas internas (CHESSON, 1986; JUNG, 1989). Este efeito é tanto mais grave, quanto maior for o grau de ligação covalente entre a lenhina e a hemicelulose. Segundo Akin (1989) a anatomia da planta influencia a degradação da forragem pelos microorganismos do retículo-rúmen. Os tecidos mais lenhificados, como os tecidos vasculares e esclerenquimatoso, parecem ser totalmente resistentes à degradação e à colonização pelos microorganismos, em contraste com as paredes mais digestíveis do parênquima e do mesófilo, que são facilmente colonizáveis.

No trevo subterrâneo, o aumento no teor em CPC, que se observa com o avanço da maturação, não se dá por igual, em todas as fracções, pois a concentração de lenhina aumenta antes e relativamente muito mais do que a concentração de celulose (HARDWICK, 1954a,b). Segundo a mesma autora, num espaço de 15 dias, a seguir à floração, a concentração de lenhina aumentou cerca de 82% (de 2,8% para 5,1%), enquanto que a celulose aumentou apenas 9% (de 21% para 23%) tendo RIDLEY *et al.* (1986) observado sensivelmente as mesmas diferenças em cortes mais espaçados. Vários autores verificaram esta subida brusca dos componentes da parede celular, nesta fase de desenvolvimento vegetativo (WESTON e

HOGAN, 1971; HUME e PURSER, 1975), embora, pelos resultados de HUME e PURSER (1975), não se confirme a diferença entre o aumento da lenhina e da celulose, o que pode ser devido à utilização de métodos laboratoriais diferentes, ou ao facto de as amostras não corresponderem exactamente à mesma fase vegetativa, pois, enquanto HARDWICK (1954) indica valores de lenhina de 2,8%, HUME e PURSER indicam 4,8% para os cortes antes da fase de dessecação. Depois desta fase de aumento brusco dos constituintes da parede celular, as modificações na composição química são comparativamente menores, embora subindo sempre até à maturação. Os valores mínimos apontados para o trevo subterrâneo na fase vegetativa são de 24,3%, 18,8% e 2,8% respectivamente para o NDF, ADF e lenhina (GRAHAM, 1969), enquanto que os valores máximos para as mesmas fracções são de 64%, 53% e 9%, na plena maturação (McLAREN e DOYLE, 1988).

Para fases vegetativas semelhantes, o nível de NDF das gramíneas foi sempre superior (12 a 20%) ao do trevo subterrâneo (WALSH e BIRREL, 1987), o mesmo sucedendo para o ADF (RIDLEY *et al.*, 1986) e para a celulose (FREER e JONES, 1984), enquanto que o teor em lenhina é normalmente mais baixo no *Bromus mollis*, do que no trevo subterrâneo (RIDLEY *et al.*, 1986). Os elevados níveis de NDF das gramíneas, antes da floração, estão associados a elevados valores de digestibilidade da MS, sugerindo que, nesta fase, os carboidratos estruturais são muito digestíveis (WALSH e BIRREL, 1987), enquanto que o aumento brusco que se dá

durante a floração, quer nas gramíneas quer nas leguminosas, tem grandes reflexos na digestibilidade e ingestão voluntária da pastagem (FREER e JONES, 1984; RIDLEY et al., 1986).

A composição química das pastagens pode ainda ser influenciada pelo manejo da pastagem ou corte, o qual, sendo muito frequente, pode permitir a manutenção, por longo tempo, de uma cultura essencialmente constituída por folhas. Caso contrário, pode permitir a maturação das plantas com a obtenção de uma pastagem em que predominam os caules, perdendo-se muito do V.N potencial. Na opinião de OSBOURN (1980), as variações induzidas pelo manejo, solo e clima são várias vezes superiores às variações entre variedades e espécies de plantas pratenses.

Concluindo, dada a variabilidade de factores que podem influenciar a composição da pastagem, é possível ela apresentar, num extremo, o valor energético e proteico de um concentrado e no outro extremo, aproximar-se do da serradura (CORBETT, 1978).

2.1.2 DIGESTÃO E DIGESTIBILIDADE

Após termos abordado, genericamente, a composição química das pastagens, como passo importante para o estabelecimento do seu V.N, há agora necessidade de considerar os processos de digestão, as perdas que ocorrem e

os produtos finais resultantes, que irão ser absorvidos pelos animais.

A digestão dos ruminantes é um processo dinâmico, que envolve a entrada do alimento no retículo-rúmen, a sua fermentação pelos microorganismos aí residentes, e a saída de líquido, material microbiano e resíduos do alimento não digeridos através do omaso, para o intestino. Em locais sucessivos (abomaso e intestino delgado), dá-se a digestão enzimática, com base nos enzimas do animal e, de novo, no cecum e cólon, ocorre uma fermentação microbiana do material mais resistente que escapou à digestão nos segmentos anteriores (ULYATT, 1973; VAN SOEST, 1982).

O alimento tragado pelo animal é mastigado e ensalivado, dependendo o tempo de mastigação e o grau de ensalivação das propriedades físicas e químicas do alimento, sendo a mastigação mais demorada e a ensalivação mais abundante, quando a pastagem se encontra seca e é rica em fibra. Durante esta mastigação inicial, liberta-se a maior parte do conteúdo celular de dietas de pastagens verdes ($\pm 35\%$ da M.S), enquanto que, nas dietas secas, a solubilização que ocorre representa apenas 20%-30% da M.S (ULYATT *et al.*, 1986). Segundo os mesmos autores, a mastigação inicial é fundamental para a redução das longas partículas da forragem a um tamanho tal, que possam ser incorporadas num bolo alimentar, assim como para expor as estruturas internas das plantas, de forma a poderem ser efectivamente invadidas

pelas bactérias e fungos ruminais. A ausência de mastigação inicial do alimento resulta na redução das taxas de digestão da MS, fibra e PB, observando-se um tempo de latência muito superior, que se deve, na opinião de ULYATT *et al.*(1986), às dificuldades dos microorganismos penetrarem na epiderme intacta das plantas.

Os glúcidos solúveis, o amido e as pectinas são rapidamente fermentados pelas bactérias (CZERKAWSKI, 1986). A sua digestão é praticamente completa (ULYATT e MacRAE, 1974), não estando dependente do ataque e destruição da parede celular para a sua utilização (VAN SOEST, 1982; AKIN, 1986), excepto para uma pequena fracção de amido de reserva, que se acumula nos cloroplastos, entre os feixes da bainha das plantas C₄, e que só é utilizável após a degradação da parede celular (AKIN, 1986).

2.1.2.1 DEGRADAÇÃO RUMINAL DOS COMPOSTOS AZOTADOS

A variação na extensão da degradação da proteína no rúmen tem sido atribuída à produção de enzimas proteolíticos pelos microorganismos ruminais e a características físicas e químicas da proteína alimentar. A solubilidade da proteína é um factor determinante da sua degradação, sendo utilizada para estimar a degradabilidade da proteína pelos microorganismos ruminais (COTTA e HESPELL, 1986). Apesar de ser muito utilizada como sinónimo de degradabilidade, a solubilidade não é suficiente para explicar as diferenças encontradas na

taxa e extensão da degradação de diferentes proteínas solúveis. Outros factores poderão ter um papel importante na determinação da degradação no retículo-rúmen, apontando-se algumas características estruturais, nomeadamente os aminoácidos terminais ou as pontes disulfureto, como responsáveis por algumas das diferenças encontradas (COTTA e HESPELL, 1986). O tempo de retenção no retículo-rúmen, o grau de contacto das partículas alimentares com a população microbiana e o nível e frequência da ingestão alimentar também influenciam a degradabilidade da proteína no retículo-rúmen (PORTUGAL, 1972).

Os péptidos, ácidos aminados e amónia, que resultam da fermentação da proteína, são utilizados pelos microorganismos, como fonte de azoto, para o seu crescimento, havendo espécies e estirpes de bactérias capazes de os utilizar directamente, enquanto que outras dependem do fornecimento de N amoniacal (COTTA e HESPELL, 1986).

A degradação dos compostos azotados no rúmen de forragens verdes depende do seu teor em N solúvel, podendo variar entre 82 e 97%, nas pastagens em que o seu teor é elevado e 72%, nas pastagens naturais em plena maturação (BEEVER e SIDONS, 1986). Em ruminantes consumindo grandes quantidades de pastagem verde, rica em proteína solúvel, a extensão e a rapidez da degradação microbiana da proteína, em ácidos aminados e destes em amónia, excede grandemente a capacidade dos microorganismos utilizarem, na totalidade, estes subs-

tractos, para a síntese da sua própria proteína. Mesmo na presença de grandes quantidades de glúcidos solúveis, elevadas quantidades de amónia são absorvidas e eliminadas, sob a forma de ureia, na urina (HUME e PURSER, 1975; McRAE, 1976), originando quantidades de N proteico no duodeno, bastante inferiores às quantidades ingeridas. Nas dietas à base de trevo subterrâneo antes da floração, a quantidade de amónia no licor ruminal é elevada, indicando uma extensa digestão do N neste órgão, decrescendo bastante ao longo da maturação (WESTON e HOGAN, 1971; HUME e PURSER, 1975; DOYLE e McLAREN, 1988). Quantidades significativas de amónia abandonam o rúmen na digesta, sendo cerca do dobro nas forragens mais jovens, em relação às mais tardias (WESTON e HOGAN, 1971). Para BEEVER *et al.* (1986), a eficiência de utilização do N alimentar no rúmen, em animais alimentados com pastagem verde, está mais relacionada com o teor em N da dieta, do que com as espécies vegetais, sendo tanto mais elevada, quanto menor for o seu teor em N. HUME e PURSER (1975) já tinham observado o mesmo princípio em pastagens mediterrânicas. Apesar das perdas elevadas de N, o balanço azotado é muito positivo, não se tendo observado grandes diferenças entre leguminosas e gramíneas anuais (RIDLEY *et al.*, 1986). Embora a eficiência de utilização seja menor em dietas com maior quantidade de N solúvel, isto não quer dizer que o animal disponha de menos quantidade de ácidos aminados, para absorção, do que em dietas com maior eficiência de utilização.

Quando os ruminantes ingerem pastagens secas e fibrosas, pobres em N, os microorganismos não dispõem de quantidades de $\text{NH}_3\text{-N}$ suficiente para o seu crescimento, podendo não haver condições para uma digestão ótima da forragem, o que resulta em baixa digestibilidade e baixa ingestão alimentar (LENG, 1990). DOYLE e McLAREN (1988) referem o ganho de N no rúmen, com dietas à base de trevo subterrâneo, no início da floração e em plena maturação, enquanto que WESTON e HOGAN (1971) verificaram o mesmo, apenas na pastagem em plena maturação. SATTER e SLYTER (1974, cit. por LENG, 1990) indicam como concentração ruminal ótima de amônia, 50-80 mg/l, valor que, para aqueles autores, maximizaria o crescimento microbiano. Porém, LENG (1990), com base em ensaios realizados na Austrália, aponta para um valor de 200 mg/l, como o nível mínimo de amônia ruminal, que otimizaria a ingestão voluntária de forragens, enquanto que a digestibilidade seria otimizada com valores inferiores a 100 mg/l de $\text{NH}_3\text{-N}$.

Nem todos os compostos azotados da forragem são degradados no rúmen, pois, como foi dito em 2.1.1.1, parte da proteína da Fração 2 é pouco solúvel e possui uma taxa de proteólise muito baixa, podendo escapar do rúmen sem ser degradada (MAGAN, 1982), assim como a maior parte da proteína e N da parede celular.

2.1.2.2 DEGRADAÇÃO RUMINAL DOS CONSTITUINTES DA PAREDE CELULAR

A degradação, no rúmen, dos polissacáridos da parede celular das plantas é muito variável, oscilando entre 40% para a palha de cereais e 90% para plantas muito jovens (HATFIELD, 1989). No estado vegetativo, os constituintes da parede celular das gramíneas são mais digestíveis do que os dos trevos (84,6 *versus* 78,7) (WESTON e HOGAN, 1971), o que não é tão marcado em estados de maturação mais avançados (FREER e JONES, 1984; RIDLEY *et al.*, 1986).

O grau de disponibilidade da celulose e hemicelulose encontra-se bastante dependente do grau de complexação com a lenhina e da existência de ligações covalentes com a hemicelulose (VAN SOEST, 1982; AKIN, 1986). Embora se conheça de longa data a correlação negativa entre a digestibilidade da fibra e a concentração em lenhina, pouco se sabe sobre os mecanismos pelos quais ela causa uma redução da fermentação dos polissacáridos no rúmen (JUNG, 1989).

Outros compostos fenólicos, além da lenhina, como os ácidos paracumárico e ferúlico, limitam a disponibilidade dos polissacáridos estruturais à degradação microbiana. O ácido paracumárico é altamente tóxico para os microorganismos ruminais, inibindo a digestão da fibra, restando algumas dúvidas se, quando associados à hemicelulose, o efeito tóxico se continua a manifestar (AKIN, 1986). Segundo o mesmo autor, a aderência ou, pelo menos, a retenção das bactérias na parede celular, é fundamental para a degradação dos tecidos vegetais mais resistentes, podendo a lenhina

constituir um obstáculo físico a esta aderência e à penetração das bactérias nas camadas mais profundas da parede celular, onde se encontra a maior parte da celulose e hemicelulose.

A mastigação e a ruminação são fundamentais para facilitar a colonização das partículas alimentares, criando pontos de fractura na superfície da parede, por onde as bactérias se introduzem, iniciando o ataque às estruturas digeríveis (ULYATT *et al.*, 1986).

Os dados disponíveis indicam que a celulose das forragens seria totalmente disponível, embora a diferentes taxas, para os microorganismos ruminais (AKIN, 1986). Na opinião de HATFIELD (1989), a taxa de degradação seria influenciada pelo número de pontes de hidrogénio na celulose cristalina, enquanto que a lenhina teria maior influência na extensão da degradação da celulose.

A digestibilidade das hemiceluloses, tal como a da celulose, diminui com a maturação da planta, correlacionando-se ambas, estreitamente, com o teor em lenhina. Estudos realizados sobre a digestão da hemiceluloses ramificadas e lineares levaram a concluir que a resistência à degradação não era devida a diferenças estruturais, mas antes à protecção física da lenhina (AKIN, 1986). As ligações covalentes entre as hemiceluloses e a lenhina e a organização tridimensional da matriz da parede celular podem

ser um obstáculo à actuação das hemicelulases.

A digestibilidade da hemicelulose pode atingir valores de 90%, sendo o principal local de digestão o retículo-rúmen (ULYATT e MacRAE, 1974). Para pastagens em plena maturação, a disponibilidade da fibra é muito menor, como demonstrado por McLAREN e DOYLE (1988), que encontraram, para o trevo subterrâneo, digestibilidades do NDF e ADF de 62% e 58% respectivamente, em comparação com o trevo subterrâneo jovem, com valores de 75% e 67%, para os mesmos parâmetros. Aproximadamente 80% da digestão do NDF ocorreu no rúmen, enquanto que praticamente todo o ADF foi aí digerido.

2.1.2.3 CINÉTICA RUMINAL

O alimento ingerido desaparece do retículo-rúmen por duas vias, digestão e passagem para o compartimento posterior. Estes dois processos competem para o mesmo material e o grau em que o material potencialmente digestível escapa, por passagem, à fermentação, depende das taxas relativas de digestão (k_s) e passagem (k_p). A proporção de material potencialmente digestível que escapa à digestão é dado pela razão $k_p / (k_s + k_p)$ (VAN SOEST, 1982). Esta razão pode ser aplicada ao rúmen ou a todo o tracto digestivo, permitindo prever os efeitos sobre a digestibilidade do alimento ou das suas fracções, de modificações no alimento ou nas características ruminais.

As taxas de passagem e digestão determinam grandemente, não apenas a libertação, no espaço retículo-ruminal, de nutrientes para os microorganismos e hospedeiro, mas também a quantidade de forragem que pode ser consumida (FAICHNEY, 1986).

A taxa de digestão refere-se à quantidade de alimento que é digerida por unidade de tempo e depende, essencialmente, da dieta. Os componentes solúveis como os glúcidos, têm normalmente taxas de fermentação mais rápidas, enquanto que constituintes menos solúveis, como o amido ou a proteína coagulada, favorecem taxas de utilização mais lentas. Estas taxas de digestão situam-se entre 20-50%/h (VAN SOEST, 1982). O NDF é degradado a uma taxa bastante mais lenta, dependendo das espécies microbianas e sua actividade, taxa de aderência, área disponível nas partículas para aderência e taxa de hidrólise. As condições no rúmen (pH, osmolalidade) e o processamento dos alimentos, podem influenciar a taxa de digestão e alterar o local e a extensão da digestão (OWENS e GOETSCH, 1986).

A taxa de passagem no retículo-rúmen refere-se ao fluxo, a partir deste, de bactérias, de alguns resíduos do alimento potencialmente digeríveis e de fibra lenhificada (VAN SOEST, 1982). Aumentos da ingestão de alimento, assim como da proporção da fibra na dieta, provocam aumentos da taxa de passagem (FAICHNEY, 1986). Este facto é confirmado pelo aumento do fluxo da digesta do rúmen, provocado pelo

avanço da maturidade do trevo subterrâneo, o que não impediu que o volume do rúmen aumentasse com a acumulação de material indigestível, tendo-se observado também um aumento no tempo de retenção do Cr-EDTA no rúmen (WESTON e HOGAN, 1971). O tratamento da forragem, como a moenda e a granulação, parece fazer aumentar a taxa de passagem, embora nem todos os ensaios tenham conduzido a estes resultados (VAN SOEST, 1982; FAICHNEY; 1986), observando o primeiro autor que forragens moídas ou granuladas são consumidas em maior quantidade o que, por si só, pode ser responsável por algum aumento da passagem.

O tamanho da partícula alimentar, em si, tem um efeito próprio na remoção dos resíduos alimentares do rúmen, através do orifício retículo-omasal, passando mais rapidamente as partículas pequenas do que as grandes. Segundo FAICHNEY (1986), partículas que passem num crivo com diâmetro de malha < 1,18 mm e sejam retidas num crivo > 0,15 mm, têm uma elevada probabilidade de serem removidas do retículo-rúmen. Para AKIN (1986), as bactérias aderentes à parede celular desempenham um papel importante na redução do tamanho da partícula, enfraquecendo a estrutura da parede celular e tornando-a mais vulnerável à acção da ruminação e dos movimentos de contracção do rúmen.

2.1.2.4 DEGRADAÇÃO RUMINAL DA MATÉRIA ORGÂNICA E PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GORDOS VOLÁTEIS DE CADEIA CURTA

A proporção de M.O digestível que é, aparentemente, digerida no retículo-rúmen de ovinos, ingerindo dietas de gramíneas e leguminosas, tem um valor médio de 0,60, parecendo não ser afectado pelas espécies vegetais, ou nível alimentar (BEEVER e SIDDONS, 1986). Contudo, se este valor for corrigido para o fluxo de MO microbiana no duodeno (CAMMELL *et al.*, 1983), a proporção da MO digestível (MOD) ingerida e realmente fermentada no rúmen atinge valores de 0,94 e 0,85, para gramíneas e trevo, respectivamente. CORBETT e PICKERING (1983, citados por BEEVER e SIDDONS, 1986) encontraram valores semelhantes, 0,96, 0,98 e 0,96, respectivamente, para alpista, luzerna e trevo subterrâneo jovem. Em pastagens naturais, os valores encontrados foram 0,94 e 0,83, sendo o último respeitante a um corte tardio da pastagem. Estes valores demonstram que, em forragens e pastagens, a quantidade de MOD fermentada no rúmen é muito elevada.

Os ácidos gordos voláteis (AGV), produzidos durante a fermentação das dietas no rúmen, representam a principal fonte energética para o animal, contribuindo com mais de 50% da energia digestível, em animais em pastoreio (LENG, 1973).

BEEVER e SIDDONS (1986) referem que uma proporção significativamente elevada de MO realmente digerida no rúmen, de animais alimentados com forragens frescas, é incorporada na biomassa microbiana, podendo ser responsável por aproximadamente 30% da energia digestível (LENG, 1973).

Existem poucos dados sobre a produção de AGV em animais

em pastoreio, predominando dados para forragens frescas ou congeladas, fornecidas aos animais estabulados. A quantidade dos AGV no licor ruminal foi superior nas forragens menos maduras, tendo-se observado apenas pequenas variações entre dietas na proporção dos AGV individuais (WESTON e HOGAN, 1971). Segundo os mesmos autores, a taxa de produção foi cerca de 50% superior nas forragens mais precoces, embora, quando expressa por 100g de MO ingerida, a quantidade produzida nas dietas à base de trevo subterrâneo era semelhante, independentemente do estado de maturação. O acetato é sempre produzido em maior quantidade, não variando muito com as espécies vegetais e estação do ano (BEEVER *et al.*, 1986) oscilando entre 62% e 71% do total de AGV produzidos (LENG, 1973).

A produção de ácido propiónico decresce com o avanço da maturação e é normalmente inferior nas dietas à base de trevo do que nas de gramíneas, enquanto que o butirato demonstra um comportamento inverso (BEEVER *et al.*, 1986). O propionato é sempre produzido em quantidades superiores ao butirato, oscilando entre 17% e 23%, enquanto que o butirato varia entre 9% e 12% (LENG, 1973).

Em dietas com um elevado teor em proteína, a sua degradação pode contribuir, com uma proporção significativa, para a produção de AGV (LENG, 1973).

2.1.2.5 EFICIENCIA ENERGÉTICA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL

O processo de degradação fermentativo é relativamente ineficiente, perdendo-se cerca de 25% da MO digerida no rúmen, como metano, amónia e calor da fermentação (ULYATT, 1973), sendo esta uma desvantagem do tipo de digestão dos ruminantes. O calor de fermentação provem dos processos anabólicos dos microorganismos consumidores de ATP, da ineficiência da transferência da energia química do substracto fermentado para o ATP e do calor libertado, quando os próprios microorganismos são destruídos no rúmen (LENG, 1973).

A taxa de crescimento e a actividade metabólica dos microorganismos ruminais são factores importantes no fornecimento de energia e proteína ao hospedeiro, assim como na eficiência de utilização da energia e da proteína para fins produtivos (ERFLE *et al.*, 1986). Como principal fonte energética, os microorganismos ruminais utilizam o ATP produzido durante a conversão do alimento em AGV, enquanto que os compostos intermédios são utilizados no crescimento celular (PRESTON e LENG, 1987).

A eficiência do crescimento microbiano é expressa em termos de Y_{ATP} , que é definido como o peso (g) de MS de células microbianas sintetizadas por mole de ATP disponível (ERFLE *et al.*, 1986), sendo negativamente correlacionado com a produção de AGV (VAN SOEST, 1982). Os principais factores que a influenciam são: a disponibilidade e/ou concentração no fluido ruminal de precursores; as necessidades de manutenção dos microorganismos; a taxa de fermentação e de passagem ou de diluição; a destruição de bactérias pelos protozoários predadores.

A medida que o Y_{ATP} aumenta, a produção de metano e calor de fermentação diminui, aumentando a relação proteína:energia (P/E), ou seja, a proteína disponível para a digestão no intestino relativamente à energia absorvida como AGV (PRESTON e LENG, 1987). Quanto maior for a taxa de crescimento, maior será a actividade metabólica e a eficiência da conversão dos constituintes da dieta em biomassa microbiana (ERFLE *et al.*, 1986). No entanto, os valores de Y_{ATP} calculados teoricamente são 2 a 3 vezes superiores aos observados em ensaios experimentais, atribuindo-se grande parte desta diferença às necessidades de manutenção dos microorganismos e também às necessidades de biossíntese de precursores das macromoléculas (ERFLE *et al.*, 1986). Existe ainda uma relação positiva entre o crescimento microbiano e a quantidade de proteína na dieta, verificando-se que maiores quantidades de proteína verdadeira no rúmen permitiram à população microbiana expressar, em maior proporção, o seu potencial de crescimento (BEEVER e SIDONS, 1986; PRESTON e LENG, 1987).

A eficiência da síntese microbiana, em dietas de forragens verdes, parece ser elevada, quando relacionada, quer com a MO digerida no rúmen, quer com a produção de AGV (BEEVER e SIDONS, 1986), reduzindo-se, à medida que a pastagem entra em plena maturação.

2.1.2.6 DIGESTÃO E ABSORÇÃO PÓS-RUMINAL

A MO que flui do rúmen é constituída, essencialmente, por biomassa microbiana e resíduos do alimento não digeridos no rúmen. Os glúcidos solúveis, são, normalmente, em pequena quantidade, devido à sua remoção por fermentação (VAN SOEST, 1982).

O omaso parece funcionar como um concentrador da ingesta, removendo grande quantidade de água e AGV e retendo a maior parte das partículas de maior tamanho, que tenham escapado à degradação do rúmen, reduzindo o volume do material que entra no abomaso (VAN SOEST; 1982). Neste compartimento, o verdadeiro estômago nos ruminantes, inicia-se a digestão enzimática. A digesta permanece pouco tempo neste órgão, de pH ácido, parecendo não haver prejuízo para a digestão da proteína, se ocorrer um aumento nas taxas de trânsito (VAN SOEST, 1982).

O duodeno e o intestino delgado são os principais locais de digestão e absorção da proteína que escapou à degradação ruminal e da proteína microbiana. A disponibilidade da proteína é elevada, embora, teoricamente, fossem esperados valores mais elevados do que os observados na prática, o que, segundo BEEVER e SIDONS (1986), se pode dever à presença de quantidades razoáveis de proteína endógena, segregada entre o duodeno e jejuno.

MacRAE e ULYATT (1974) apontam valores de disponibilidade aparente, dos ácidos aminados, entre o duodeno e jejuno, de cerca de 70%, enquanto que HOGAN (1973) observou, numa dieta à base de trevo subterrâneo, uma disponibilidade entre 67 e 84%. A

disponibilidade era ligeiramente superior em dietas de azevém, do que de trevo branco e em ácidos aminados, ditos essenciais, do que nos considerados não essenciais. WESTON e HOGAN (1971) verificaram não ter havido um efeito significativo do tipo de trevo ou do estado de maturação, na proporção molar dos ácidos aminados na digesta abomasal. No mesmo trabalho, verificaram-se ligeiras alterações na proporção molar dos ácidos aminados individuais entre o alimento e a digesta abomasal. A proporção de ácidos aminados essenciais foi sempre significativamente superior na digesta, tornando o balanço de ácidos aminados nutricionalmente mais favorável. A quantidade de ácidos aminados totais e individuais, que é digerida e absorvida no intestino delgado, parece depender das quantidades que atingem o duodeno (MacRAE e ULYATT, 1974).

Quando os resíduos alimentares atingem o intestino grosso, surge de novo a oportunidade de serem fermentados. Segundo VAN SOEST (1982), quantidades consideráveis de material, nomeadamente, água, minerais e NNP e provavelmente AGV desaparecem no cecum e intestino grosso. A celulose e a hemicelulose também podem ser fermentadas, sendo-o a segunda em maior grau do que a primeira. Tal como acontece no rúmen, também a fermentação na parte terminal do intestino produz proteína microbiana que, contudo, já não pode ser digerida e absorvida, perdendo-se para o hospedeiro. Quanto maior for a quantidade de M.O fermentada, maior será a quantidade de N excretada nas fezes (VAN SOEST, 1982).

2.1.2.7 DIGESTIBILIDADE APARENTE

A digestibilidade aparente tem sido intensamente utilizada como indicador do valor nutritivo e alimentar (ULYATT, 1973), sendo em muitos casos o único parâmetro medido, embora a ingestão voluntária e a eficiência energética tenham mais peso na resposta animal (VAN SOEST, 1982).

Não há dúvida que a digestibilidade é um indicador útil, talvez mesmo o mais útil, do valor nutritivo da pastagem. É uma característica com alta repetibilidade e pode ser medida com razoável exactidão e facilidade. Contudo, na opinião de ULYATT (1973), tem havido uma tendência lamentável para considerar digestibilidade como sinónimo de valor nutritivo, assumindo-se, erroneamente, que, a haver qualquer diferença na eficiência de utilização dos produtos finais da digestão, ela será pequena e desprezível.

Devemos também ter em conta que a digestibilidade aparente mede apenas a diferença entre a ingestão alimentar e a excreção fecal, nada nos dizendo sobre o decorrer do processo de digestão. Não é indiferente o local, ao longo do tracto digestivo, onde a MO é digerida, pois ele influencia substancialmente a quantidade e tipo de produtos finais da digestão disponíveis para absorção. O local de digestão é, provavelmente, de maior significado do que a extensão da digestão (PORTUGAL, 1990).

A digestibilidade aparente é afectada por vários factores:

composição química, preparação do alimento, nível de ingestão, constituição da dieta, espécie animal, condições ambientais, etc. Com animais em pastoreio, a digestibilidade depende ainda da relação folhas:caules, da quantidade de pastagem disponível e da selectividade animal (OSBOURN, 1980). A conjugação destes fatores pode fazer com que, alimentos com uma composição química muito diferente, possam apresentar a mesma digestibilidade, enquanto que alimentos muito semelhantes, na sua composição, tenham digestibilidades muito diferentes.

Devido à importância que a digestibilidade tem tido na determinação do V.N e à dificuldade que representa a sua determinação, têm sido realizados muitos esforços na procura de equações de regressão que permitam predizer a digestibilidade a partir da composição química das pastagens. Estes esforços têm, muitas vezes, falhado devido à ausência de uniformidade nutricional dos diversos componentes do alimento que podem actuar entre si, não apresentando então o mesmo valor de quando digeridos sozinhos (VAN SOEST, 1982). Enquanto que o conteúdo celular, como já foi dito, é inteiramente disponível e afecta a digestibilidade num sentido positivo, já os constituintes da parede celular não são uniformes na sua disponibilidade. As leguminosas tendem a ter duas vezes mais lenhina e mais NDF do que as gramíneas com a mesma digestibilidade (VAN SOEST, 1982).

Na maior parte das plantas pratenses criadas em clima mediterrânico, a digestibilidade sobe rapidamente a seguir às chuvas outonais (ARNOLD *et al.*, 1966) e permanece elevada duran-

te o Inverno e princípio da Primavera (ARNOLD, 1962; AZEVEDO *et al.*, 1963; WESTON e HOGAN, 1971; SMITH *et al.*, 1972; HOGAN, 1973). Nesta época do ano a digestibilidade da MO ronda os 80%, embora alguns autores refiram valores de digestibilidade bastante mais baixos (ARNOLD *et al.*, 1966; BIRREL, 1981), principalmente no Inverno, o que se pode ficar a dever, ou ao método utilizado para a determinação da digestibilidade, ou ao efeito da ingestão de solo. Tem sido referida uma discrepância significativa entre os valores de digestibilidade determinados *in vivo* e *in vitro* (McLAREN e DOYLE, 1988; TAYLOR *et al.*, 1989) sendo estes últimos sempre inferiores embora TAYLOR *et al.* (1989) frisem haver uma correlação elevada entre os dois valores. A diminuição da digestibilidade provocada por um aumento da ingestão de solo, no Outono e Inverno e quando a pastagem era escassa e curta, foi descrita por SMITH *et al.* (1972) e BIDDISCOMBE *et al.* (1980).

Na fase que vimos descrevendo, os valores encontrados para as diversas espécies vegetais variam bastante conforme os autores. Assim, ARNOLD *et al.* (1966) observaram, na Primavera, uma diferença, que atingia 20 unidades de percentagem, apresentando a pastagem natural sistematicamente os valores de digestibilidade mais baixos ($\pm 60\%$), o trevo subterrâneo o valor mais elevado (73%), enquanto que pastagem de alpista-trevo subterrâneo (71,6%), alpista (69,2%) e azevém (71,7%) apresentavam valores intermédios. SMITH *et al.* (1972) e RIDLEY *et al.* (1986) não encontraram diferenças entre o trevo subterrâneo e azevém e trevo subterrâneo e *Bromus mollis*, respectivamente, apresentando as gramíneas valores ligeiramente superiores, enquanto que

WALSH e BIRREL (1987) observaram que o azevém e a alpista apresentavam uma digestibilidade significativamente superior à do trevo subterrâneo.

Com o avanço da Primavera e o início da floração, a digestibilidade cai (PURSER, 1981) mais rapidamente nas gramíneas, do que nas leguminosas (WALSH e BIRREL, 1987), podendo atingir, à maturidade, taxas de declínio de 0,5 unidade de percentagem por dia (ARNOLD *et al.*, 1966; HUME e PURSER, 1975). ARNOLD (1962) observou que os ovinos em pastoreio ingeriam, geralmente, uma dieta com digestibilidade superior à da pastagem cortada e fornecida a animais estabulados, só começando a verificar-se a descida da digestibilidade nos animais em pastoreio cerca de 3 semanas após a ter observado na erva cortada. No fim da Primavera (plena floração) a digestibilidade anda à volta dos 65-70% (FELS *et al.*, 1959; AZEVEDO *et al.*, 1963; FREER e JONES, 1984), continuando a descer até à plena maturação, atingindo então valores entre 55% e 60% (BIDDISCOMBE *et al.*, 1980; HUME e PURSER, 1975; BIRREL, 1981) e podendo, por vezes, descer a valores bastante mais baixos, da ordem dos 45-50% (WILSON e HINDLEY, 1968; ALLDEN e TUDOR, 1976; EGAN e DOYLE, 1982). De acordo com BIDDISCOMBE *et al.* (1980) e WALSH e BIRREL (1987), durante o Verão, a digestibilidade continua a diminuir, devido ao pastoreio selectivo e a efeitos físicos, atingindo o seu mínimo no início das chuvas. A MO aparentemente digerida nos compartimentos gástricos representa cerca de 2/3 da MO digerida em todo o tracto digestivo (WESTON e HOGAN, 1971; McLAREN e DOYLE, 1988), sendo independente da espécie vegetal ou da maturidade.

Vários autores têm observado elevadas excreções fecais de N em ovinos, ingerindo trevo subterrâneo maturo, ou pastagens mistas, relativamente a outras pastagens (FELS *et al.*, 1959; ALLDEN e JENNINGS, 1969), indicando, possivelmente, uma baixa digestibilidade do N do trevo subterrâneo durante o Verão. HUME e PURSER (1975) verificaram que a diferença na quantidade de N alimentar indigerido, entre dietas de trevo subterrâneo verde e maturo, correspondia à diferença na excreção fecal de N, observada entre as duas dietas, sugerindo que um aumento na excreção fecal de proteína de origem alimentar não digerida, por 100g de MOD ingerida, era a principal razão para a maior perda de azoto fecal de ovinos pastoreando erva senescente.

2.1.3 EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL

A eficiência com que os ruminantes convertem os nutrientes absorvidos em produto (aumento de peso vivo, produção de leite, etc.) está dependente da satisfação exacta das necessidades do animal em nutrientes individuais para o desempenho de qualquer uma dessas funções particulares (LENG, 1990).

Alguns autores demonstraram existirem diferenças acentuadas, na eficiência de utilização, entre espécies pratenses (ULYATT e MacRAE, 1974; BARRY, 1981). ULYATT (1981), analisando os resultados de diversos ensaios com gramíneas e leguminosas de zonas temperadas, conclui que, com excepção da erva de Outono e alguns exemplos de azevém perene, a eficiência de utilização da

EM para a engorda (k_f) se aproximava muito do que seria de esperar, a partir da concentração da EM na MS. Assim, à medida que aumentava a qualidade da dieta, havia um aumento proporcional do k_f . Esta apreciação geral de ULYATT (1981) é largamente contrariada por valores obtidos, quer para o mesmo tipo de pastagens (MacRAE, 1976; BARRY, 1981; BEEVER e SIDDONS, 1986), quer para pastagens de outras zonas climáticas (MINSON, 1981; PRESTON e LENG, 1987; LENG, 1990) utilizadas por ruminantes em crescimento ou em lactação.

Segundo PRESTON e LENG (1987), este tipo de pastagens suporta cerca de metade do crescimento, em relação a igual ingestão de EM, sob a forma de grão/farinha de peixe. Estas diferenças sugerem que, ao contrário do que é geralmente aceite, ruminantes alimentados *ad libitum*, com erva de elevados teores de PB e digestibilidade, possam, apesar disso, ter uma deficiência na quantidade de um ou mais ácidos aminados essenciais (BARRY, 1981).

A fermentação exerce um grande efeito sobre a quantidade e a composição da mistura de ácidos aminados, apresentada ao hospedeiro. Na maior parte das dietas à base de pastagem perde-se grande quantidade de N, sob a forma de amónia, criando-se um desequilíbrio na quantidade de proteína absorvida em relação à EM (BARRY, 1981). Os ácidos aminados provêm, sobretudo, da proteína microbiana, que pode apresentar teores em metionina, lisina, histidina e arginina, limitantes para a retenção de proteína nos ruminantes (MacRAE e LOBLEY, 1986).

Só por si, a deficiente utilização do N, a nível ruminal, e o desequilíbrio no fornecimento de proteína/energia ao hospedeiro, não são capazes de justificar as diferenças encontradas, nomeadamente a baixa eficiência de utilização da energia. A partir da observação de que a um aumento da quantidade de NNA no duodeno e na absorção de ácidos aminados em erva de Primavera, correspondia um aumento da eficiência de utilização da EM, MacRAE *et al.* (1985) foram levados a especular se a quantidade de proteína disponível, absorvida a partir do intestino não teria alguma influência na eficiência com que os ruminantes utilizam os AGV, que constituem a sua principal fonte de energia.

Os trabalhos de ARMSTRONG e BLAXTER (1957-cit. por MacRAE *et al.*, 1985) parecem indicar que os ruminantes não conseguem utilizar o ácido acético com a mesma eficiência do que o propionato ou butirato. O acetato pode ser utilizado pelo animal, como fonte directa de energia, sendo então catabolizado no ciclo dos ácidos tricarboxílicos (ATC) em CO_2 , H_2O e gerando-se ATP, ou para a síntese de ácidos gordos, sendo a produção de calor menor, nesta última via metabólica (PRESTON e LENG, 1987). Para que o acetato possa ser utilizado na síntese de ácidos gordos e, depois, de triglicéridos há necessidade de dispôr de NADPH_2 e glicerol-3-fosfato. Estes metabolitos têm como principal precursor a glucose que, como já foi dito, é absorvida em quantidades mínimas, em dietas, à base de pastagem, estando o animal dependente da neoglucogénese, a partir do propionato e de ácidos aminados glucogénicos (MacRAE *et al.*, 1985).

Em dietas com alimentos grosseiros, em que nenhuma destas duas fontes de metabolitos para a glucogénese seja particularmente abundante, o animal pode ter dificuldades em se libertar do acetato, tendo de o queimar no ciclo dos ATC, resultando daí uma menor eficiência de utilização do acetato e da EM neste tipo de dietas (MacRAE *et al.*, 1985).

Aquela teoria explicaria os resultados de ORSKOV e ALLAN (1966- cit. por PRESTON e LENG, 1987) e de ORSKOV *et al.* (1979- cit. por MacRAE *et al.*, 1985), obtidos com borregos, mantidos exclusivamente com a infusão de AGV no rúmen e caseína no duodeno. Aqueles autores observaram a mesma eficiência de utilização da EM, quando mudavam de uma mistura de AGV, composta por acetato 75%:propionato 15%:butirato 10%, para uma de 45:30:20, respectivamente, indicando que o acetato era utilizado com a mesma eficiência dos outros AGV. Neste caso os animais tinham uma capacidade neoglucogénica muito elevada, devido à quantidade de ácidos aminados fornecidos pela caseína, permitindo que a conversão de acetato em ácidos gordos se realizasse, resultando numa eficiência de utilização da EM alta (MacRAE *et al.*, 1985).

Os aumentos de produção de leite ou de peso vivo, observados quando se suplementa a pastagem verde com uma fonte proteica de baixa degradabilidade no rúmen, como a farinha de peixe ou sementes de algodão (BEEVER e SIDDON, 1986), encontram, igualmente justificação no aumento do fornecimento de ácidos aminados para a gluconeogénese. Neste caso existiria uma

relação mais equilibrada entre a disponibilidade de glucose e a proteína microbiana e energia glucogénica/energia dos AGV, aproximando-as das necessidades para a produção de leite e para a síntese de proteína (PRESTON e LENG, 1987). Para ULYATT (1981), tem sido mais efectivo aumentar a eficiência de utilização da pastagem através da complementação com proteína do que com cereais, dada a necessidade de introdução de grandes quantidades destes últimos para que a proporção de propionato na mistura de AGV aumente significativamente.

Temos vindo a referir, principalmente, a eficiência de utilização de pastagens verdes de boa qualidade, de zonas temperadas; contudo, existe o outro extremo, como em Portugal, em que os animais só dispõem para a sua alimentação, em certas épocas do ano, de pastagens secas e fibrosas, que atingiram a plena maturação e que apresentam baixos valores de N e de digestibilidade da MO, não conseguindo sequer garantir as necessidades de manutenção (ALLDEN, 1981; LENG, 1986). Nestas circunstâncias, a proporção de acetato na mistura de AGV é muito elevada e a quantidade de proteína ou ácidos aminados, disponíveis para a absorção no duodeno, é muito baixa, sendo de esperar uma baixa eficiência de utilização da pastagem que, na prática, se verifica, pelas perdas de peso dos animais e baixas produções de leite (ALLDEN e TUDOR, 1976; ALLDEN, 1981; LENG, 1987).

Ensaio recentes demonstraram que até pastagens secas e grosseiras podem ser eficientemente utilizadas, desde que sejam fornecidos aos animais os nutrientes críticos para um bom funci-

onamento do rúmen e para um bom desempenho metabólico (LENG, 1986; PORTUGAL, 1990), conseguindo-se assim a manutenção do seu peso vivo, ou até alguma produção.

As pastagens de baixa qualidade são, frequentemente, diagnosticadas como deficientes em energia, recomendando-se que seja fornido aos ruminantes que as ingerem, um suplemento com maior densidade energética (LENG, 1990). Esta prática resulta, na maior parte das vezes, numa substituição de parte da pastagem pelo grão fornecido e, conseqüentemente, em ganhos marginais de produtividade, à custa de uma menor eficiência de utilização do suplemento (ALLDEN, 1976; LENG, 1986). Melhores resultados têm sido obtidos com uma suplementação de proteína não degradável no rúmen, que ainda podem ser acrescidos, se se lhe juntar uma fonte de azoto não proteico, como é largamente documentado por LENG (1986). O aumento do fornecimento de ácidos aminados ao animal permite-lhe fazer uma utilização mais correcta da energia de que dispõe e aumentar muito a eficiência de utilização da pastagem (LENG, 1986; PORTUGAL, 1990).

O efeito catalítico da suplementação sobre a utilização de pastagens de baixo valor nutritivo pode ser obtido, com o fornecimento, aos animais, de pequenas quantidades de forragem ou pastagem verde, proteína by-pass e/ou ureia, melação e sais minerais (PRESTON e LENG, 1987).

Além da natureza e da quantidade dos nutrientes absorvidos, outros factores afectam a eficiência de utilização do

alimento, nomeadamente o ambiente, o estado fisiológico do animal e a actividade física (REID, 1980; LENG, 1990), fazendo-a variar muito, ao contrário do que é correntemente assumido. Assim, os conhecimentos necessários para poder prever, com alguma segurança, o nível de produção ou o valor nutritivo de uma pastagem, incluem a digestibilidade, a proteína disponível no intestino delgado, a eficiência de utilização dos nutrientes, o estado fisiológico dos animais, a história dietética anterior e o índice de temperatura e humidade (THI) local (LENG, 1990). Destas informações, as mais importantes serão o teor em proteína da dieta e o grau em que escapa ao sistema de digestão fermentativa do animal, bem como a digestibilidade do alimento (LENG, 1990), pois colher todos os outros dados é difícil, se não praticamente impossível, na maior parte das situações.

Poucos trabalhos existem que refiram a utilização energética de pastagens mediterrânicas. GRAHAM (1969) determinou o teor em Energia Limpa (EL) do trevo subterrâneo colhido no estado vegetativo, tendo observado que as perdas energéticas sob a forma de metano eram normalmente baixas (7 a 11% da Energia Digestível) enquanto que as perdas urinárias eram normalmente mais elevadas do que na maior parte das forragens (12 a 21%), resultando numa quantidade de Energia Metabolizável (EM) em relação à Energia Digestível, inferior à maior parte das forragens (77% *versus* 82%). A eficiência de utilização da EM foi de 69% para a manutenção e de 54% acima do nível de manutenção. O valor de EL do trevo para a manutenção era de 2,1 kcal/g, enquanto que para a produção era de 1,3 kcal/g, estando estes

valores de acordo com a sua composição química e digestibilidade. FREER e JONES (1984) indicam valores de k_f para o trevo subterrâneo e alpista, colhidos durante a floração, sendo o do trevo subterrâneo (0,48) superior ao da Phalaris (0,35). O valor de EM fornecido por ABREU *et al.* (1982) para o trevo subterrâneo na primeira fase de desenvolvimento (11,8 MJ/kg MS) é semelhante ao valor indicado por GRAHAM (1969). Comparado com o azevém, o trevo subterrâneo permitiu maiores ganhos de peso vivo, para a mesma ingestão de MOD, indicando um valor nutritivo superior dos trevos (SMITH *et al.*, 1972).

Em síntese, podemos afirmar que a eficiência de utilização dos nutrientes absorvidos em dietas à base de pastagens, é normalmente baixa e agrava-se muito em pastagens de baixa digestibilidade. Há, contudo, possibilidade de inverter esta situação e tornar os sistemas de produção animal, baseados na utilização da erva e de forragens, mais eficazes. Um maior valor produtivo destas pastagens pode ser conseguido através da otimização do crescimento dos microorganismos do rúmen, que resulte numa relação células microbianas: AGV elevada e em maiores quantidades de proteína microbiana disponível para absorção no intestino. O aumento do potencial glucogénico é, também, fundamental para uma melhor utilização metabólica do acetato, com a consequente diminuição do seu potencial calorigénico.

2.2 INGESTÃO ALIMENTAR DOS RUMINANTES EM PASTOREIO

A ingestão voluntária do alimento é um parâmetro de relevo no estabelecimento do valor alimentar das forragens e pastagens, uma vez que estabelece o fornecimento de todos os nutrientes e, por isso, determina a resposta animal (VAN SOEST, 1982). Segundo CORBETT (1969, cit. por ULYATT, 1973), 60% a 75% das variações do valor alimentar das forragens podem ser atribuídas a variações da ingestão, o que faz com que esta seja um parâmetro importante a medir, na avaliação de qualquer sistema de pastoreio.

Considera-se como ingestão voluntária a quantidade de alimento consumida, normalmente durante um dia, quando a ingestão é controlada livremente pelo animal, situação que podemos considerar como a existente nos ruminantes em pastoreio, desde que a área de que disponham seja adequada à expressão daquela capacidade (FREER, 1981). Ela é regulada por um conjunto de estímulos facilitadores e inibidores (HODGSON, 1985b; FORBES, 1986) que, actuando sobre o sistema nervoso central, fazem com que os animais iniciem uma refeição ou a suspendam. A esta regulação a curto prazo, associa-se uma regulação a longo prazo, que visa o controlo de ingestão de energia, de forma a que os animais adultos mantenham praticamente constante o seu peso vivo, por um longo período de tempo (ULYATT, 1973; FORBES, 1986). Existem indicações suficientes para considerar que os sinais responsáveis pelas sensações de fome e de saciedade se combinam aditivamente, no seu efeito sobre a ingestão, em vez de serem mutuamente exclusivos (HODGSON, 1985a; FORBES, 1986).

Os estímulos metabólicos e físicos são os factores dominantes na regulação da ingestão de forragens em animais estabulados (FREER, 1981), enquanto que o comportamento alimentar assume maior importância em pastoreio (HODGSON, 1985a). A ingestão dos animais em pastoreio é o resultado da quantidade de alimento colhida por dentada, do número de dentadas por minuto (taxa de dentadas) e do tempo de pastoreio (HODGSON, 1985a; FORBES, 1988). Estas variáveis do comportamento alimentar dos animais são influenciadas por características físicas e químicas da forragem, por factores ligados ao animal e por características da pastagem como disponibilidade, altura e densidade das plantas e estrutura e composição da pastagem (HODGSON, 1985b; ARNOLD, 1987). Outros factores, como a distância para o local de abeberamento, topografia, condições ambientais, distância dos trilhos traçados pelos animais e do local de repouso, podem limitar o esforço alimentar dos animais e, portanto, a ingestão (ARNOLD, 1981; VAN SOEST, 1982). O tempo de pastoreio, a frequência das dentadas e a quantidade colhida por dentada são difíceis de medir com rigor e devem ser encarados mais como um meio de explicar efeitos observados na ingestão da pastagem, do que um meio de estimar a ingestão propriamente dita (FORBES, 1986).

Os ruminantes em pastoreio não ingerem, indiferentemente, toda a massa vegetal disponível, expressando preferências por folhas, em detrimento dos caules, material verde em detrimento de material seco e determinadas espécies vegetais, em desfavor de outras (ELLIS, 1978; ARNOLD, 1981). Quando existe pastagem em abundância, o animal expressa a sua preferência livremente mas,

à medida que decresce a quantidade disponível, o animal compromete a sua selectividade, ingerindo material vegetal anteriormente recusado (ARNOLD, 1970). Este autor refere ensaios realizados na Austrália, em que se observou que, por vezes, 80% da dieta era obtida de espécies que constituíam tão pouco como 1% da pastagem disponível, concluindo que, em condições de pastoreio extensivo, a composição do alimento em oferta não era, de nenhuma forma, guia para a composição da dieta. Os animais seleccionam com base no cheiro e no gosto das plantas (FORBES, 1986), apresentando uma resposta inata a estas características das plantas, que podem ser modificadas pela experiência animal (ARNOLD, 1970). Não são de excluir outros estímulos, como a rugosidade, resistência ao corte ou tracção e factores de agressão para o animal, como pólenes ou a existência de espinhos.

A selectividade permite ao animal escolher uma dieta normalmente mais rica em azoto e energia digestível, do que o material em oferta, possibilitando uma ingestão mais elevada, sendo esta uma das razões porque os animais em pastoreio consomem, geralmente, maior quantidade de alimento do que animais estabulados, alimentados com erva colhida da mesma pastagem (ARNOLD, 1970).

2.2.1 FACTORES ALIMENTARES QUE INFLUENCIAM A INGESTÃO VOLUNTÁRIA

Na opinião de numerosos autores, o consumo voluntário de forragens é condicionado por factores físicos, nomeadamente pelo

seu efeito de repleção sobre o retículo-rúmen (CAMPLING, 1970; ELLIS, 1978; FREER, 1981; MINSON, 1982; VAN SOEST, 1982; HODGSON, 1985a; JARRIGE *et. al.*, 1986; FORBES, 1986), cessando a ingestão de alimento, quando o aumento da tensão do retículo-rúmen estimula os receptores epiteliais situados no tracto gastro-intestinal (FORBES, 1986). Muitos estudos com alimentos grosseiros demonstraram existir uma relação directa entre taxa de desaparecimento da digesta no rúmen e a ingestão alimentar, relação que resulta numa quantidade relativamente constante de digesta no rúmen, no fim de uma refeição (CAMPLING, 1970; FREER, 1981). Quando a forragem contem quantidades adequadas de proteína e minerais, os animais consomem alimento suficiente para alcançarem uma repleção ruminal praticamente constante (BLAXTER *et. al.*, 1961), de tal forma que o peso do conteúdo ruminal de ovinos alimentados *ad libitum*, com uma gama de alimentos contrastantes, foi muito semelhante (EGAN e DOYLE, 1982; MINSON, 1987).

A taxa de digestão e de passagem da digesta são os meios pelos quais a tensão ruminal é aliviada (VAN SOEST, 1982), permitindo a ingestão de mais alimento. A simulação do processo digestivo, através de modelos matemáticos, veio demonstrar que as modificações na taxa de passagem tinham um efeito superior na ingestão, do que modificações na taxa de digestão e que aquela taxa se correlacionava muito estreitamente com a ingestão (HUGHES *et. al.*; VAN SOEST, 1982). A razão principal para este efeito reside no facto de que a distensão ruminal se deve, principalmente, ao resíduo indigestível do alimento (MINSON, 1982), o qual só desaparece do rúmen por passagem, sendo esta afecta-

da pelo tamanho da partícula e pela motilidade gastro-intestinal. Existem grandes variações, entre os alimentos, no tempo e energia necessários para reduzir as dimensões das partículas alimentares, sendo favorecida a ingestão daqueles alimentos que apresentem uma taxa de fraccionamento mais elevada, e por isso, tempos de retenção no rúmen mais baixos. Segundo MINSON (1982), as folhas são consumidas em maior quantidade do que os caules e as leguminosas, do que as gramíneas, devido a terem tempos de retenção mais baixos.

Forragens com menor quantidade de constituintes da parede celular (NDF) são, geralmente, consumidas em maior quantidade, conforme se prova pela relação estreita, encontrada por diversos autores, entre a ingestão de gramíneas e leguminosas e o seu teor em NDF (VAN SOEST, 1965; OSBOURN, 1980; SÉONE, 1982; AITCHISON *et. al.*, 1986; REID *et. al.*, 1988). Esta relação justifica-se pelo facto de as paredes celulares serem a estrutura que dá forma e rigidez à planta, correlacionando-se fortemente com as características físicas da forragem (SÉONE, 1982) e com a taxa de fragmentação das partículas (VAN SOEST, 1982). Além disso, o NDF é a fracção do alimento que mais contribui para o resíduo indigestível e aquela que representa os componentes com taxa de digestão mais lenta. VAN SOEST (1982), analisando o resultado de 187 forragens fornecidas a ovinos (MERTENS, 1973-cit. por VAN SOEST, 1982), concluiu que a ingestão diária de constituintes da parede celular ($\text{gr}/\text{P}^{0,75}$) se aproximava muito de um valor constante, independentemente do teor em NDF da forragem. Esta conclusão confirma a hipótese de que os

ruminantes, com dietas de forragens de diferentes origens e qualidade, consomem alimento até uma ingestão constante de constituintes da parede celular, reforçando, assim, a importância destes, como principal entidade do alimento a restringir a ingestão de forragens. Contudo REID *et. al.* (1988) não partilham da mesma opinião, pois, analisando 428 forragens fornecidas a ovinos e 170 a bovinos, encontraram, para ambas as espécies animais, uma relação curvilínea significativa entre a ingestão de NDF e a sua concentração no alimento. Estes resultados contrariam, de certa maneira, a hipótese de VAN SOEST (1982), parecendo antes indicar que os ruminantes são capazes de uma resposta adaptativa a níveis crescentes de NDF na dieta, possivelmente pelo aumento da capacidade ruminal e por uma taxa mais elevada de remoção da digesta do rúmen (REID *et. al.*, 1988).

O efeito da repleção do retículo-rúmen sobre a ingestão não parece aplicar-se uniformemente a todas as forragens, deixando de se fazer sentir em dietas de elevada digestibilidade e concentração energética, cuja ingestão seria regulada por factores fisiológicos (BAUMGARDT *et. al.*, 1976). CONRAD *et. al.* (1964) sugerem que, para dietas com valores de digestibilidade inferiores a 67%, a ingestão seria regulada predominantemente por factores físicos e, acima daquele valor, prevaleceriam os factores fisiológicos. A ingestão passaria a ser regulada pelas necessidades energéticas dos animais, que a ajustariam para um nível constante de ingestão de energia digestível (BAUMGARDT *et. al.*, 1976). O ponto de inflexão, em que os sinais metabólicos se tornavam mais importantes do que os físicos, mover-se-ia para

cima ou para baixo, na escala de digestibilidades, de acordo com um aumento ou diminuição das necessidades energéticas dos animais (CONRAD *et. al.*, 1964).

O corolário enunciado por CONRAD *et. al.* (1964), embora largamente aceite, tem vindo a ser posto em causa (FREER, 1981) pelos resultados obtidos com uma grande variedade de pastagens, que demonstram um incremento linear na ingestão voluntária, até valores de digestibilidade de 82%, o que está próximo do limite superior de valores encontrados em pastagens (HODGSON 1985b). Na opinião de VAN SOEST (1982), os ruminantes em pastoreio, ou alimentados exclusivamente com forragens, nunca atingiriam a saciedade, sendo sempre a ingestão regulada pelos factores físicos. Os resultados de CONRAD *et. al.* (1964) podem ter sido influenciados, nas dietas de maior digestibilidade, pela adição de concentrados à forragem. Neste caso, a actividade celulolítica de alguns microorganismos poderia ser reduzida pelo desenvolvimento, no rúmen, de um pH baixo, que conduziria a uma taxa de digestão da celulose e a uma taxa de passagem do material indigestível mais baixas (OSBOURN, 1980). É também possível que, em dietas com elevadas quantidades de concentrados, o nível de ingestão seja limitado pelos produtos resultantes da digestão no rúmen e não tanto pelo seu teor em energia digestível (FREER, 1981).

O desequilíbrio entre os diversos nutrientes é, na opinião de PRESTON e LENG (1987), o principal limite ao consumo de pastagem, fazendo com que o efeito da repleção do rúmen, ou

a constituição em paredes celulares só sejam limitantes da ingestão, se houver quantidades suficientes de proteína, vitaminas e minerais (MINSON, 1982). Quando o teor em PB é inferior a 6-8%, verifica-se uma depressão na ingestão da pastagem por ovinos (MINSON, 1982; VAN SOEST, 1982; WESTON, 1988). Acima dos valores citados, não se encontrou qualquer relação entre o N da dieta e a ingestão, parecendo que o ponto de inflexão representa o nível crítico em N, abaixo do qual a compensação completa, pela reciclagem de ureia, não é possível (VAN SOEST, 1982). Na opinião de FORBES (1986), o limite mínimo de N de uma dieta que poderá afectar a ingestão, depende das necessidades em proteína dos animais, sendo, por exemplo, superior em vacas leiteiras, do que em vacas em manutenção. O efeito da deficiência proteica no consumo de alimento pode ser provocado, quer por meios físicos (OSBOURN, 1980; FORBES, 1986), através da redução da actividade celulolítica da microflora do rúmen e da taxa de passagem (VAN SOEST, 1982), quer pela alteração no metabolismo dos tecidos corporais (MINSON, 1982; FORBES, 1986; WESTON, 1988). O fornecimento de um suplemento proteico ou de ureia faz aumentar a ingestão de forragens deficientes em N (MINSON, 1982; FORBES, 1986; PRESTON e LENG, 1987; WESTON, 1988), sendo normalmente mais eficaz a suplementação com proteína protegida (PRESTON e LENG, 1987). O efeito desta está de acordo com a conclusão de EGAN (1965- cit. por MINSON, 1982), de que a depressão da ingestão parece ser causada por uma deficiência em ácidos aminados circulantes, uma vez que a caseína infundida no duodeno provocava um aumento de ingestão, enquanto que o fornecimento de ureia tinha um efeito menor e mais lento. O

fornecimento de ácidos aminados estimula a taxa de remoção de metabolitos pelos tecidos e, com isso, estimula a ingestão de forragens pobres em N (FORBES, 1986; WESTON, 1988).

Em pastagens de azevém perene-trevo subterrâneo, BIRREL (1989) observou que a taxa de ingestão diminuía com elevados valores de N da pastagem, o que se pode ficar a dever a concentrações elevadas de amónia no sangue, as quais originariam sinais clinicos, incluindo a depressão da ingestão alimentar (BEEVER e SIDONS, 1986).

O teor em água da pastagem parece também ter alguma influência na ingestão voluntária. Quando os animais são alimentados com pastagens verdes e suculentas, a ingestão de alimento parece ser constante, de tal forma que, quanto maior o teor em água, menor será a ingestão de matéria seca (MINSON, 1982). Este efeito far-se-ia sentir em forragens muito húmidas, com teores em água situados entre 72-86% (ARNOLD, 1962; MINSON, 1987). A água contida nas células está quimicamente ligada e não é absorvida, a partir do rúmen, com a velocidade da água livre, podendo ser retida pelo efeito de esponja das estruturas grosseiras da forragem (VAN SOEST, 1982) levando algum tempo a libertar-se e a ser absorvida, contribuindo, assim, para o efeito de repleção da forragem sobre o tubo digestivo (FORBES, 1986).

Outros componentes da forragem têm sido relacionados com a ingestão voluntária, como o enxofre, sódio, fósforo e alguns micronutrientes que, quando situados abaixo de determinados

limites, provocam a diminuição da ingestão (MINSON, 1982). Alguns alcaloides, compostos fenólicos ou óleos essenciais, existentes em algumas plantas, podem ter um efeito tóxico sobre os animais ou a população microbiana do rúmen, podendo provocar doenças e perdas de apetite, sendo normalmente evitados pelos animais (ARNOLD, 1981).

Em síntese: o efeito da repleção exercida pela forragem no retículo-rúmen parece ser o factor mais importante na regulação da ingestão dos animais em pastoreio. Aquele efeito tem sido correlacionado com o teor em NDF e com a capacidade máxima de ingestão ($g/P^{0,75}/dia$) daquele constituinte do alimento. Associado a este, poderão estar outros factores como os baixos teores em N e em proteína "by-pass" do alimento, a quantidade elevada de água da pastagem e a presença de substâncias tóxicas, que provocam uma depressão na ingestão alimentar das pastagens.

2.2.2 FACTORES ANIMAIS

O estado fisiológico do animal tem um efeito determinante na quantidade de alimento consumido, variando com factores como a espécie, raça, sexo idade, peso vivo, história nutricional anterior e estado produtivo (gestação, lactação, crescimento ou engorda) (ULYATT, 1973; WESTON, 1982; JARRIGE *et. al.*, 1986). Em teoria, um limite máximo para a ingestão voluntária é estabelecido pela procura potencial de energia pelo animal, o que inclui o metabolismo basal, a energia necessária para pastar e mastigar a erva e a capacidade genética para armazenar energia ou

segregar leite (FREER, 1981). Mesmo em animais em pastoreio, cuja ingestão voluntária é condicionada, sobretudo, por efeitos físicos, como vimos anteriormente, necessidades mais elevadas, quer de energia quer de outros nutrientes, funcionam como estimulantes da ingestão (HODGSON, 1985a). Necessidades elevadas pressionam os animais a consumir mais alimento, levando-os, muitas vezes, a ultrapassar os limites físicos e a aumentarem a capacidade do rúmen (JOURNET, 1986) e/ou da taxa de passagem da digesta (VAN SOEST, 1982). WESTON (1985a) sugere que o peso da digesta no rúmen pode variar com o estado fisiológico do animal, não dependendo totalmente da qualidade do alimento.

Um factor sempre a ter em conta, na determinação da ingestão voluntária, é a variabilidade entre animais, que é considerável, mesmo entre animais no mesmo estado fisiológico, e com a mesma história alimentar, podendo o coeficiente de variação oscilar entre 10% e 16%, em determinações com um alimento e em condições controladas (ULYATT, 1973; FREER, 1981). BLAXTER *et. al.* (1982) forneceram uma alimentação *ad libitum* a um grupo de ovinos que, durante 4 anos, variaram de menos de 30 kg de peso até, por vezes, 150 kg. Aqueles autores observaram uma ingestão média constante, que não se correlacionava com as variações de peso vivo, durante o crescimento, tendo concluído que cada ovino tem uma ingestão voluntária característica, estabelecida nos primeiros 6 meses após o desmame, e que esta ingestão não se modificou nos 3,5 anos subsequentes, sendo, no entanto, determinante do peso vivo máximo atingido pelos ovinos.

Durante o crescimento, os ruminantes vão aumentando a ingestão voluntária até um certo peso vivo (BAILE e McLAUGHIN, 1987), mantendo-se, a partir daí, estável, ou decrescendo lentamente (ARNOLD, 1970). Em ovinos de raça Merino, o consumo de alimento aumentou, até os animais atingirem 30-40% do peso à maturidade, altura em que expressaram a capacidade máxima de ingestão, decrescendo depois lentamente e verificando-se, à maturidade, um consumo 50% abaixo do máximo atingido (WESTON, 1982). Quando expressa por unidade de peso vivo ou de peso vivo metabólico ($P^{0,75}$), verifica-se um decréscimo constante da ingestão alimentar em bovinos em crescimento (FORBES, 1986) ou em ovinos (LANGLANDS e HAMILTON, 1969- cit. por WESTON, 1982). Em dietas de feno de trevo subterrâneo, com uma digestibilidade de 70%, ovinos desmamados ingeriram 19% mais M.O ($g/P^{0,75}$) do que adultos castrados, enquanto que, com fenos pobres (56% e 46% de digestibilidade) a ingestão foi semelhante (EGAN e DOYLE, 1982). As maiores ingestões nos animais jovens eram acompanhadas por quantidades superiores de digesta no rúmen por unidade de peso vivo, quer quando estabulados (EGAN e DOYLE, 1982) quer em pastoreio (WESTON, 1982).

Animais que são sujeitos a restrição alimentar, durante períodos de falta ou de baixa qualidade de pastagem, mantêm baixos crescimentos ou perdem peso. Quando a pastagem passa a ser abundante e de boa qualidade, aqueles animais manifestam crescimento compensatório que consiste em taxas de aumento de peso vivo superiores às de animais semelhantes, que não sofreram restrição alimentar (RYAN, 1990). Normalmente verifica-

se uma ingestão alimentar mais elevada, na fase de crescimento compensatório, em comparação com os animais alimentados a um nível constante mais elevado (FREER, 1981; FORBES, 1986). As razões apontadas para o aumento da ingestão alimentar prendem-se, quer com a menor quantidade de gordura abdominal, mobilizada durante a escassez de alimento, quer com o estímulo do aumento da taxa de utilização dos nutrientes (FORBES, 1986), qualquer uma delas resultando num maior volume do conteúdo do rúmen (RYAN, 1990).

Há poucas dúvidas de que a deposição de gordura deprime a ingestão e de que os mecanismos de regulação a longo prazo tendem a manter os depósitos lipídicos a um nível constante, assim que o animal tenha atingido a maturidade (FORBES, 1986). Esta regulação não se pode considerar como absoluta, visto que, quer ovinos quer bovinos, quando alimentados *ad libitum* com dietas muito palatáveis, continuam a aumentar de peso vivo e, eventualmente, tornam-se obesos (FREER, 1981). Teores mais elevados de gordura corporal mostraram estar associados a um conteúdo ruminal menor, donde se sugere que quantidades acrescidas de gordura abdominal reduziriam fisicamente a capacidade do rúmen e, por isso, a ingestão alimentar (WESTON, 1982). Além disso, algumas alterações metabólicas acompanham o aumento da gordura corporal, influenciando também o consumo de alimento. Com o aumento do tamanho dos adipócitos, haveria uma redução na capacidade de síntese dos triglicéridos (WESTON, 1982), com a consequente redução na utilização de precursores da gordura que se acumulam no sangue, juntamente com ácidos gordos, que

escapam das células gordas (FORBES, 1986). Estas substâncias na corrente sanguínea poderiam actuar sobre os receptores metabólicos. DE JONG (1986) refere um aumento da insulina, à medida que os animais engordam, podendo esta actuar como inibidora da ingestão. Os efeitos da gordura e da engorda na ingestão alimentar são complexos e os mecanismos envolvidos são difíceis de decifrar (FORBES, 1986).

Nem sempre a ingestão voluntária de alimento acompanha o aumento das necessidades energéticas dos animais, como é o caso de vacas e ovelhas no fim da gestação, em que o consumo de alimento geralmente decresce, quando é necessária energia extra para o crescimento do útero e feto e da glândula mamária (WESTON, 1988). A diminuição da ingestão, na parte final da gestação, não se limita a alimentos grosseiros, em que os efeitos físicos predominam, mas também se verifica com dietas ricas em concentrados, embora nestas últimas a redução seja menor (FORBES, 1986). O número de fetos, em ovelhas, parece não afectar a ingestão, tendo WESTON (1988) verificado em ovelhas com gémeos, ou com um só feto, a mesma redução na ingestão. No mesmo estudo, observou-se um aumento do fluxo da digesta, através do estômago e do fluxo de NNA para o intestino e uma diminuição da fase líquida do rúmen, do tempo de retenção da digesta e da digestibilidade da MO. O efeito físico da compressão do rúmen pelo útero gravídico, numa competição para o espaço na cavidade abdominal, tem sido apontado como um dos responsáveis pela diminuição do consumo de alimento (FORBES, 1986). Este conceito não se ajusta completamente aos dados obtidos, pois

com 8 semanas de gestação, a redução da fase líquida ruminal foi de 16%, enquanto que o volume do útero gravídico era muito pequeno (RATTRAY *et. al.*, 1974), sendo a redução do volume do retículo-rúmen semelhante em ovelhas com um só feto e com dois fetos, apesar do tamanho do útero ser muito maior neste último caso. Tem sido colocada a hipótese de que as alterações hormonais durante a gestação possam afectar o trânsito intestinal e a ingestão. FORBES (1986) sugere que o aumento de estrogéneos segregados pela placenta, seja o responsável, em parte, pelo declínio na ingestão alimentar e WESTON (1988) refere o efeito da prolactina no aumento do trânsito da digesta.

A ingestão alimentar de fêmeas em lactação é invariavelmente superior à ingestão durante a gestação, ou em comparação com a observada em animais não lactantes e não gestantes (FORBES, 1986). O consumo de erva verde aumentou 50% em vacas leiteiras (WESTON, 1982), sendo a ingestão influenciada pela quantidade de leite produzida e sua composição, peso vivo da vaca, tempo decorrido desde o início da lactação e condição corporal (JARRIGE *et. al.*, 1986). Ovelhas amamentando gémeos ingeriram cerca de 10% mais alimento, do que ovelhas amamentando apenas um borrego (WESTON, 1982). Durante a lactação, os animais dispendem mais tempo a ingerir e a ruminarem o alimento, aumentando a taxa de ingestão (ARNOLD, 1981). Tem sido observado um aumento do peso do conteúdo do rúmen que acompanha o aumento do consumo de alimento (WESTON, 1982). Em ovelhas em lactação, WESTON (1988) observou uma aceleração da taxa de passagem da digesta e uma diminuição da digestibilidade. O aumento das neces-

sidades em nutrientes faz com que sejam retiradas grandes quantidades de metabolitos da circulação sanguínea, estimulando o animal a consumir mais alimento e originando um aumento da capacidade ruminal e da taxa de passagem (FORBES, 1986) o que lhe permite lidar com maior quantidade de alimento. O aumento da capacidade ruminal é tanto maior e mais rápido, quanto mais magras estiverem as vacas ao parto (JOURNET, 1986).

O máximo da ingestão alimentar não é atingido ao mesmo tempo que o máximo de produção. Uma das razões apontadas para este desfasamento é a incapacidade do rúmen em atingir a sua capacidade máxima, até que a gordura acumulada na cavidade abdominal durante a gestação seja removida. Além disso, é preciso tempo para se dar a hipertrofia do rúmen, ou para o rúmen e outros tecidos corporais, se adaptarem ao aumento da actividade metabólica (WESTON, 1982). Uma lenta recuperação dos efeitos das modificações metabólicas no final da gestação (FORBES, 1986) e o nível de corpos cetónicos (JOURNET, 1986) têm também sido apontados como possíveis justificações.

Após a tosquia, os ovinos aumentam grandemente a ingestão de alimento (OSBOURN, 1980), a que corresponde um aumento da capacidade do rúmen e da taxa de passagem (ULYATT, 1973). BIRREL (1989) observou um decréscimo no tempo de pastoreio, imediatamente a seguir à tosquia, que levava cerca de 30 dias a recuperar. Quanto á taxa de ingestão, o mesmo autor observou, logo após a tosquia, um aumento de 40-50%, que levou 120 a 150 dias a diminuir, até se fixar ao nível anterior à

tosquia.

As condições ambientais podem provocar alterações no comportamento alimentar dos animais, fazendo com que eles aumentem ou diminuam a sua ingestão alimentar. Temperaturas ambientais elevadas ($> 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$) provocam, geralmente, uma diminuição do consumo de alimento (PRESTON e LENG, 1987), que se agrava com humidades altas (ARNOLD, 1981), ao mesmo tempo que se verifica uma redução do tempo de pastoreio. Os animais tendem a ingerir alimento predominantemente à noite, fugindo às horas de maior calor (ARNOLD, 1981). Os ovinos parecem ser menos sensíveis do que os bovinos a temperaturas elevadas (WESTON, 1982) e os caprinos ainda menos (MORAND-FEHR, 1989). Com temperaturas abaixo de $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, os animais aumentam o consumo de alimento, respondendo a maiores necessidades de energia, para manterem a temperatura interna (FORBES, 1986). O conteúdo do rúmen aumenta, assim como a actividade propulsiva do tubo digestivo (WESTON, 1982). A chuva tem pouco efeito sobre a ingestão, a não ser quando muito intensa e associada a vento, provocando estas condições climatéricas um abaixamento da ingestão, ou mesmo a sua paragem (ARNOLD, 1981). Ovinos de menor peso são mais sensíveis a baixas temperaturas, apresentando taxas de ingestão menores, do que ovinos mais pesados (BIRREL, 1989).

Em síntese: os factores animais também desempenham um papel importante na determinação do nível de ingestão alimentar, quer provocando um aumento da ingestão, em relação àquela que

seria possível a partir das características físicas e químicas do alimento, quer provocando a sua diminuição. O aumento das necessidades nutritivas e, principalmente, da energia funciona como um estímulo importante da ingestão alimentar dos ruminantes que pode, por outro lado, ser limitado pelo estado fisiológico dos animais. Na determinação da capacidade de ingestão dos ruminantes há ainda a considerar a grande variabilidade existente entre animais.

2.2.3 CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM

A quantidade de pastagem por unidade de área (disponibilidade de pastagem) e a sua apresentação física podem ter um efeito marcante na ingestão voluntária dos ruminantes em sistemas de pastoreio intensivo, podendo ter efeitos não determinados em sistemas extensivos (ARNOLD, 1970). Quando a disponibilidade de pastagem é baixa, a ingestão é severamente reduzida, tendendo para uma assíntota com pastagem suficientemente abundante (ELSEN *et. al.*, 1988). Têm sido apresentados valores entre 1100 e 2500 kg de MS/ha, abaixo dos quais o consumo de pastagem diminuiria (HUGHES *et. al.*, 1980), demonstrando, por um lado, uma grande variabilidade entre ensaios e, por outro, que a disponibilidade, só por si, não é suficiente para justificar variações na ingestão do alimento. ARNOLD *et. al.* (1977) consideram que a disponibilidade de MS influencia de forma diferente a ingestão de gramíneas e de trevo, conseguindo-se uma ingestão máxima com as primeiras, a valores de MS/ha mais baixos do que para o trevo. Os mesmos autores fazem depender a ingestão de

MO de ovinos em pastoreio, entre outros factores, da disponibilidade e da percentagem de gramíneas na matéria verde da pastagem. Com baixas disponibilidades, o consumo de espécies vegetais com porte erecto, como as gramíneas, parece ser maior do que o de espécies de crescimento prostrado, como o trevo (ARNOLD *et. al.*, 1977).

Não é possível prever, com rigor, a quantidade de MS/ha abaixo da qual a ingestão seria afectada negativamente e com que gravidade, pois depende da altura da vegetação e da quantidade disponível por animal (CAMPLING e LEAN, 1983). BLACK e KENNEY (1984) observaram que, quando a disponibilidade é baixa, a ingestão de uma pastagem com tufo de erva alta dispersos é superior aquela que se apresenta bem distribuída e curta. Os animais escolhem, de preferência, uma pastagem com características que lhes permitam consumir o alimento mais rapidamente.

A ingestão por dentada (ID) é a principal resposta animal às características físicas da vegetação (HODGSON, 1985b). A medida que a massa verde e/ou a altura das plantas no estado vegetativo aumenta, a ID sobe linearmente. Contudo, quando a pastagem entra na fase reprodutiva e a densidade à superfície diminui, a ID e a ingestão total decrescem (FORBES, 1988). A altura da erva, a que os ovinos atingem uma ingestão máxima, varia entre 10 e 20 cm (HUGHES *et. al.*, 1980). A ID também pode ser afectada pela densidade, como já se disse, e pela profundidade da dentada. Os ovinos consomem alimento facilmente entre os horizontes ricos em folhas, mas são relutantes em

penetrar em horizontes mais baixos, que contêm pseudocaulis e material morto (BARTHAM e GRANT, 1984). Por isso, o horizonte constituído por folhas coloca um limite efectivo à profundidade da dentada. Os animais tentam compensar a diminuição da ID, aumentando a taxa de dentadas (TD), ou o tempo de pastoreio (TP) (FREER, 1981; HODGSON, 1985b), tentando manter uma ingestão alimentar máxima.

A taxa de movimentos da mandíbula (preensão + mastigação) parece ter um limite máximo (DEMMENT e GREENWOOD, 1988), não tendo sido afectada por diferentes características da pastagem (BLACK e KENNEY, 1984). Estes autores observaram que a percentagem de movimentos de preensão aumentava, à medida que a ID diminuía, chegando a representar 80% dos movimentos mandibulares, com vegetação muito dispersa e curta. Nestas condições, o aumento da TD é incapaz de balancear o declínio da ID (HODGSON, 1985b). O produto da ID e da TD resulta numa taxa de ingestão que, segundo BIRREL (1989), também é influenciada pela digestibilidade, tendo este autor encontrado uma taxa de ingestão máxima com uma disponibilidade de 1 t/ha e uma digestibilidade de 75%. À medida que a digestibilidade diminui, a taxa de ingestão só se mantém, se a disponibilidade aumentar.

O aumento do tempo de pastoreio, como resposta à diminuição da ID e da taxa de ingestão, tem um limite máximo, situado entre 10-12h por dia (FREER, 1981). Este limite pode dever-se à fadiga do animal, mas também ao tempo necessário para a ruminação e para o abeberamento, podendo ainda, o número

de horas de luz condicionar maiores tempos de pastoreio (FREER, 1981). O TP diminui exponencialmente com o aumento do teor em erva verde da pastagem, com o aumento da digestibilidade e com o aumento de peso vivo dos animais (BIRREL, 1989). Raramente o aumento do TP é capaz de evitar uma diminuição na ingestão diária, quando a taxa de ingestão diminui, podendo mesmo o TP diminuir em pastagens com a vegetação muito curta (HODGSON, 1985a). Em pastagens com altura inferior a 6-8 cm, a ingestão está fundamentalmente correlacionada com a ID, tendo muito pouco impacto variações associadas da TD e do TP (HODGSON, 1985b).

Em síntese: a quantidade de pastagem disponível e a forma como ela se apresenta ao animal pode contribuir para o nível de ingestão alimentar. A principal determinante será a quantidade de pastagem que o animal consegue colher em cada dentada, sendo tanto menor a ingestão quanto menor for a ingestão por dentada. Os mecanismos adaptativos dos ruminantes, a uma baixa ingestão por dentada, são limitados pelo número máximo de movimentos mandibulares que o animal é capaz de realizar por dia. Os factores que contribuem para uma composição e estrutura da pastagem que favorece a ingestão por dentada, podem evitar uma maior diminuição da ingestão à medida que a quantidade de pastagem disponível diminua.

2.2.4 INGESTÃO DE PASTAGENS MEDITERRÂNICAS

O nível de ingestão alimentar de pastagens mediterrânicas

é difícil de estabelecer, visto que a forma de a expressar varia muito entre autores que, muitas vezes, não fornecem dados suficientes para o cálculo da ingestão por unidade de P ou de $P^{0,75}$, limitando-se a indicar as gramas de MS ou MO ingeridas por animal e por dia. De referir, ainda, que a maior parte dos valores encontrados na bibliografia foram obtidos com animais estabulados, que receberam erva cortada da pastagem, e, muitas vezes, desidratada artificialmente, fornecida *ad libitum*.

A ingestão voluntária de pastagens no estado vegetativo é bastante elevada, podendo atingir valores de $94 \text{ g/dia/kg}^{0,75}$ (GRAHAM, 1969). WESTON e HOGAN (1971) referem que, nesta fase, é a ingestão superior dos trevos que estabelece a diferença entre o valor nutritivo destes e das gramíneas, já que as diferenças entre estes grupos de plantas, no que diz respeito à composição química, digestibilidade e produção de AGV, são mínimas e não justificam as diferenças de produção observadas. Os trevos são considerados um alimento de alta qualidade, devido à elevada ingestão de ED conseguida pelos animais em *ad libitum* (GRAHAM, 1969). Contudo, RIDLEY *et al.* (1986) observaram que a ingestão de *Bromus mollis*, na Primavera, era superior à do trevo subterrâneo, enquanto que, no fim da Primavera e no Verão, a situação invertia-se. A ingestão de erva muito jovem é inibida por teor em MS entre 14% e 28% (ARNOLD, 1962). FREER e JONES (1984) estudaram o valor alimentar do trevo subterrâneo, luzerna, alpista e azevém para borregos e observaram que, para a mesma digestibilidade, a ingestão de leguminosas foi sempre superior à das gramíneas.

Com o avanço da maturidade, e como seria de esperar, a ingestão voluntária diminui (FELS *et al.*, 1959; HUME e PURSER, 1975), relacionando alguns autores este decréscimo com a digestibilidade da MO (ARNOLD *et al.*, 1966), com o teor em ADF (RIDLEY *et al.*, 1986) ou celulose (FREER e JONES, 1984). Num ensaio em que a utilização de trevo subterrâneo maturo foi comparada com a de outros trevos, McLAREN e DOYLE (1988) observaram uma baixa ingestão de MO do primeiro (360 g/dia) por ovinos, associada a uma baixa digestibilidade da MO, uma lenta taxa de digestão do NDF e uma baixa quantidade de MS no rúmen. DOYLE (1988) realizou dois ensaios, em que utilizou uma técnica de alimentação, através de cânula ruminal, para testar a hipótese de que a ingestão do trevo subterrâneo maturo era limitada pela sua palatibilidade. A adição intra ruminal de trevo subterrâneo, numa forma que se aproximava da natureza física da MS do rumen, em níveis até 40% das quantidades consumidas voluntariamente, não reduzia a ingestão oral de alimento, confirmando que a palatibilidade era a responsável pela baixa ingestão do trevo.

Em síntese: a ingestão de pastagens anuais parece ser comandada pelos mesmos factores que condicionam a ingestão de outros tipos de pastagens. A única excepção apontada refere-se à ingestão de trevo subterrâneo seco, que parece ter uma baixa palatibilidade que provoca uma ingestão mais baixa do que a de outros trevos semelhantes.

2.3 NECESSIDADES DOS OVINOS EM PASTOREIO

Em pastoreio o fornecimento de energia e nutrientes só raramente é igual às necessidades animais, sucedendo-se, a períodos de excedentes, períodos de sub-alimentação, ou de penúria de um ou mais nutrientes. Os excedentes e os défices não têm o mesmo efeito sobre a produtividade animal e dependem da natureza dos nutrientes a que dizem respeito. Os excessos de azoto são eliminados pelos animais, enquanto que os défices provocam, quase sempre, uma diminuição das produções, pois os ovinos não dispõem senão de muito poucas reservas proteicas. O mesmo não acontece em relação à energia, cujos excedentes são armazenados, sob a forma de gordura corporal, vindo a ser mobilizados no decurso do período de penúria seguinte (BOCQUIER *et. al.*, 1988), permitindo a manutenção das produções, até ao esgotamento das reservas energéticas.

O conhecimento das necessidades animais em energia e nutrientes é fundamental para a determinação das suas produções em pastoreio, mas poucos têm sido os trabalhos realizados que calcularam directamente o efeito dos custos energéticos do pastoreio na produtividade animal (SAHLU *et. al.*, 1989). Muitos autores têm extrapolado para a pastagem os valores obtidos com animais em confinamento o que, em algumas situações, pode não ser muito incorrecto, mas que, noutras, pode provocar erros graves de avaliação (ULYATT, 1973). O tipo de nutrientes necessários para os animais estabulados e para os animais em pastoreio são os mesmos, enquanto que as quantidades podem diferir grandemente (CORBETT, 1978). Do mesmo modo, o custo em energia limpa de uma determinada quantidade de leite ou do



aumento de peso vivo, com uma determinada composição, não parece diferir entre animais em confinamento e ao ar livre, mas já as quantidades produzidas a partir de uma determinada ingestão de alimento, poderão ser menores em pastoreio (CORBETT, 1981), devido às necessidades de manutenção serem mais elevadas (ULYATT, 1973; CORBETT, 1978).

Os animais dispendem energia para as suas actividades de pastoreio, nomeadamente para a recolha de alimento e a deslocação para os locais de abeberamento e repouso e para a regulação térmica, necessária quando as condições climatéricas são muito desfavoráveis (ULYATT, 1973; CORBETT, 1978; VAN SOEST, 1982). Estes factores são os principais reponsáveis pelo aumento das necessidades de manutenção que alguns autores (ULYATT, 1973; REID *et. al.*, 1980; VAN SOEST, 1982) estimam em cerca de 30 a 80% acima das necessidades de manutenção de animais idênticos mantidos em confinamento. Estas estimativas têm sido calculadas factorialmente, a partir da medição dos tempos de ingestão de alimento e ruminação, da deslocação dos animais na horizontal e em altitude e da permanência de pé, multiplicados pelo custo energético unitário de cada uma destas actividades (CORBETT, 1980a; FIERRO e BRYANT, 1990), ou ainda, pela regressão da ingestão, face ao peso vivo e variação de peso, a qual permite a obtenção da quantidade de energia necessária para um peso vivo constante (ULYATT, 1973; CORBETT, 1980a). Segundo ULYATT (1973), as necessidades de manutenção, assim calculadas, são controversas, devido ao pouco rigor dos métodos utilizados. CORBETT (1980b) partilha da mesma opinião, considerando que as

estimativas assim realizadas pecam, muitas vezes, por excesso, como prova pela comparação dos valores de necessidades em EM para manutenção de ovelhas gestantes e não gestantes, calculados, quer a partir da técnica da taxa de entrada do dióxido de carbono (CERT), quer da ingestão da MO. Utilizando a CERT, não houve diferenças significativas nas necessidades de EM ($\text{kJ/kg P}^{0,75}$) entre os animais no 54º e 100º dia de gestação e animais não gestantes, enquanto que, para 130 dias de gestação, as necessidades de manutenção eram significativamente mais elevadas nas ovelhas gestantes. As necessidades em EM, calculadas por regressão da ingestão da MO, foram sempre superiores às calculadas pela CERT e na parte final da gestação, eram mais baixas do que as de ovelhas não gestantes. As variações nas necessidades de manutenção são, de facto, um dos maiores obstáculos encontrados, quando se tenta utilizar a produção animal como uma medida absoluta do valor alimentar da pastagem (ULYATT, 1973).

As necessidades energéticas de manutenção podem decompor-se no Metabolismo Basal (MB), no aumento da produção de calor associado com a actividade muscular e nas perdas de energia na urina, com o animal em jejum. Esta ultima fracção é, muitas vezes, desprezada devido ao seu baixo valor e representatividade no cálculo das necessidades de manutenção (WALLACH *et. al*, 1984). O MB considera-se, normalmente, proporcional ao tamanho metabólico do animal (peso vivo elevado a 0,73 ou 0,75) (ARC, 1980; WALLACH *et. al*, 1984). O seu valor expresso por unidade de $\text{P}^{0,75}$ varia, e com ele as necessidades de manutenção, com

a idade dos animais, sendo estas mais elevadas nos borregos, do que nos ovinos adultos e diminuindo regularmente com a idade. Variam igualmente com o sexo, sendo cerca de 15% mais elevadas nos carneiros, do que nas ovelhas e machos castrados (ARC, 1980; VERMOREL, 1988). Durante os períodos de restrição alimentar, tem-se verificado uma redução do MB, expresso por unidade de $P^{0,75}$, que resulta de uma redução da actividade e do tamanho do tubo digestivo e do fígado, em relação ao resto do corpo, e de uma redução da actividade metabólica, permitindo aos animais poupar energia e sobreviver a períodos de subnutrição (THOMSON *et. al.*, 1980; VERMOREL, 1988; RYAN, 1990). As actividades musculares que consomem mais energia são a ingestão de alimento e a locomoção dos animais na pastagem (FIERRO e BRYANT, 1990), agravando-se os custos energéticos destas actividades, com a diminuição da disponibilidade de alimento (ARNOLD *et. al.*, 1977), com a deterioração da pastagem (SAHLU *et. al.*, 1989) e com o aumento do peso vivo (WALLACH *et. al.*, 1984). A magnitude dos incrementos da actividade é a principal dificuldade na estimativa das necessidades em energia, para manutenção, de animais em pastoreio (BAKER, 1982).

Como já se disse, as necessidades de manutenção aumentam com temperaturas ambientes, acima ou abaixo do conforto térmico dos animais (REID *et. al.*, 1980). Em particular, a acção combinada do frio, da chuva e do vento aumenta as perdas de calor e, por isso, as necessidades energéticas do animal. Estas perdas são maiores nos animais muito jovens, mal protegidos pela pouca gordura sub-cutânea e pelos velos muito curtos (VERMOREL, 1988),

podendo, inclusivamente, conduzir á morte do animal por esgotamento, como acontece frequentemente nos borregos nascidos a campo durante o Inverno. Os animais recentemente tosquiados também apresentarão necessidades de manutenção acrescidas sob condições climatéricas adversas. As temperaturas elevadas também podem aumentar as necessidades energéticas, embora o maior efeito seja a redução na ingestão alimentar (CORBETT, 1980b). A gravidade dos efeitos das condições climatéricas depende das condições de produção do animal, sendo mais severas em animais subalimentados e menores em animais bem alimentados e com produções elevadas, como por exemplo ovelhas em lactação, visto poderem dispor do incremento térmico da alimentação que colmata, em parte, o aumento das perdas calóricas.

Alguns autores consideram as necessidades de energia para a produção de lâ incluídas nas necessidades de manutenção, visto esta produção estar sempre presente- mesmo que o animal esteja a perder peso- e ser incluída, quando as necessidades de manutenção são determinadas a partir de ensaios de alimentação (WALLACH *et. al.*, 1982). Estes mesmos autores calcularam que as necessidades para o crescimento de lâ representavam entre 2 e 5% das necessidades totais de energia para manutenção.

Apesar da energia ser a principal determinante da manutenção e da produtividade animal, é necessário assegurar um fornecimento adequado de azoto e outros nutrientes (MILLER, 1982). As necessidades em N ou PB para a manutenção prendem-se com as perdas inevitáveis de N, provenientes da renovação

permanente das proteínas corporais, dos processos de digestão do alimento e da sua utilização metabólica. No organismo animal em manutenção, o azoto perde-se pelas fezes e pela urina. As quantidades de N fecal correlacionam-se com a quantidade de alimento ingerido e, particularmente, com a MO não digestível do alimento (VÉRITÉ e PEYRAUD, 1988). Este azoto é, na sua maioria, de origem microbiana (MILLER, 1982), o que levou o ARC (1980) a não considerar esta fracção e a basear as necessidades de manutenção apenas no azoto endógeno urinário e relacionando-o com o peso vivo do animal. Há ainda a considerar o N perdido pela descamação da pele, pelos e, em particular, o crescimento da lã, que pode representar 10 a 20% das necessidades de N para a manutenção.

As necessidades de proteína alimentar vão depender da quantidade e qualidade da proteína que atinge o duodeno (ULYATT, 1973) e ainda da natureza dos AGV absorvidos do rúmen, que podem alterar a eficiência de utilização dos ácidos aminados absorvidos, modificando consideravelmente as necessidades em proteína (MacRAE, 1986). Os dados disponíveis sobre as necessidades de proteína ou ácidos aminados para a manutenção de animais em pastoreio são escassos e baseiam-se, geralmente, em observações realizadas em confinamento (ULYATT, 1973). Os valores apresentados são mais recomendações de níveis de proteína na dieta, que garantam a manutenção, do que, propriamente, necessidades. Assim, são recomendados valores mínimos entre 6 e 7% de PB (ULYATT, 1973; SAVILLE, 1982), para animais adultos, sendo ligeiramente mais elevados, para animais

jovens (SAVILLE, 1982). Este autor refere que os animais podem obter a quantidade de proteína suficiente, a partir de forragens de médio e alto teor em fibra, para satisfazer as suas necessidades de manutenção, especialmente quando têm a oportunidade de seleccionar livremente a sua dieta na pastagem. FRANCE *et. al.* (1982) exprimem as necessidades de PB, em relação à EM ingerida, recomendando um valor de 12g PB/ Mj de EM. Em caso de deficiência alimentar em PB, pode-se, também, manifestar uma deficiência em ácidos aminados, principalmente em relação à metionina e cistina, provocando uma diminuição no crescimento da lã (ULYATT, 1973).

Como afirmámos no início, as necessidades para a produção de leite, gestação ou ganho de peso vivo dos animais em pastoreio, não são muito diferentes das calculadas para os animais estabulados, motivo pelo qual nos dispensamos de as referir nesta revisão bibliográfica, podendo utilizar-se as recomendações do ARC (1980), INRA (1988) ou AFRC (1990).

2.4 VALOR ALIMENTAR DE PASTAGENS MEDITERRANICAS

Pelo que foi sendo descrito sobre as pastagens mediterrânicas, ao longo deste capítulo, podemos concluir que, no estado vegetativo, elas possuem um elevado valor nutritivo e alimentar, não havendo uma clara distinção entre gramíneas e leguminosas. No Outono e Inverno, a produção animal pode ser limitada pela baixa disponibilidade de pastagem (BIRREL, 1981), ou pelo seu elevado teor em água (ARNOLD, 1972), ou ainda pelo seu baixo

valor em glúcidos solúveis (WALSH e BIRREL, 1987). Durante a fase reprodutiva, dão-se grandes alterações nas plantas pratenses, com a diminuição acentuada da digestibilidade e do teor em N e com a subida dos constituintes da parede celular, que provocam alterações profundas na taxa de ganho de peso vivo de ovinos que, em 3 semanas, pode cair de 250 g/dia para 50 g/dia (PURSER, 1981). Estas alterações rápidas dão-se mesmo sob pastoreio (ARNOLD, 1962), podendo ser ligeiramente atenuadas por chuvas abundantes, que diminuem a taxa de maturação (ARNOLD *et al.*, 1966) e que pode conduzir a um Verão com alimentos de melhor qualidade (PURSER, 1981). No Verão, o valor alimentar é normalmente baixo, apesar do teor em N ser razoável e raramente ser limitante, sugerindo McLAREN e DOYLE (1988) que a deficiência em nutrientes essenciais, que não a energia, pode limitar a ingestão voluntária e a produtividade dos animais, que raramente conseguem níveis de manutenção, perdendo peso durante todo o Verão, o que se acentua no fim desta estação e início do Outono.

3 DETERMINAÇÃO DO VALOR ALIMENTAR DA PASTAGEM

A produção animal em pastoreio, está dependente, entre outros factores, da quantidade e qualidade da erva disponível, da sazonalidade do crescimento das plantas, da eficiência com que os animais colhem a erva, da oportunidade de seleccionarem a sua dieta e da utilização do que consomem. Por sua vez, o pastoreio pode afectar a vegetação de vários modos, dependendo em grande medida do tipo de animal e da intensidade de pastoreio. O pisoteio pode danificar a vegetação num grau que varia com as espécies vegetais, estado de crescimento, tipo e humidade do solo. A distribuição desigual de fezes e urinas assim como o pastoreio selectivo, criam uma diversidade na vegetação superior àquela que existiria se ela fosse sujeita a corte. A composição botânica poderá tornar-se bastante diferente sob pastoreio o que levou HUMPHREY (1966) e MYERS (1972) citados por MORLEY (1978), a considerar que ensaios baseados no corte da pastagem fornecem, na melhor das hipóteses, um guia imperfeito para a aplicação prática. Isto não quer dizer que os testes baseados em cortes não tenham utilidade; antes pelo contrário, muitos dos avanços na produtividade da pastagem foram conseguidos com tais ensaios, que forneceram indicações muito úteis sobre, nomeadamente, a utilização de fertilizantes, selecção de espécies vegetais e produção potencial (MORLEY, 1978). Contudo, o ensaio de pastoreio é o método mais satisfatório de avaliação do VA de uma pastagem (ULYATT, 1973), pois só assim se poderá medir o efeito das interacções animal-planta-meio ambiente na produtividade animal.

A determinação da quantidade e qualidade de leite produzido, da manutenção de uma certa quantidade de peso animal por hectare, do aumento ou perda de peso vivo, do número e peso de borregos ou vitelos desmamados e/ou da produção de lã são alguns, senão os principais parâmetros a medir em qualquer ensaio de pastoreio, devendo-se utilizar, para tal, técnicas o mais directas possíveis (MORLEY, 1978). Contudo, a medição das produções animais não é geralmente suficiente, pois todos os componentes do sistema pastagem interactivam e muitos deverão ser considerados, se se pretender ter um entendimento correcto e o mais aproximado possível do ecossistema em estudo (CORBETT, 1978; MORLEY, 1978). Para podermos interpretar os níveis de produção animal observados, e porque razão variam ao longo do ano e entre os anos, são necessários estudos detalhados da quantidade de pastagem disponível, da quantidade ingerida e do seu valor nutritivo (CORBETT, 1978).

Em ensaios de pastoreio, a realização de medidas detalhadas de muitos parâmetros pode não ser a forma mais correcta de abordar o estudo do VA da pastagem. Desenhos experimentais muito complexos tornam-se muito vulneráveis a ocorrências casuais como a morte de animais ou perturbações do manejo, além de restringirem a escala dos ensaios e de introduzirem muitos artificialismos e distorções no manejo, devido a estarem envolvidas muitas determinações (MORLEY, 1978; HODGSON, 1981). Na opinião de ULYATT (1973) tais ensaios deverão ser conduzidos em condições que se aproximem o mais possível das encontradas na prática das explorações, desde que a ingestão de alimento não

seja limitada pela disponibilidade de erva. Esta última condição é difícil de pôr em prática em pastoreio. Além disso, se a pressão de pastoreio for reduzida, de forma a permitir uma disponibilidade de erva suficiente, corre-se o risco de as modificações ocorridas na composição botânica da pastagem invalidarem os resultados obtidos (PURSER, 1981). Por outro lado, em ensaios de grandes dimensões, à escala da exploração ou ainda maiores, pode não ser possível medir a disponibilidade de erva, o consumo da pastagem pelos animais ou as pequenas modificações da composição botânica (MORLEY, 1978). Um compromisso deve ser encontrado entre os dois extremos, sendo muitas vezes preferíveis ensaios de maiores dimensões com relativamente poucas observações, escolhidas pela sua relevância para os objectivos do estudo. As observações a realizar e as técnicas a utilizar deverão aplicar-se às circunstâncias do estudo, às disponibilidades de meios materiais e humanos e à exactidão e precisão pretendida (HODGSON, 1981).

Há ainda outros factores que devem ser tomados em conta no delineamento experimental de ensaios em pastoreio. A variação existente entre animais obriga à sua utilização em números relativamente elevados. As variações nas condições da pastagem entre estações e entre anos, as respostas produtivas dos animais, que são normalmente lentas, e determinadas interações animal-pastagem que se manifestam a longo prazo fazem com que estes ensaios devam ser de relativa longa duração, prolongando-se normalmente por 2 ou mais anos (ULYATT, 1973).

3.1 AVALIAÇÃO DA PASTAGEM

A quantidade de material vegetal presente num determinado momento é uma determinação importante para praticamente todos os estudos de pastagens (MANNETJE, 1978b). Podem ser realizadas outras medidas quantitativas, como a utilização pelo animal da vegetação existente, a produção de MS num determinado espaço de tempo e a deterioração da pastagem. Parâmetros de qualidade como a composição botânica, morfológica ou química da erva podem fornecer dados importantes para a interpretação dos valores da produção observados (HODGSON, 1981). Algumas das técnicas para estimar a quantidade de vegetação presente podem também ser utilizadas para determinação de outros parâmetros, diferindo os procedimentos de amostragem e de cálculo, de acordo com os objectivos (MANNETJE, 1978b).

Sendo impossível colher toda a massa vegetal de uma pastagem, é necessário dispôr de técnicas de amostragem que permitam estimar, com o menor erro e interferência na pastagem, os diversos parâmetros em que estejamos interessados (FRAME, 1981). Para medir a quantidade de pastagem existente em determinado momento podemos utilizar métodos destrutivos e não destrutivos. Nos métodos destrutivos, a quantidade de vegetação de uma área é estimada a partir do corte de algumas zonas enquanto que os métodos não-destrutivos normalmente envolvem a medição de uma ou mais variáveis, que podem ser relacionadas com a quantidade existente, necessitando da colheita destrutiva

em apenas um pequeno número de amostras, para calibração (MANNETJE, 1978b).

O corte, na pastagem, de um determinado número de talhões, é o método mais utilizado para a sua avaliação quantitativa. Neste tipo de amostragem, os talhões são normalmente denominados por quadrados, embora esta designação não implique que tenham o formato de um quadrado (TOTHILL, 1978). Quando se utilizam quadrados, é necessário decidir quanto ao seu tamanho, formato, forma da sua distribuição na área em estudo (DALE, 1978), intensidade de amostragem e altura do corte (MANNETJE, 1978b). As formas mais utilizadas para o quadrado são círculos, quadrados ou rectângulos, podendo estes últimos ser estreitos e muito compridos, constituindo aquilo que se designa por amostragem por faixas (MEIJS *et al.*, 1982). Quer a forma, quer o tamanho, têm efeitos na eficiência da amostragem. Há um efeito de bordadura que se torna proporcionalmente maior à medida que o tamanho do quadrado diminui e tem a forma rectangular, e menor à medida que aumenta a sua área e é circular (TOTHILL, 1978). O efeito de bordadura resulta da dificuldade, muitas vezes encontrada, de decidir se uma planta está no interior ou exterior da área a ser cortada, ou da definição exacta da fronteira entre a zona a amostrar e a restante vegetação (FRAME, 1981). Este autor aconselha o corte de todo o material com raízes no interior do quadrado, frisando, contudo, que qualquer critério é válido, desde que seja mantido sempre o mesmo ao longo de um determinado ensaio.

A dimensão da unidade de amostragem e o total de área ou número de amostras a colher estão intimamente correlacionadas, havendo uma forte relação inversa entre a área do quadrado e o número de amostras a colher numa pastagem (TOTHILL, 1978). Contudo, para a mesma área total amostrada, a relação favorece o número, isto é, um número elevado de pequenas unidades de amostra darão uma estimativa mais precisa da quantidade de forragem do que um menor número de unidades maiores (TOTHILL, 1978; MEIJS *et al.*, 1981). O número de amostras a colher deverá estar de acordo com a capacidade e o tempo disponível para realizar os cortes e as restantes manipulações necessárias das amostras (FRAME, 1981) pois deverão ser todas colhidas no mesmo dia. A dimensão dos quadrados pode variar entre 0,1 m² e vários metros quadrados, sendo mais usual dimensões entre 0,3 e 0,6 m². O total de área colhida é normalmente inferior a 0,5% da área de pastagem quando estas são extensas (< 1ha) (MANNETJE, 1978b).

A base das plantas pratenses é pesada e, em pastagens curtas, pode conter uma quantidade significativa do alimento disponível para os animais (MANNETJE, 1978b), não sendo, por isso, indiferente a altura a que se corta a vegetação. MEIJS *et al.* (1982) sugerem o corte entre 0 e 3 cm acima da superfície do solo conforme se tratem de pastagens utilizadas por ovinos com encabeçamentos altos ou médios, respectivamente. Outros autores (MANNETJE, 1978b; FRAME, 1981) aconselham o corte rente ao chão, não só por possibilitar uma estimativa mais correcta da massa vegetal disponível para os animais, como ainda porque permite diminuir variações na altura dos cortes realizados por um

operador e entre operadores.

A escolha das localizações de amostragem pode fazer-se segundo um dos seguintes tipos: amostragem completamente casualizada, amostragem casualizada estratificada e amostragem sistemática (MCINTYRE, 1978; MEIJS *et al.*, 1982). No 1º tipo, todas as possíveis localizações da unidade de amostragem têm a mesma hipótese de inclusão, sendo normalmente localizados os sítios de amostragem por coordenadas tiradas ao acaso e marcadas nas linhas limitantes da área a ser amostrada. Este tipo de amostragem é mais apropriado para ensaios em pequenos talhões, com um formato regular. A amostragem casualizada estratificada aplica-se a áreas maiores e onde haja diferenças acentuadas da vegetação. A pastagem é subdividida em duas ou mais zonas, que constituem os estratos, sendo cada uma o mais homogênea possível, realizando-se de seguida uma amostragem casualizada em cada estrato. Na amostragem sistemática, a amostra é colhida a intervalos regulares, normalmente partindo de um local tirado ao acaso. É o método mais recomendado para a amostragem de pastagens com áreas da ordem dos hectares, obtendo-se uma precisão razoável pela colheita de amostras a intervalos regulares, à medida que se progride em zig-zag através do campo (MCINTYRE, 1978).

Depois das amostras serem colhidas deverão ser pesadas o mais rapidamente possível e secas em estufa ventilada ou subamostradas, no caso de serem muito volumosas, e a subamostra desidratada. Os resultados deverão ser apresentados em termos

de MS e idealmente em MO, visto que a erva é facilmente contaminada por terra, detritos vegetais e estrume, especialmente quando a vegetação é cortada rente ao solo, ou a altura e quantidade de pastagem forem baixas (MANNETJE, 1978b).

A técnica não destrutiva mais simples para avaliar a quantidade de erva presente é a estimativa visual realizada por operadores treinados. O método é de valor duvidoso em investigação pois é muito subjectivo e não tem repetibilidade (MANNETJE, 1978b).

A quantidade de erva pode, também, ser estimada a partir da determinação da altura e/ou da densidade (MANNETJE, 1978b; MEIJS *et al.*, 1982). A altura pode ser definida como a altura máxima ou a média da forragem e é medida com régua. A densidade é definida como a percentagem de cobertura do solo e pode ser determinada pelo método do ponto quadrado descrito mais adiante (MEIJS, 1982). Alternativamente pode-se utilizar o disco de pesagem "grassmeter", que integra num só valor a altura e densidade (MANNETJE, 1978b). Este método necessita de calibração, de cada vez que se utiliza, medindo-se as variáveis em pequenas áreas que depois são cortadas e pesadas. A calibração pode ser rápida, principalmente em pastagens homogêneas quanto á densidade e altura, ou muito demorada e quase tão trabalhosa como a técnica dos quadrados (MANNETJE, 1978b). Uma vez o método calibrado, conseguem-se realizar um grande número de leituras num curto espaço de tempo (MEIJS *et al.*, 1982).

A determinação indirecta da massa vegetal pode, também, realizar-se por capacitância, que se baseia no facto de o ar ter uma constante dielétrica baixa e de a erva ser alta. Um medidor mede a alteração na capacitância causada pela substituição do ar pela erva debaixo de uma cabeça de medida (MANNETJE, 1978b). Os aparelhos de medida têm vindo a ser bastante aperfeiçoados (FRAME, 1981), restando ainda algumas fontes de erro e sendo muito sensíveis a factores externos. Como no método anterior, este também precisa de ser calibrado antes de cada utilização, pois o teor em humidade, a composição botânica, a estrutura e densidade da vegetação, a estação do ano, a uniformidade da superfície do solo e a relação material verde/material seco influenciam grandemente as leituras (MEIJS *et al.*, 1981).

Os métodos não destrutivos permitem, normalmente, uma maior velocidade de operação, requerem menos trabalho, não provocam estragos na pastagem e são de mais fácil utilização em terrenos difíceis. Contudo estas técnicas são menos rigorosas e mais sujeitas a erros do que o método de amostragem por cortes (MEIJS *et al.*, 1982). Esta última tem ainda a vantagem de fornecer material para a estimativa da composição botânica e para a análise química (MANNETJE, 1978b).

A MS ou MO total existente num determinado momento pode ser de pouca utilidade em ensaios com vegetação mista, a não ser que seja conhecida a sua composição botânica (MANNETJE, 1978b). Esta pode ser expressa em termos absolutos, de diversas formas, como o número, a cobertura e o peso (TOTHILL, 1978).

Estes valores são determinados directamente e expressos por unidade de área, exprimindo cada um deles um aspecto particular da composição e adaptando-se a um determinado tipo de ensaio. O número expressa a densidade ou a abundância de uma espécie ou grupo de espécies e representa a contagem de plantas ou parte de plantas existentes em determinada área (TOTHILL, 1978). Este valor aplica-se sobretudo em estudos de germinação e estabelecimento de pastagens. A cobertura é a proporção de solo ou área coberta por toda a vegetação ou por espécies individuais medida pela projecção da sua parte aérea no solo (TOTHILL, 1978). O método que normalmente se utiliza é o de amostragem por pontos. O peso de MS com que cada espécie vegetal ou grupo de espécies contribui para o total da vegetação é frequentemente determinado em ensaios de pastoreio, sendo normalmente expresso em percentagem de peso seco (TOTHILL, 1978). Em ensaios que visem o estudo da produtividade animal, a percentagem de cada espécie ou dos grupos florísticos na MS total é o valor mais apropriado da composição da vegetação a ser determinado (MANNETJE, 1978b; TOTHILL, 1978), sendo ainda importante distinguir entre material vegetal verde e seco (MANNETJE, 1978b).

Os métodos de amostragem mais utilizados nos estudos de composição florística são o quadrado, de que já falámos anteriormente, e a amostragem por pontos. Na utilização dos quadrados é frequente aproveitar a amostragem realizada para a determinação da massa vegetal disponível colhendo-se uma subamostra que é separada manualmente nos seus componentes, no

laboratório, em fresco ou após ter sido conservada por congelação (MANNETJE, 1978b). A amostragem por pontos, ou também designada por ponto quadrado, tenta tirar partido da vantagem em reduzir o tamanho de cada amostra enquanto que se aumenta o seu número (TOTHILL, 1978). Neste método o tamanho é reduzido a um ponto, normalmente representado pela ponta de uma agulha que é baixada na vertical ou obliquamente sobre a vegetação, registando-se a planta ou parte da planta que a ponta da agulha toca no seu movimento descendente. Para além do 1º toque na vegetação, pode-se continuar o movimento descendente da agulha, registando-se todos os toques seguintes até ao nível do solo. Pode utilizar-se uma só agulha em cada local de amostragem ou um conjunto de agulhas (2 a 10), montadas numa armação. A composição florística pode ser expressa como a percentagem do total de toques numa espécie, relativamente ao total de toques em todas as espécies (TOTHILL, 1978). A amostragem por pontos não permite exprimir a composição florística em percentagem da MS que, como vimos, é a forma mais apropriada em ensaios de pastoreio, a não ser que se colham amostras de plantas de cada espécie para serem pesadas e secas em laboratório, calculando-se então a percentagem de cada espécie no total de MS da vegetação.

3.2 DETERMINAÇÃO DO VALOR NUTRITIVO

O valor nutritivo da pastagem tem sido, fundamentalmente, determinado a partir de alguns dos constituintes químicos do alimento ingerido, como o N, ou os constituintes da parede celu-

lar, e da digestibilidade da MS ou da MO. Poucos estudos têm atingido a profundidade desejada, muitas vezes devido à carência de metodologia e meios técnicos que possibilitem certas determinações, em condições difíceis de trabalhar como quando utilizamos animais em pastoreio. Apesar das dificuldades sentidas, nalguns ensaios em pastoreio tem sido possível determinar alguns dos parâmetros referidos em 2.1, importantes para a valorização nutritiva da pastagem, como por exemplo nos trabalhos de CORBETT e PICKERING (1982). Estes autores determinaram o fluxo de MO e N ao nível do abomaso e íleo, utilizando ovinos fistulados nestes locais e no rúmen, infundidos continuamente com marcadores externos e carregando todo o equipamento necessário como bombas peristálticas, baterias e contentores com os marcadores externos e para recolha das amostras colhidas a determinadas horas do abomaso e íleo. Este tipo de ensaios permitem obter mais respostas e, muitas vezes, encontrar justificações impossíveis de obter em ensaios mais simples, exigindo contudo técnicas e equipamentos bastante mais sofisticados e nem sempre disponíveis.

3.2.1 DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA DIETA INGERIDA

Quer nos ensaios mais completos quer nos mais simples, uma das maiores dificuldades encontradas é a escolha do material vegetal a ser analisado e em que grau ele representa aquele que foi realmente consumido pelos animais em pastoreio (LE DU e PENNING, 1982). Normalmente a composição química e a digestibilidade da erva ingerida são superiores aos da erva colhida mecâ-

nicamente de uma pastagem, devido aos animais seleccionarem o seu alimento, preferindo as folhas aos caules, erva verde de preferência a seca e algumas espécies vegetais em desfavor de outras (CORBETT, 1978; GRANT *et al.*, 1985). Têm sido utilizados vários métodos para determinar a composição da dieta dos animais em pastoreio, tendo-se primeiro utilizado métodos indirectos como a colheita manual, a amostragem da pastagem antes e depois do pastoreio e o exame de fezes. Os métodos directos utilizam o próprio animal como unidade amostradora, fistulando-os no esófago ou no rúmen para colheita de amostras da dieta ingerida.

3.2.1.1 COLHEITA MANUAL DA ERVA INGERIDA

A colheita manual de amostras representativas do material vegetal ingerido obriga a uma observação visual cuidadosa dos animais, enquanto pastam, para se conhecer as plantas ou parte das plantas que ingerem, tentando depois imitar-se a selectividade, cortando partes equivalentes de plantas similares com tesouras (CORBETT, 1978; ROBARDS, 1981; LE DU e PENNING, 1982). Este método aplica-se com bastante facilidade a pastagens semeadas muito homogêneas, com baixo número de espécies vegetais e com altos encabeçamentos, que condicionam a selectividade animal (LE DU e PENNING, 1982). Em condições de pastoreio extensivo, em que os animais dispõem de material herbáceo, arbustivas e árvores, de onde podem colher material para a sua alimentação, a observação directa é muito difícil, se não impossível (CORBETT, 1978; ROBARDS, 1981), obrigando a amostragens frequentes, quer durante o dia, quer ao longo de vários dias, tornando-se num

trabalho árduo e moroso (LE DU e PENNING, 1982). Segundo estes autores, quanto maiores forem as oportunidades de selecção, mais difícil se torna imitar a dieta do animal. Segundo LEGLANDS (1974) cit. por MEIJS *et al.* (1982), os operadores tendem a colher amostras com um teor em N e uma digestibilidade mais elevados do que os mesmos componentes na dieta dos animais em pastagens de boa qualidade e tendem a subestimar estes componentes em pastagens de baixa qualidade. Nós próprios, tentando por várias vezes aplicar este método, sentimos sérias dificuldades, quer devido aos ovinos suspenderem o pastoreio e afastarem-se quando nos tentávamos aproximar, quer porque os animais ingeriam o alimento num nível abaixo da altura média da pastagem, tornando-se esta num obstáculo à visualização das plantas escolhidas.

3.2.1.2 CORTES ANTES E APÓS O PASTOREIO

A composição em nutrientes da erva ingerida pode ser obtida por diferença, utilizando cortes realizados na pastagem antes e depois do pastoreio. Podem utilizar-se sub-amostras da amostragem realizada para determinação da massa vegetal (MEIJS *et al.*, 1982), ou colher um certo número de plantas de cada espécie (HARRIS *et al.*, 1967), obtendo-se dois conjuntos de amostras que serão analisadas quimicamente, para os nutrientes desejados. A diferença em peso e composição química entre as amostras colhidas, antes e depois do pastoreio, serve como uma medida do teor em nutrientes da forragem ingerida. Este método, como o anterior, vê a sua aplicação limitada a pastagens relati-

vamente homogêneas (CORBETT, 1978; ROBARDS, 1981) e a períodos de pastoreio curtos (1 a 3 dias) pois não se considera, normalmente, o crescimento da erva, que em períodos mais longos pode provocar alguns erros de avaliação (MEIJS, 1981).

3.2.1.3 EXAME MICROSCÓPICO DAS FEZES

Outra aproximação possível é o exame microscópico das fezes dos animais em pastoreio, a fim de se identificarem fragmentos cuticulares da epiderme das diversas espécies de plantas ingeridas e que não foram digeridos (CORBETT, 1978; VAN SOEST, 1982). Este método é moroso e requer um treino especial de quem esteja encarregado das observações. Embora se possam identificar e quantificar espécies que contribuam com mais de 5% em peso da dieta (TOTHILL, 1978) é difícil relacionar os resultados com a composição química da forragem ingerida (VAN SOEST, 1982). A epiderme de algumas plantas, normalmente as mais digestíveis como o trevo branco, pode não sobreviver à digestão e estar ausente das fezes, ou dividir-se em fragmentos muito pequenos difíceis de identificar (ROBARDS, 1981), provocando erros de avaliação da composição botânica da dieta ingerida (CORBETT, 1978). Esta técnica tem especial aplicação no estudo da dieta de animais selvagens.

3.2.1.4 COLHEITA DE AMOSTRAS ATRAVÉS DE FÍSTULA

A utilização de animais fistulados, quer no esófago, quer

no rúmen, permite uma aproximação mais directa à composição química e botânica da dieta dos animais em pastoreio (VAN SOEST, 1982). A amostragem a partir de animais fistulados no rúmen obriga à prévia remoção de todo o conteúdo do rúmen e retículo (HARRIS *et al.*, 1967) ou apenas de parte, de forma a expor o ponto de entrada do alimento no rúmen (LE DU e PENNING, 1982). Após a remoção total do conteúdo reticulo-ruminal, os animais pastam livremente durante 30 a 45 minutos, ao fim dos quais é recolhido todo o material ingerido, e repostos o conteúdo inicial (HARRIS, 1967; OLSON, 1991). Na remoção parcial do conteúdo ruminal é permitido ao animal pastar enquanto um operador introduz um braço através da fístula, para apanhar o material ingerido, à medida que cai do cárdia (LE DU e PENNING, 1982). Este segundo método de colheita exige a utilização de animais muito dóceis e treinados para facilitarem a sua manipulação, o que levanta algumas dúvidas, quanto a estes animais poderem ser considerados representativos da população normal. Acresce que, para a utilização de qualquer dos métodos, é necessário que a fístula tenha um diâmetro elevado, que permita a fácil introdução do braço. Este facto impede a utilização desta técnica com ovinos ou bovinos jovens (LE DU e PENNING, 1982). Este método tem a vantagem de permitir a colheita total do material ingerido durante um determinado tempo e de permitir colher maior quantidade de amostra, embora o tempo de colheita seja limitado para evitar a maior contaminação da amostra com N, por difusão da ureia sanguínea para o rúmen sob a forma de amónia, e evitar a perda de glúcidos solúveis (OLSON, 1991).

As técnicas acima descritas apresentam, todas elas, sérias limitações à avaliação da composição da dieta de animais em pastoreio (ARNOLD *et al.*, 1964), sendo geralmente aceite que a amostragem por fístula esofágica é aquela que fornece os dados mais válidos (ARNOLD *et al.*, 1964; LESPERANCE *et al.*, 1974; GRANT *et al.*, 1985) e a que possui mais vantagens, eliminando os erros humanos mais eficientemente (LESPERANCE *et al.*, 1974). Desde a primeira descrição por TORREL (1954), que as técnicas cirúrgicas e tipos de cânulas (VAN DYNE e TORREL, 1964; HARRIS *et al.*, 1967; McMANUS, 1981) têm vindo a ser melhoradas, permitindo hoje a utilização generalizada desta técnica em estudos nutricionais de animais em pastoreio (CORBETT, 1978). Segundo MELJS (1981), a exactidão na obtenção de estimativas da composição química, botânica e da digestibilidade do material vegetal seleccionado pelos animais em pastoreio, utilizando a técnica da fístula esofágica depende:

- da semelhança entre as dietas seleccionadas por animais fistulados e não fistulados.
- da semelhança entre as amostras colhidas através da fístula (amostra esofágica) e a erva consumida.
- da possibilidade de obter uma amostra esofágica representativa.
- da validade das estimativas de nutrientes e da digestibilidade da amostra esofágica.

As amostras colhidas em animais fistulados no esófago são utilizadas para calcular a digestibilidade da dieta e a ingestão de animais intactos que com eles pastam a mesma área, podendo-

se questionar até que ponto os animais fistulados representam, no seu comportamento alimentar e na dieta que seleccionam, a população dos animais não fistulados (FORBES e BEATTIE, 1987). ARNOLD *et al.* (1964) compararam, em vários ensaios, a variação de peso vivo, o peso ao nascimento e crescimento dos borregos, o tempo de pastoreio e a ingestão de erva de ovelhas fistuladas e não fistuladas no esófago. Os ganhos de peso foram semelhantes, nos dois grupos de animais, durante a gestação e entre a parição e a tosquia, tendo, inclusivamente, sido nulas no ensaio com maior número de animais (vinte ovelhas fistuladas e vinte não fistuladas). Em nenhum dos anos de ensaio, quer o peso ao nascimento, quer a taxa de crescimento dos borregos das ovelhas fistuladas ou intactas diferiu significativamente. As diferenças no tempo de pastoreio e na quantidade estimada de erva ingerida também não foram significativas, concluindo os mesmos autores que ovinos com fistula esofágica têm tempos de pastoreio, ingestão estimada de erva e produções similares a ovinos normais. ELLIS *et al.* (1984), em diversos ensaios com bovinos, observaram que a composição fecal e o total de fezes excretadas não diferiam significativamente entre animais canulados e não canulados, indicando que as dietas destes animais eram qualitativa e quantitativamente semelhantes. A resultados semelhantes, chegaram FORBES e BEATTIE (1987), que observaram não haver diferenças significativas na taxa de dentadas e na composição botânica da dieta de animais fistulados e não fistulados. Observaram também uma diferença que, embora pequena era consistente, no teor em N das fezes. Os autores atribuíram essa diferença mais a uma menor retenção de N nos animais

fistulados, do que a uma diferença na selectividade, visto que o teor fecal em ADL era semelhante nos dois grupos de animais. Contudo COATES *et al.* (1987) demonstraram que a composição de amostras esofágicas colhidas em bovinos não fornecia uma avaliação satisfatória da dieta consumida por animais residentes. Os resultados obtidos por estes autores podem ter sido, de alguma forma, influenciados pela utilização de animais fistulados visitantes, que só eram introduzidos na pastagem a amostrar, 2 dias antes do início das colheitas e que eram sujeitos a jejum durante toda a noite e a 1,5 horas antes das colheitas da manhã e da tarde, respectivamente.

Devem ser feitos todos os esforços para assegurar que os animais fistulados pastem de forma semelhante ao grupo principal e por isso eles deverão estar familiarizados com a associação de plantas e o meio ambiente geral, sendo aconselhável manter os animais fistulados com os outros animais, na pastagem experimental, o maior tempo possível antes da colheita das amostras (ARNOLD *et al.*, 1964; LE DU e PENNING, 1982; HOLECHEK e VAVRA, 1983). A altura das colheitas das amostras esofágicas deve coincidir com o período de máxima actividade de pastoreio de todo o grupo (LE DU e PENNING, 1982), devendo-se evitar o jejum durante a noite, assim como se devem utilizar animais fistulados com idade, raça e estado fisiológico idênticos aos dos animais cuja ingestão da pastagem se pretende determinar (ARNOLD *et al.*, 1964). Diversos autores (ARNOLD *et al.*, 1964; McMANUS, 1981; MEIJS, 1981; LE DU e PENNING, 1982; FORBES e BEATTIE, 1987) consideram, com base nos resultados conhecidos,

que, se forem respeitadas as normas de manejo acima descritas, os animais fistulados no esófago seleccionam uma dieta, semelhante na composição botânica e na digestibilidade, à seleccionada por animais não fistulados, sendo o seu comportamento alimentar semelhante.

Vários factores têm sido apontados como podendo afectar a composição química das amostras das pastagens, colhidas através de fístula esofágica, podendo contribuir para que elas não sejam representativas da dieta ingerida ao longo do dia, quer pelos animais fistulados, quer pelos não fistulados, que pastem conjuntamente. Os principais factores que têm sido estudados prendem-se com a contaminação pela saliva, mastigação parcial, possível regurgitação, recuperação incompleta da amostra, lavagem das amostras, desidratação das amostras, jejum prévio às colheitas e diferenças entre amostras colhidas ao longo do dia.

A colheita de amostras da pastagem ingerida por animais fistulados é indissociável da sua contaminação com saliva. Na tentativa de reduzir esta contaminação, têm sido utilizados sacos para colheita de amostras esofágicas com o fundo em rede, que permitem a drenagem de parte da saliva (HARRIS *et al.*, 1967; ACOSTA e KOTHMANN, 1978; COHEN, 1979), ou ainda, espremer a amostra esofágica numa gaze (LESPERANCE *et al.*, 1974). Apesar destas técnicas reduzirem a quantidade de saliva, é impossível eliminá-la totalmente e, por consequência, a contaminação por sais e MO salivar é inevitável. A quantidade de saliva adicionada

por kg de alimento ingerido é muito variável, diminuindo com níveis de ingestão mais elevados e aumentando, por exemplo, com alimentos mais fibrosos (DOYLE *et al.*, 1982), ou com o aumento do tempo de colheita da amostra (LE DU e PENNING, 1982) sendo, por isso, muito difícil contabilizar o grau de contaminação. A adição de saliva à amostra esofágica provoca um aumento do teor em cinzas em relação à forragem oferecida (LESPERANCE *et al.*, 1960-*a*; GRIMES *et al.*, 1965; HARRIS *et al.*, 1967; BARTH *et al.*, 1970; LESPERANCE *et al.*, 1974), devendo, por isso, os resultados da análise química dos compostos orgânicos ser expressa em % da MO e não em % da MS (GRIMES *et al.*, 1965; BARTH *et al.*, 1970). O fósforo, potássio e sódio são também adicionados em quantidades significativas, não devendo utilizar-se a amostra esofágica para o seu doseamento no material ingerido (LESPERANCE *et al.*, 1974).

A saliva também é responsável pela contaminação da amostra esofágica com N proveniente das suas mucoproteínas e N amoniacal e ureico. A quantidade de ureia na saliva está positivamente correlacionada com a sua concentração plasmática (SOMERS, 1961, cit. por EGAN *et al.*, 1986), embora a concentração baixe com taxas de fluxo de saliva elevadas, calculando-se que, em ovinos, ela adiciona entre 0,5 e 2 g de N/kg de MS consumida (EGAN *et al.*, 1986). A generalidade dos autores que têm estudado as diferenças existentes no teor em N, entre a forragem consumida e a amostra esofágica, não encontraram diferenças significativas, considerando, portanto, que os teores em N ou PB da amostra esofágica representavam os teores na erva consumida

(BATH *et al.*, 1956; LESPERANCE *et al.*, 1960-a; ARNOLD *et al.*, 1964; GRIMES e WATKIN, 1965; HARRIS *et al.*, 1967; McMANUS, 1980; CHENOST, 1986; DOVE e McCORMACK, 1986; OLSON, 1991). Alguns autores (BARTH e KAZZAL, 1971; SCALES *et al.*, 1974) consideram que existe um equilíbrio entre o N adicionado pela saliva e o N alimentar arrastado por ela, quando a amostra esofágica é espremida.

Têm sido apontadas outras alterações na composição química da amostra esofágica, como uma diminuição do teor em glúcidos solúveis ou extractivos não azotados (ENA) (LESPERANCE *et al.*, 1960-a; HOEHNE *et al.*, 1967; BARTH *et al.*, 1970) e um aumento nos constituintes da parede celular, ou em alguma das suas fracções, ou da FB (LESPERANCE *et al.*, 1960-a; HOEHNE *et al.*, 1967; BARTH *et al.*, 1970). Estas alterações são dificilmente explicadas pela adição de saliva (HARRIS *et al.*, 1967) procurando-se mais a sua justificação no processamento das amostras após as colheitas, nomeadamente no que diz respeito à remoção da saliva e aos métodos de desidratação. Quando se espreme uma amostra esofágica, obtêm-se uma fracção líquida, cuja MO é parte de origem salivar e parte glúcidos e N solúvel, provenientes da erva e libertados durante a mastigação (ACOSTA e KOTHMANN, 1978; CORBETT, 1978). O arraste destes compostos orgânicos solúveis resulta num aumento aparente dos compostos da parede celular. Aliás já GRIMES *et al.* (1965) observaram que, drenando e não considerando a fracção líquida, havia uma perda significativa de glúcidos solúveis e um aumento correspondente na % de celulose. Aos mesmos resultados chegaram ACOSTA e KOTHMANN (1978), que, comparando amostras esofágicas colhidas em sacos com o

fundo em rede ou fechados, verificaram uma diminuição no teor em amido e sacarose nas amostras colhidas no saco com fundo de rede. É pois aconselhável, quando se pretende analisar o teor em glúcidos solúveis da forragem ingerida, não drenar a saliva ou, fazendo-o, conservar uma amostra da fracção líquida para a análise, para posteriormente adicionar o seu conteúdo em glúcidos solúveis à mesma fracção da amostra escorrida (GRIMES *et al.*, 1965).

Um outro factor que poderá ser responsável pela diminuição do teor em glúcidos solúveis e um aumento dos compostos da parede celular, e principalmente do ADF e lenhina, é a temperatura de desidratação das amostras esofágicas. VAN SOEST (1964) indica que a desidratação de forragens, a uma temperatura superior a 50 °C, resulta num aumento do ADF e da lenhina das amostras, acrescentando que a erva imatura rica em proteína é particularmente sensível aos danos por aquecimento. Este aumento é devido a reacções de Maillard (VAN SOEST, 1982), em que os açúcares são degradados pelo efeito da temperatura, condensando-se com ácidos aminados e polimerizando-se. Esta reacção, que tem a água como catalisador (VAN SOEST, 1964), origina um polímero que possui as principais características físicas e químicas da lenhina e é quantitativamente recuperável no ADF e na lenhina (VAN SOEST, 1982). As temperaturas elevadas também podem provocar uma perda de substâncias, especialmente glúcidos solúveis e N (LE DU e PENNING, 1982). ACOSTA e KOTHMANN (1978) observaram que amostras de erva e amostras esofágicas liofilizadas perdiam menos MO e menos glúcidos não estruturais do que

as mesmas amostras, secas ao ar ou em estufa a 60 °C, sendo ainda as perdas de MO menores nas amostras de erva do que nas amostras esofágicas, o que indica que o teor mais elevado em humidade destas, a temperatura e a maior duração da secagem influenciam as perdas de MO. Pelo contrário, o teor em celulose e ADL aumentava nas amostras secas ao ar ou em estufa, embora, se os valores fossem corrigidos para a MO inicial (MO inicial = MO da amostra desidratada + MO perdida durante a secagem), as diferenças entre métodos de secagem desapareciam. Este facto levou ACOSTA e KOTHMANN (1978) a sugerir que a maior parte do aumento na percentagem de ADL, normalmente atribuído a reacções de Maillard, parece ser resultante da perda de outros constituintes orgânicos. Concluem que a desidratação ao ar ou em estufa não é um método satisfatório para desidratar amostras esofágicas.

KARN (1986) comparou o efeito da secagem por liofilização, em estufa tradicional ou em forno de microondas, sobre a composição química de amostras esofágicas de forragens. As cinzas, o N e a hemicelulose não foram afectados pelo método de secagem, enquanto que a concentração em ADF, o N do ADF e o NDF apresentaram uma tendência para serem superiores nas amostras secas em forno de microondas ou em estufa, em comparação com as que foram liofilizadas. As amostras sujeitas a mais de 30 minutos de secagem no forno de microondas apresentaram uma digestibilidade da MO, determinada *in vitro*, superior aos outros tratamentos, indicando uma alteração química das amostras expostas às microondas por um período alargado. Os

dados deste ensaio sugerem que as amostras esofágicas podem ser desidratadas durante 15 a 30 minutos em forno de microondas, seguida por secagem em estufa convencional a 50 °C, sem que haja alterações substanciais da composição química. O mesmo autor (KARN, 1991), num ensaio semelhante, conclui que, se se pretender determinar as cinzas ou o N em amostras esofágicas, amostras cortadas à mão ou fezes, a desidratação em forno de microondas ou estufa é satisfatória mas, se se pretender determinar os teores em fibra do mesmo material, as amostras deverão ser liofilizadas. BURRIT *et al.* (1988) compararam o resultado na composição química de amostras esofágicas, liofilizadas, ou secas em estufa a 40 °C. As alterações verificadas devidas ao método de desidratação, foram suficientemente elevadas para conduzir a possíveis conclusões erradas acerca da qualidade da forragem, chegando a indicar teores em fibra mais elevados em forragens imaturas do que em forragens secas, pelo que se concluiu que a liofilização é o único meio seguro de desidratar amostras colhidas no esófago.

O jejum, dos animais fistulados no esófago, antes das colheitas, é frequentemente praticado em estudos de pastagens. Com ele pretende-se que os animais pastem activamente nas alturas em que se realizam as colheitas e o façam mais rapidamente, colhendo maior quantidade de material num determinado tempo de colheita, além de pretender evitar-se a contaminação da amostra esofágica com material regurgitado (SIDAHMED *et al.*, 1977; GREENWOOD e DEMMENT, 1988). Contudo, os animais esfomeados podem não ter o mesmo padrão de selectivida-

de e o mesmo comportamento alimentar que os animais não sujeitos a jejum (ARNOLD *et al.*, 1964). SIDAHMED *et al.* (1977) consideram que o jejum prolongado pode afectar a composição e a digestibilidade *in vitro* das amostras esofágicas, não sendo todos os constituintes químicos afectados da mesma forma pelo jejum e parecendo haver também uma interacção entre o tempo de jejum e o tipo de pastagem.

A recuperação do material ingerido na amostra esofágica é variável, dependendo das características físicas da forragem consumida (ARNOLD *et al.*, 1964; GRIMES e WATKIN, 1965), do tamanho e localização da fístula (ARNOLD *et al.*, 1964; COHEN, 1979) e da manutenção ou não da cânula na fístula durante as colheitas. A não recuperação completa do material ingerido pode conduzir à obtenção de uma amostra não representativa (LE DU e PENNING, 1982). Para aumentar a recuperação do material ingerido, alguns autores sugerem a utilização de um tampão de borracha introduzido no esófago a jusante da fístula (CORBETT, 1978; LE DU e PENNING, 1982), o que por vezes não resulta em recuperações mais elevadas e os animais estranham o tampão diminuindo a ingestão de alimento e salivando abundantemente (CHENOST, 1986). Devido aos diferentes hábitos alimentares dos ruminantes, tendendo os ovinos a mastigar mais finamente o alimento ingerido do que os bovinos, a recuperação da dieta poderá ser um problema maior nos segundos do que nos primeiros (LESPERANCE *et al.*, 1974).

LESPERANCE *et al.* (1960b) observou uma grande diminuição do teor em fibra da amostra esofágica, atribuindo-a a uma baixa

recuperação do material ingerido, pela passagem para o rúmen das porções mais fibrosas do alimento. Pelo contrário ARNOLD *et al.* (1964), GRIMES e WATKIN (1965) e COHEN (1979), com recuperações que oscilaram entre 10% e 100%, concluíram que a percentagem de recuperação não influiu na representatividade da amostra, não sendo causa de erro na avaliação da composição química e do valor nutritivo do alimento ingerido. FISHER *et al.* (1989) amostraram pastagens com bovinos fistulados no esófago, com ou sem tampão, não tendo encontrado diferenças quer no NDF das amostras, quer na distribuição das partículas alimentares por tamanhos.

Os ruminantes têm até 8 a 10 períodos de pastoreio por dia, dependendo da estação do ano, e a selectividade modifica-se com o aumento da saciedade do animal e com modificações das condições climatéricas e da pastagem, sendo de esperar variações ao longo do dia e entre dias na composição da amostra esofágica (McMANUS, 1980). ARNOLD *et al.* (1964) não encontraram diferenças significativas no N, nos glúcidos solúveis e na percentagem de gramíneas da amostra esofágica colhida de manhã ou à tarde, não diferindo também a quantidade colhida por dentada (CHACON e STOBBS, 1977). Já COHEN (1979) obteve resultados variáveis, tendo observado, numa pastagem, que o N e a digestibilidade não variavam entre as colheitas da manhã e da tarde, enquanto que noutra pastagem o teor em N diferia em dois dias de colheitas, num total de quatro, e a digestibilidade das amostras colhidas de tarde era significativamente superior à das da manhã. VAN DYNE e HEADY (1965) cit. por McMANUS (1980) relataram que os

bovinos, mas não os ovinos, tinham um maior teor em N na dieta ingerida de tarde do que na de manhã. No mesmo sentido vão as observações de HOLECHEK e VAVRA (1983) e COATES *et al.* (1987) em bovinos, onde verificaram diferenças significativas na composição botânica de amostras esofágicas colhidas da parte da manhã ou da parte da tarde.

Na utilização de animais fistulados no esófago tem-se verificado uma variação significativa entre animais, na dieta seleccionada (ARNOLD *et al.*, 1964; HOLECHEK e VAVRA, 1983) que, por vezes, é superior à encontrada entre colheitas e tratamentos. ARNOLD *et al.* (1964) verificou igualmente diferenças significativas no N da dieta seleccionada em dias consecutivos. Devido à grande variação entre animais, LE DU e PENNING (1982) consideram que um desenho experimental em que os mesmos animais fistulados seriam utilizados para amostrar todos os tratamentos, seria o mais apropriado, pois permitiria isolar e remover o efeito da variação animal e diminuir o número de animais necessários. Contudo, devido à necessidade dos animais fistulados conhecerem bem as pastagens, como referimos atrás, este desenho experimental é desaconselhado, principalmente em pastagens cuja composição é muito heterogénea, preferindo-se uma boa adaptação dos animais à pastagem que poderá resultar numa diminuição da variabilidade entre animais (LE DU e PENNING, 1982). HOLECHEK e VAVRA (1983) aconselham a manutenção dos mesmos animais fistulados nas mesmas pastagens, quando o objectivo é comparar pastagens dentro dos anos e entre anos, pois permite eliminar as variações nos hábitos alimentares de um animal e o efeito da

dieta na composição química da saliva e no valor nutritivo da amostra esofágica. Para obter valores médios correctos para um constituinte da dieta, ARNOLD *et al.* (1964) aconselham a utilização de, pelo menos, três animais e três dias consecutivos de colheitas por tratamento. Contudo, com este número de animais, a diferença entre as médias dos tratamentos tem de ser elevada para que se verifiquem diferenças significativas.

Em síntese: considerando as diversas técnicas, atrás referidas, para a determinação da qualidade da dieta ingerida e as condições do nosso ensaio, nomeadamente o tratar-se de pastagens muito heterogéneas, com árvores e arbustos e com grandes variações estacionais, implantadas em áreas com uma dimensão razoável, optámos pela utilização de animais fistulados no esófago. Consideramo-la uma ferramenta muito útil no estudo de pastagens e a técnica actualmente disponível, que pode fornecer resultados mais próximos da realidade, desde que os procedimentos considerados mais correctos para o maneo dos animais, colheita de amostras e seu processamento sejam observados e se tenha cautela nas conclusões, baseadas em dados obtidos por esta técnica. Acresce ainda que, segundo HARRIS *et al.* (1967), a amostragem pelo próprio animal é mais sensível a modificações na qualidade e quantidade da forragem disponível.

3.2.2 DIGESTIBILIDADE DA PASTAGEM

A determinação da digestibilidade da pastagem é, como já

afirmámos, fundamental para o estabelecimento do seu valor nutritivo e um passo indispensável para o cálculo da ingestão da pastagem pelos animais em pastoreio. Não se pode medir directamente com os animais em pastoreio, pois se é fácil conhecer a quantidade de fezes excretadas, já a quantidade de MS ou MO ingerida é desconhecida. Poder-se-ia cortar a pastagem e fornecê-la a animais colocados em caixas metabólicas, realizando-se um ensaio clássico de determinação da digestibilidade *in vivo*; contudo a forragem colhida não representaria necessariamente a pastagem consumida pelos animais em pastoreio, pois estes são livres de seleccionar a sua dieta (STREETER, 1969), que pode diferir consideravelmente da composição da pastagem. Os ovinos são particularmente discriminatórios, referindo McDONALD (1968) que, numa pastagem mista de trevos e gramíneas, os ovinos consumiram apenas gramíneas, embora a observação da pastagem sugerisse que os trevos constituíam a componente principal da dieta. WALLACE e DENHAM (1970) determinaram a digestibilidade da pastagem, fornecendo a ovinos estabulados forragem colhida por bovinos fistulados no esófago e em pastoreio. Este método permitiu a realização de um ensaio de digestibilidade convencional, não sujeito aos erros dos métodos indirectos, exigindo, todavia, um número relativamente elevado de bovinos fistulados e a colheita de amostras, uma hora de manhã e outra de tarde.

Devido às dificuldades sentidas, foram desenvolvidos métodos indirectos que permitissem estimar, com o maior rigor possível, a digestibilidade da dieta ingerida. Entre eles, destacam-se a digestibilidade *in vitro* e os métodos baseados no índice

fecal e na razão entre a concentração de uma determinada substância no alimento e a concentração da mesma substância nas fezes (McDONALD, 1968; STREETER, 1969; WILSON *et al.*, 1971; SCALES *et al.*, 1974; CORBETT, 1978; LE DU e PENNING, 1982).

Em muitos ensaios de pastoreio tem sido utilizada a digestibilidade *in vitro*, quer de amostras da pastagem, quer de amostras esofágicas, como forma de estimar a digestibilidade da pastagem. Entre os métodos *in vitro* existentes, os de TILLEY e TERRY (1963), VAN SOEST *et al.* (1966) e das celulases (AUFRERE, 1982) têm sido os mais utilizados. Geralmente, quando se aplica o método de TILLEY e TERRY para estimar a digestibilidade, assume-se uma relação igual à unidade (LE DU e PENNING, 1982). Esta suposição nem sempre é válida, como apontam os resultados de CHENOST (1986), em que a utilização directa dos resultados da digestibilidade calculada *in vitro*, ou pelas celulases, conduzia a erros graves na estimativa da digestibilidade da erva, obrigando à realização de ensaios simultâneos com animais estabulados, a fim de se obterem equações de regressão, para correcção dos valores da digestibilidade *in vitro* e pelas celulases e que, apesar disso, possuem um erro residual elevado. As mesmas conclusões chegaram ARMSTRONG *et al.* (1989) que encontraram duas equações de regressão significativamente diferentes, uma para forragens de alta digestibilidade e outra para forragens com baixa digestibilidade, e sem a utilização das quais, a digestibilidade *in vitro* subestimava a digestibilidade da forragem. Alguns dos erros cometidos na estimativa da digestibilidade *in vivo*, a partir da digestibilidade *in vitro*, podem ser reduzidos se se

incluir, em cada grupo de análises, padrões de digestibilidade *in vivo* conhecida, fazendo-se a estimativa das amostras desconhecidas a partir de equações de regressão derivadas dos padrões (McDONALD, 1968). ARMSTRONG *et al.* (1989) aconselham a utilização de padrões obtidos a partir das comunidades vegetais, similares àquelas de onde as amostras desconhecidas foram colhidas. A digestibilidade *in vitro* de amostras esofágicas é ligeiramente superior ao alimento correspondente, devido à ensalivação e à mastigação (MEIJS, 1981; ARMSTRONG *et al.*, 1989) e, por isso, amostras esofágicas deverão ser utilizadas como padrões, na determinação da digestibilidade *in vitro* (CORBETT; 1978; ARMSTRONG *et al.*, 1989).

A digestibilidade *in vivo* não é uma característica constante da erva pastoreada (TILLEY e TERRY, 1963) podendo variar, conforme seja determinada por bovinos ou ovinos (SCNEIDER e FLATT, 1975), com o nível da ingestão alimentar (CORBETT, 1981a; MEIJS, 1981), efeitos associativos dos alimentos (MEHREZ *et al.*, 1983), taxa de passagem (ELLIS, 1978) ou com a forma de apresentação do alimento (VAN ES e VAN DER MEER, 1980). Particularmente o nível de ingestão alimentar pode afectar a eficiência digestiva e introduzir uma fonte de erro na estimativa da digestibilidade (MEIJS, 1981; ARMSTRONG *et al.*, 1989). Estes factos colocam um limite ao rigor com que a digestibilidade *in vivo* pode ser predita a partir de qualquer análise da forragem (TILLEY e TERRY, 1963), incluindo a digestibilidade *in vitro*. Esta é uma técnica criada para fornecer dados reproduzíveis, que se aproximam dos obtidos *in vivo*, mas que não pretende simular o que

que acontece durante o processo digestivo no animal (VAN ES e VAN DER MEER, 1980), não conseguindo detectar diferenças entre alimentos resultantes de alterações na taxa de digestão, ou de passagem, provocadas por variações na ingestão ou tamanho da partícula. CORBETT (1981) refere ainda que a digestibilidade nos animais em pastoreio pode ser baixa por o alimento ser deficiente num nutriente, como por exemplo o enxofre. Os valores *in vitro* obtidos para aquela pastagem seriam erróneos, se obtidos com fluido ruminal, que contém quantidades suficientes do nutriente e também se obtidos com celulases, pois a actividade deste enzima não é afectada por tais deficiências.

Pelos problemas acima referidos com a estimativa da digestibilidade a partir da técnica *in vitro*, qualquer que seja o método utilizado, necessita-se de meios que permitam, a partir dos próprios animais em pastoreio, ajustar os valores obtidos *in vitro* para determinadas circunstâncias particulares como o estado fisiológico, nível de ingestão, selectividade e deficiência em nutrientes (CORBETT, 1981). Em alternativa, dispõe-se de técnicas que permitem, a partir dos animais em pastoreio, determinar a digestibilidade, sendo uma das primeiras e das mais utilizadas, o índice fecal. Esta técnica consiste numa estimativa da digestibilidade a partir da composição das fezes, necessitando de uma série de ensaios de digestibilidade convencionais com forragens de diversas digestibilidades. Depois de medir a concentração de uma determinada substância nas fezes, desenvolve-se uma equação que expresse a melhor relação entre o teor da substância nas fezes e a digestibilidade. Mediante a concentração da substância esco-

lhida nas fezes produzidas pelos animais em pastoreio e introduzindo este valor na equação, obtém-se uma estimativa da digestibilidade da erva consumida (STREETER, 1969). Esta técnica, tem a vantagem de não precisar de amostras representativas do alimento ingerido, dispensando a utilização de animais preparados cirurgicamente, e de se poder obter uma estimativa da digestibilidade do alimento em cada animal sujeito a estudo, o que não é possível na utilização da digestibilidade *in vitro* (CORBETT; 1978).

Várias substâncias têm sido testadas, mas a primeira e ainda a mais utilizada como índice fecal é o N. LANCASTER (1949), cit. por STREETER (1969), demonstrou existir uma relação estreita entre o N fecal e a digestibilidade da MO. O N fecal é principalmente de origem microbiana, contendo ainda restos da mucosa intestinal e secreções intestinais não reabsorvidas (VAN SOEST, 1982) e, segundo BLAXTER e MITCHELL (1948) cit. por CORBETT (1978) a quantidade excretada está relacionada com a quantidade de MS ingerida e, por isso, a sua concentração nas fezes aumenta com o aumento da digestibilidade. No início da utilização do N fecal, assumiu-se que o N excretado em g/100 g de MO ingerida era um valor fixo (CORBETT, 1978) tendo-se procurado desenvolver regressões gerais que se aplicassem a um grande número de pastagens com um erro de cálculo baixo (RAYMOND *et al.*, 1954). Estas relações gerais mostraram-se muito imprecisas, com desvios padrões residuais elevados ($\pm 5,7$), inviabilizando a sua utilização no cálculo da digestibilidade e da ingestão alimentar dos animais em pastoreio (CORBETT, 1978). É desejável que as relações a utilizar se baseiem em erva proveniente de uma

pastagem semelhante ou da mesma pastagem utilizada pelos animais em ensaio. O desenvolvimento de regressões locais ajustadas a cada situação permite estimativas da digestibilidade muito mais precisas (CORBETT, 1978; MEIJS, 1981).

Alguns autores têm utilizado equações múltiplas em que, para além do N fecal, são incluídas outras variáveis, como a quantidade de MO excretada (ARMSTRONG *et al.*, 1989), percentagem de N na dieta e mês do ano (ARNOLD e DUDZINSKI, 1963), EE, MS e Na (HOLLOWAY *et al.*, 1981), granulometria, teor em matéria solúvel em água, cinzas e densidade das fezes (CHENOST, 1986). Com a utilização das equações múltiplas tem-se conseguido uma melhor explicação das variações observadas e uma melhoria significativa no cálculo da digestibilidade (HOLLOWAY *et al.*, 1981).

Com a utilização de equações locais, o N fecal tem provado ser um bom parâmetro para avaliar a digestibilidade *in vivo* (SCALES *et al.*, 1974; CORBETT, 1978; HOLLOWAY *et al.*, 1981; BARTIAUX-THILL e OGER, 1986; CHENOST, 1986), enquanto que WILSON *et al.* (1971) consideram-no aplicável à determinação da digestibilidade de herbáceas mas não à de arbustivas.

O desenvolvimento de regressões locais, além de aumentar consideravelmente o trabalho experimental, só se pode fazer quando a pastagem tiver altura suficiente para ser cortada, o que não acontece, com frequência, em pastagens da zona mediterrânica, impossibilitando a aplicação mais correcta desta técnica. Mesmo com o desenvolvimento de regressões locais, podem manter-

se alguns erros quando se aplicam aos animais em pastoreio pois estes podem seleccionar quantidades desproporcionadamente elevadas de uma espécie ou ingerir mais a parte superior da erva do que a inferior, de tal forma que a relação do N fecal com a digestibilidade se diferencia daquela obtida com erva cortada e fornecida a animais estabulados (McDONALD, 1968; CORBETT, 1978). Esta técnica é, pois, de pouca utilidade em condições de pastoreio contínuo ou em situações em que a selectividade se possa manifestar fortemente (LE DU e PENNING, 1982).

A concentração de cromogéneos nas fezes foi apontada por REID *et al.* (1952), cit. por MEIJS (1981), como também podendo ser utilizada como um indicador fecal. Vários autores encontraram resultados semelhantes com os cromogéneos e com o N fecal, apresentando as respectivas equações, desvios semelhantes (MEIJS, 1981). Apesar dos bons resultados obtidos com algumas forragens, os cromogéneos foram praticamente abandonados, pois só com culturas verdes e uniformes, onde a concentração de pigmentos é elevada, se conseguem bons resultados (VAN SOEST, 1982) e porque a técnica para a sua determinação é mais difícil e menos rigorosa do que a determinação do N, sendo os extractos muito instáveis na presença de luz (MEIJS, 1981).

A digestibilidade da pastagem pode ser determinada com exactidão pela razão entre a concentração de um componente indigestível da dieta (marcador interno) e do mesmo componente nas fezes (LE DU e PENNING, 1982). O termo de indicador ou marcador interno é utilizado para substâncias que ocorrem

naturalmente na forragem e se :

A_D = Concentração do marcador interno na MO do alimento

A_F = Concentração do marcador interno na MO das fezes

então o Coeficiente de Digestibilidade (CD) será

$$CD = 1 - \frac{A_D}{A_F}$$

indicando o termo A_D/A_F a indigestibilidade da dieta.

Esta técnica exige que o marcador interno não se altere na sua passagem através do animal e que seja quantitativamente recuperável ou seja:

$$\text{Ingestão} \times A_D = \text{Fezes} \times A_F$$

Qualquer recuperação diferente de 100% conduz a um erro na estimativa da digestibilidade, subestimando-a quando a recuperação é inferior a 100% e sobreestimando-a no caso contrário. A recuperação fecal do marcador é um meio útil para expressar o erro e a variabilidade associada a esta técnica (STREETER, 1969). A digestibilidade pode ser ajustada a partir da percentagem de recuperação do indicador e da sua digestibilidade, o que exige um ensaio com animais estabulados e colheita total de fezes (VAN SOEST, 1982).

Muitas substâncias têm sido estudadas como possíveis marcadores internos, incluindo a lenhina, a sílica que ocorre naturalmente nas plantas e os cromogéneos, mas nenhuma destas satisfaz completamente os requisitos de resistência à digestão ou a modificações químicas no tracto digestivo e de facilidade de

determinação (CORBETT, 1978).

A sílica como marcador interno tem dado resultados muito variáveis (STREETER, 1969; MEIJS, 1981), referindo VAN DYNE e LOFGREEN (1964) que ela pode acumular-se temporariamente no tracto digestivo do animal, causando excreções variáveis e erros no cálculo da digestibilidade, considerando-a de baixo valor como indicador, nas condições de pastoreio extensivo, por eles utilizados. A ingestão de solo pode interferir com a determinação da sílica, referindo CORBETT (1981) que se deve utilizar uma amostra esofágica para detectar e corrigir este facto.

REID *et al.* (1950) foram os primeiros a propor a utilização dos cromogéneos como um marcador interno, em estudos de digestibilidade, tendo encontrado uma recuperação média do marcador de 101%. Os cromogéneos são difíceis de extrair de algumas forragens (MEIJS, 1981) o que, aliado às dificuldades analíticas já referidas, limita a sua utilização como marcador interno.

A lenhina, tal como já afirmámos em 2.1.1, é um conjunto de substâncias da parede celular, insolúveis numa solução de ácido sulfúrico a 72%, que resistem à digestão, quer nos monogástricos quer nos ruminantes (VAN SOEST; 1982). Segundo esta definição, ela deveria servir como um indicador interno ideal e daí ser o marcador mais estudado e o mais utilizado em ensaios de pastoreio (VAN DYNE e LOFGREEN, 1964). Apesar do grande número de estudos que se têm realizado, utilizando-a como marcador interno, ela tem mostrado um comportamento muito variável, como se

QUADRO 3.1 Recuperação fecal (%) da lenhina e ADL (X ±EPM)

AUTOR	MÉTODO DE ISOLAMENTO	Nº DE DIETAS	RECUPERAÇÃO FECAL	EPM
ELAM <i>et al.</i> (1962)	ELLIS <i>et al.</i> (1946)	3	90	0,5
VAN DYNE e MEYER (1964) (ovinos)	"	1	82	---
IDEM (bovinos)	"	1	92	---
UNDESANDER <i>et al.</i> (1987)	H ₂ SO ₄ VAN SOEST (1963)	3	107,6	3,4
"	PERMANGANATO GOERING e VAN SOEST (1970)	3	79,2	2,2
KRYSL <i>et al.</i>	ADL	1	50,3	1,7
"	ADL	1	61,4	1,8
"	ADL	1	62	2,5
"	ADL	1	70,2	2,7
CLAR <i>et al.</i> (1988)	ADL	8	205,4	
COCHRAN <i>et al.</i> (1988)	ADL	1	132	2,2
"	ADL	1	114,9	1,5
"	ADL	1	107,3	1,5
"	ADL	1	99,6	2,6
JUDKINS <i>et al.</i> (1990)	ADL	1	92,3	5,4
"	ADL	1	72,4	3,8
"	ADL	1	113,9	4,2
"	ADL	1	69,7	3,9
"	ADL	1	99,2	3
"	ADL	1	38,4	5,5

pode observar no quadro 3.1, apresentando, por vezes, digestibilidades aparentes entre 20% e 40% (VAN SOEST, 1982) o que resulta em recuperações muito abaixo de 100%, enquanto que, noutras alturas, a recuperação fecal é muito acima daquele valor, como nos trabalhos de CLAR *et al.* (1988), em que encontraram uma recuperação média de 205%. Segundo diversos autores, a grande dificuldade encontra-se no isolamento conveniente deste conjunto de substâncias, que é facilmente contaminado por diversas fracções do alimento (STREETER, 1969; VAN SOEST, 1982) ou que pode sofrer alterações na sua estrutura durante a passagem no tubo digestivo (CORBETT, 1978).

Valores positivos para a recuperação da lenhina, como os relatados por CLAR *et al.* (1988), COCHRAN *et al.* (1988), JUDKINS *et al.* (1990) e UNDESANDER *et al.* (1987), são frequentemente atribuídos à formação de artefactos com a lenhina, durante o trânsito gastrointestinal (FAHEY e JUNG, 1983), nomeadamente de taninos e polifenóis, com eles relacionados (VAN SOEST, 1982). NELSON e RICHARDS (1978) cit. por COCHRAN *et al.* (1988) sugerem que, em algumas forragens, até 50% da lenhina pode conjugar-se com glúcidos para formar um complexo que é recuperável nas fezes mas que não é doseado no alimento. Na tentativa de melhorar a recuperação fecal da lenhina pela eliminação das substâncias contaminantes, COCHRAN *et al.* (1988) trataram as amostras com peróxido de hidrogénio em meio alcalino, ou antes ou depois da extracção com ADS, tendo obtido recuperações fecais da lenhina pré-tratada com H_2O_2 muito perto de 100% e digestibilidades calculadas a partir deste marcador, para as 8

dietas testadas, semelhantes à digestibilidade *in vivo*. A digestibilidade determinada pelos outros dois marcadores testados, lenhina e lenhina tratada com H_2O_2 no fim do processo de isolamento, era significativamente diferente. Utilizando as mesmas técnicas de isolamento, JUDKINS *et al.* (1990) observaram que a digestibilidade calculada a partir da lenhina tratada com H_2O_2 após o seu isolamento, era semelhante à digestibilidade *in vivo*, numa das dietas utilizadas enquanto que a lenhina com pré-extracção forneceu estimativas da digestibilidade diferentes da *in vivo*, não confirmando os bons resultados obtidos por COCHRAN *et al.* (1988).

A recuperação da lenhina é geralmente melhor em gramíneas com uma concentração elevada deste conjunto de substâncias (VAN SOEST, 1982), havendo uma variação considerável quando os valores de ADL são inferiores a 5% (STREETTER, 1969). Em termos práticos, VAN SOEST (1982) aconselha a limitar a utilização da lenhina como marcador interno a alimentos com mais de 6 a 7% de lenhina na MS.

A fibra indigestível, se pudesse ser adequadamente medida, deveria constituir um marcador interno útil para estimar a digestibilidade dos animais em pastoreio (LIPKE *et al.*, 1986). Segundo WILKINS (1969) cit. por PENNING e JOHNSON (1983a) a digestibilidade potencial da fibra é a digestibilidade máxima atingida quando as condições e a duração da fermentação não são factores limitantes. A extracção do resíduo de uma tal fermentação com detergente em meio neutro (NDS) ou em meio ácido (ADS) permitiria

isolar uma fracção, em princípio, totalmente indigestível no animal, só podendo abandonar os diversos compartimentos do tubo digestivo e o próprio animal por passagem (VAN SOEST, 1967) sendo designadas estas fracções por NDF indigestível (INDF) e ADF indigestível (IADF) respectivamente. A utilização dos detergentes permite eliminar resíduos indigestíveis de bactérias e azoto não alimentar (VAN SOEST, 1982) resultando uma fracção que faz parte integral da dieta e, em princípio, não sujeita a perdas na sua passagem pelo tubo digestivo (WALLER *et al.*, 1980), preenchendo os critérios de um marcador interno enunciados por FAICHNEY (1975) cit. por BERGER *et al.* (1979): 1) deverá ser estritamente não absorvível 2) não deverá afectar ou ser afectado pelo tracto gastrointestinal ou pela sua população microbiana, 3) deverá ser fisicamente similar ou estar intimamente associado ao material a ser marcado, e 4) o método de doseamento nas amostras da digesta deverá ser específico e sensível e não interferir com outras análises.

A maioria dos autores que utilizaram o INDF ou o IADF como marcadores, não utilizaram os mesmos métodos de isolamento como se pode observar no quad. 3.2 e 3.3. Em geral, utilizaram uma fermentação *in vitro* de amostras de alimentos e de fezes com licor ruminal, segundo o método de TILLEY e TERRY (1963), mas com um tempo de duração superior, que variou entre 96 e 168 h, seguindo-se a extracção com NDS ou ADS segundo GOERING e VAN SOEST (1970). PENNING e JOHNSON (1983b) e ARMSTRONG *et al.* (1989) extraíram previamente as amostras com ADS, sujeitando-as posteriormente à acção de celulasas. Algumas outras modificações

QUADRO 3.2 Recuperação fecal (%) do INDF ($\bar{X} \pm \text{EPM}$)

AUTOR	MÉTODO DE ISOLAMENTO	Nº DE DIETAS	RECUPERAÇÃO FECAL	EPM
LIPKE <i>et al.</i> (1986)	<i>in vitro</i> 6 dias + NDS	6	90,5	---
"	IDEM 7 dias	6	90,6	---
"	IDEM 8 dias	6	93,7	---
"	<i>in vitro</i> 6 dias + NDS	8	entre 78,1 e 101,6	2,9 e 11,5
"	<i>in situ</i> 6 dias + NDS	8	entre 84 e 108	0,3 e 7
"	<i>in vitro</i> 6 dias + NDS	5	94,1	2,9
"	"	3	130,4	3,6
"	"	9	96	1,5
COCHRAN <i>et al.</i> (1986)	<i>in vitro</i> 4 dias + NDS+ α amilase (30 min.)	1	101,2	---
"	"	1	43,2	---
"	"	1	96,6	---
"	"	1	91,5	---
JACOBS, B. (1975)	<i>in vitro</i> 6 dias + NDS	1	94,3	---
UNDERSANDER <i>et al.</i> (1987)	<i>in vitro</i> 4 dias + 48 h pepsina+ NDS	3	86	3,5
CLAR <i>et al.</i> (1988)	<i>in vitro</i> 7 dias + NDS	8	102,4	---
KRYSL <i>et al.</i> (1988)	<i>in vitro</i> 4 dias + 48 h Pepsina+ NDS	1	82	---
"	"	1	90,2	---
"	"	1	92,6	---
"	"	1	101,7	---
JUDKINS <i>et al.</i> (1990)	<i>in vitro</i> 4 dias + NDS	6	entre 61,7 e 93,2	2,9 e 6
"	<i>in vitro</i> 6 dias + NDS	6	entre 66,5 e 118,4	2,8 e 5,6

consistiram no tratamento prévio das amostras (WALLER *et al.*,

1980), ou após a fermentação *in vitro* (UNDERSANDER *et al.*, 1987; KRYSL *et al.*, 1988), com pepsina em solução ácida, enquanto que COCHRAN *et al.* (1986) adicionou α -amilase na extracção com NDS.

QUADRO 3.3 Recuperação fecal (%) do IADF (X \pm EPM)

AUTOR	MÉTODO DE ISOLAMENTO	Nº DE DIETAS	RECUPERAÇÃO FECAL	EPM
JACOBS, B. (1975)	<i>in vitro</i> 6 dias + ADS	1	92,2	---
COCHRAN <i>et al.</i> (1986)	<i>in vitro</i> 4 dias + ADS	1	99,1	---
"	"	1	45,7	---
"	"	1	94,1	---
"	"	1	89,6	---
UNDERSANDER <i>et al.</i> (1987)	<i>in vitro</i> 4 dias + 48 h Pepsina+ ADS	3	101,1	2,7
CLAR <i>et al.</i> (1988)	<i>in vitro</i> 6 dias + ADS	8	114,9	---
KRYSL <i>et al.</i> (1988)	<i>in vitro</i> 4 dias + 48 h Pepsina+ ADS	1	77,3	---
"	"	1	87,7	---
"	"	1	85,7	---
"	"	1	87,4	---
JUDKINS <i>et al.</i> (1990)	<i>in vitro</i> 4 dias + ADS	6	entre 62,7 e 97,4	3 e 5,6
"	<i>in vitro</i> 6 dias + ADS	6	entre 65,2 e 112,6	2,9 e 5,7

Vários autores estudaram a influência do tempo de fermentação na obtenção de um resíduo indigestível, tendo JACOBS (1975) e LIPKE *et al.* (1986) observado que, ao 6º dia de fermentação, o NDF residual se aproximava dos valores da assíntota, com diminuições adicionais até ao 8º dia, mas que não

alteravam a taxa de recuperação fecal e a determinação da digestibilidade, visto que os decréscimos, além de serem mínimos, eram proporcionais nas amostras do alimento e das fezes. PENNING e JOHNSON (1983a) observaram que a concentração da celulose nos alimentos necessitava de 6 dias para atingir a assíntota, enquanto que nas fezes eram necessários 10 dias. Os mesmos autores (1983b) utilizaram 10 dias de incubação com a celulase para a determinação do IADF, embora, ao 6º dia esta fracção já se encontrasse no espaço de 1% da assíntota.

Os resultados obtidos com estes marcadores têm sido bastante variáveis, como se pode observar pelas recuperações fecais indicadas nos quadros 3.2 e 3.3 . Quer BERGER *et al.* (1979), quer WALLER *et al.* (1980), que testaram o INDF e o IADF, como marcadores da fase sólida em estudos de fluxo, concluíram que eram bons marcadores para este fim, apresentando o IADF um erro padrão inferior ao INDF e conduzindo a estimativas do fluxo de azoto não amoniacal no abomasum idênticas às obtidas com o marcador externo Cr_2O_3 (WALLER *et al.*, 1980). Da mesma forma PENNING e JOHNSON (1983b) consideraram o IADF um bom marcador interno que permitiu prever a digestibilidade da MO, na gama de alimentos testados, com uma diferença de apenas 0,38 unidades de percentagem ($\pm 0,21$). JACOBS (1975) obteve recuperações para o INDF e IADF inferiores a 100% (94,3% $\pm 5,5$ e 92,2 $\pm 6,1$ respectivamente), o que, na opinião do próprio autor, se pode ter ficado a dever a ter considerado a mesma concentração de marcadores nos alimentos e nas sobras, não tomando na devida conta a selectividade animal.

Os valores de recuperação fecal do INDF, encontrados por LIPKE *et al.* (1986), não foram significativamente diferentes, se calculados a partir da fermentação *in vitro* ou *in situ*, assim como entre réplicas da mesma amostra, fermentadas *in vitro* em conjuntos diferentes. Estes mesmos autores encontraram, porém, uma interação negativa entre a recuperação fecal de INDF e o teor em INDF do alimento, tendo a recuperação sido superior a 100% nas dietas de melhor qualidade, constituídas por azevém fornecido em verde ou ensilado. Em contrapartida COCHRAN (1986) obteve recuperações fecais quase completas, quer para o INDF quer para o IADF, em dietas de fenos, enquanto que com alimentos fornecidos em fresco a recuperação fecal foi inferior a 50%. Vários autores observaram que a digestibilidade do feno de luzerna, fornecido só, ou associado a um cereal, era correctamente avaliada pela relação do INDF ou IADF no alimento e nas fezes (COCHRAN *et al.*, 1986; KRYSL *et al.*, 1988; JUDKINS *et al.*, 1990). CLAR *et al.* (1988) encontraram a melhor recuperação fecal média para o INDF (102,4) entre os diversos marcadores internos testados, permitindo-lhes calcular com pouco erro a digestibilidade de 4 fenos, de diferentes qualidades, fornecidos a 2 níveis.

A digestibilidade *in vivo* tende mais a ser subestimada do que sobreestimada quando é calculada a partir dos marcadores indigestíveis (COCHRAN *et al.*, 1986; LIPPKE *et al.*, 1986; KRYSL *et al.*, 1988; JUDKINS *et al.*, 1990), sugerindo que os desvios nos cálculos da digestibilidade com estes marcadores se devem sobretudo a perda de marcador fornecido, que pode ocorrer ou através de digestão parcial no animal ou na determinação labora-

torial. LIPKE *et al.* (1986) chamam a atenção para o facto de variações na determinação do INDF serem aumentadas entre 3 e 10 vezes no cálculo da sua recuperação fecal e daí que é muito importante prestar atenção a alguns pormenores da sua determinação. Segundo estes autores, a influência das condições de fermentação microbiana diminui e a influência das características da parede celular das forragens aumenta com o aumento do tempo de fermentação. Entre estes, poderá ter influência a falta de uniformidade no tamanho da partícula dos substractos fermentados, já que, quanto menor ela for, maior será a digestão *in vitro* da celulose (DEHORITY e JOHNSON, 1961), o que se encontra de acordo com a relação negativa encontrada por LIPKE *et al.* (1986) entre a recuperação do INDF e o tamanho da partícula.

A elevada recuperação fecal do INDF com dietas de azevém pode ser devida a perdas diferenciais de partículas dos alimentos e das fezes através do cadinho filtrante (LIPKE *et al.*, 1986). Um pequeno erro na determinação do INDF do azevém teria efeitos muito maiores, devido à sua baixa concentração, do que o mesmo erro cometido nas fezes. Outra hipótese seria a formação de artefactos com a lenhina durante o trânsito intestinal (FAHEY e JUNG, 1983), conforme já referimos quando abordámos a lenhina como marcador interno. Aliás, todos os factores referidos para a lenhina podem também influenciar a recuperação fecal do INDF e IADF, embora em grau diferente, pois ela faz parte integrante destas fracções.

WALLER *et al.* (1980) referem terem tido dificuldades na

filtração do INDF, assim como PENNING e JONHSON (1983b) com o IADF, o que pode ter provocado uma lavagem imperfeita das amostras e produzido uma maior variação na análise dos marcadores. A mesma dificuldade foi por nós sentida e originava grande variação na quantidade de INDF entre réplicas laboratoriais da mesma amostra, principalmente nas amostras de alimento de melhor qualidade, tendo baixado muito essa variação com a utilização de areia como adjuvante de filtração no cadinho filtrante e a lavagem da amostra, para remoção da fracção digerida e do detergente, sempre com água fervente.

Apesar de alguns resultados menos bons no cálculo da digestibilidade com estes marcadores, alguns autores reconhecem que eles permitem detectar as diferenças entre animais e o efeito do nível de ingestão (PENNING e JONHSON, 1983; ARMSTRONG *et al.*, 1989). Devido à variedade de resultados obtidos com o INDF e IADF, principalmente com forragens imaturas, alguns autores questionam-se sobre a validade destes marcadores para determinação da digestibilidade da pastagem, referindo a necessidade de mais estudos sobre a aplicabilidade destes marcadores a diversos tipos de dietas fornecidas em diferentes condições (COCHRAN *et al.*, 1986; KRYSL *et al.*, 1988), ou sugerindo que se devam selecionar os marcadores mais apropriados para cada dieta, evitando-se assim a utilização indiscriminada do mesmo marcador (JUDKINS *et al.* 1990). LIPKE *et al.* (1986) são, no entanto, da opinião que a técnica de determinação destes marcadores precisa de ser aperfeiçoada, com vista a diminuir os erros na recuperação fecal do INDF, mas reconhecendo o seu grande poten-

cial como marcador para todas as forragens.

Recentemente foi proposto um novo conjunto de marcadores, os n-alcenos (MAYES *et al.*, 1986). Segundo estes autores, estas substâncias encontram-se nas ceras cuticulares das forragens, apresentando predominantemente um número ímpar de átomos de carbono, na gama entre C₂₅ e C₃₅. A recuperação fecal dos alcanos aumenta com o aumento da cadeia de átomos de carbono (MAYES *et al.*, 1986; DILLON e STAKELUM, 1988; DOVE *et al.*, 1989b). Os alcanos não são completamente indigestíveis (DOVE *et al.*, 1989a), e a sua digestibilidade pode estar sujeita a variações provocadas pela forragem ou pelo animal. Contudo, os alcanos com um comprimento de cadeia adjacentes têm recuperações muito semelhantes (MAYES *et al.*, 1986) podendo-se fornecer oralmente, aos animais, alcanos sintéticos com um número par de átomos de carbono e utilizar a recuperação destes alcanos para corrigir a dos alcanos ímpares adjacente e determinar directamente a ingestão alimentar, a partir dos níveis fecais dos dois alcanos contíguos.

MAYES *et al.* (1986) e DILLON e STAKELUM (1988) obtiveram boas estimativas da erva ingerida por borregos e por vacas leiteiras, respectivamente, utilizando o par C₃₂-C₃₃, sendo o primeiro o alcano fornecido oralmente e o segundo o alcano natural da erva. Os alcanos sintéticos têm sido administrados em cápsulas de celulose ou gelatina, contendo os alcanos embebidos em papel ou pó de celulose (MAYES *et al.*, 1986; DOVE *et al.*, 1989a), fornecidos diariamente, com início 6 dias antes do começo

das colheitas fecais. O doseamento dos alcanos é feito por cromatografia em fase gasosa, exigindo uma extracção e concentração prévias (MAYES *et al.*, 1986). Embora escassos, os resultados até agora obtidos por esta técnica, apontam-na como muito válida para a obtenção de estimativas da digestibilidade e da ingestão alimentar de animais em pastoreio.

Em síntese: perante as baixas correlações encontradas entre a digestibilidade *in vivo* e *in vitro* das pastagens e a impossibilidade de realizarmos ensaios para o desenvolvimento de regressões locais, que nos permitissem a utilização do N como índice fecal, decidimos utilizar, nos nossos ensaios, a técnica do marcador interno. Entre os diversos marcadores internos possíveis, optámos pelo INDF, quer por ser aquele que tem uma concentração maior, o que faz com que os erros analíticos e a contaminação com artefactos da lenhina tenham menos peso, quer porque nos ensaios de CLAR *et al.* (1988), que acompanhámos de perto, o INDF foi o marcador que possibilitou a melhor estimativa da digestibilidade do alimento. Na altura em que planeámos os nossos ensaios os resultados conhecidos com a utilização dos n-alcanos eram poucos, motivo pelo qual não considerámos a sua utilização.

3.3 DETERMINAÇÃO DO VALOR ALIMENTAR

Conforme definido em 2, para conhecermos o valor alimentar de uma pastagem, necessitamos de determinar a ingestão alimentar e a produção animal obtida em pastoreio.

3.3.1 DETERMINAÇÃO DA INGESTÃO ALIMENTAR EM PASTOREIO

Diversos métodos têm sido utilizados para medir a ingestão dos animais em pastoreio. Uns baseiam-se em medições da pastagem e outros utilizam o próprio animal (MEIJS, 1981). Qualquer dos métodos é indirecto, fazendo com que os erros cometidos nas medidas de ingestão da erva sejam o resultado do somatório de erros próprios das diversas técnicas necessárias para a determinação da ingestão, o que pode resultar em erros acumulados bastante elevados (CORBETT, 1978), retirando qualquer sentido aos valores de ingestão obtidos.

3.3.1.1 PASTAGEM EXISTENTE ANTES E APÓS O PASTOREIO

Esta técnica baseia-se no mesmo princípio dos ensaios de ingestão por diferença, realizados com animais estabulados:

$$\text{Erva ingerida} = \text{Erva oferecida} - \text{Erva não ingerida}$$

A quantidade de erva existente antes do pastoreio (erva oferecida) e após o pastoreio (erva não ingerida) pode ser determinada por qualquer das técnicas descritas anteriormente em 3.1. A diferença entre estas duas quantidades de erva fornece uma estimativa da erva consumida na área pastoreada (CORBETT, 1981; MEIJS *et al.*, 1982). Este valor dividido pelo número de dias de pastoreio e pelo número de animais dá-nos um valor médio da ingestão por animal e dia. Com esta técnica a

ingestão individual só poderá ser estimada no caso de existir apenas um animal por parcela.

Esta técnica dá bons resultados quando o período de pastoreio é curto (1 a 3 dias) e a quantidade de erva consumida por unidade de área é elevada, podendo negligenciar-se o crescimento da erva durante o período de pastoreio (MEIJS, 1981). Se o período de pastoreio é superior, é necessário calcular a quantidade de pastagem produzida e a sua decomposição durante aquele espaço de tempo. A acumulação de erva não se pode determinar nas áreas pastoreadas, tendo de medir-se por cortes, no início e fim do período de pastoreio, em áreas da pastagem a que os animais não tenham acesso, quer por colocação de gaiolas de rede na área a ser pastoreada, quer pela vedação de uma ou mais zonas da pastagem. Enquanto que no primeiro caso se colhe apenas uma amostra por gaiola, no segundo caso colhem-se simultaneamente várias amostras de cada zona vedada (MEIJS *et al.*, 1982). O crescimento da erva será menor nas áreas pastoreadas do que nas áreas protegidas, devido ao desfolhamento, pisoteio e contaminação pelas fezes dos animais (MEIJS, 1981), considerando BOSCH (1956), cit. por MEIJS *et al.* (1982), que ele é cerca de 50% do verificado sob as gaiolas.

As gaiolas podem ter vários formatos e dimensões (MANNETJE, 1978; MEIJS, 1981), não devendo permanecer durante muito tempo no mesmo local, pois pode criar-se um micro-clima dentro da gaiola, que acentuaria as diferenças com o resto da pastagem (KLAPP, 1977). Segundo MANNETJE (1978), esta técnica tem sido

pouco utilizada, devido à grande variabilidade nos resultados alcançados, sendo de aplicar apenas a pastagens intensivamente utilizadas e muito homogêneas.

3.3.1.2 TÉCNICAS BASEADAS NO ANIMAL

Basicamente, têm sido utilizadas as seguintes técnicas: a) excreção fecal e digestibilidade da dieta, b) peso vivo dos animais, c) ingestão de água e sua taxa de renovação e d) comportamento alimentar. O cálculo da ingestão da pastagem baseado na excreção fecal e na digestibilidade da dieta é, sem dúvida, a técnica que tem sido mais utilizada, enquanto que as outras o têm sido muito esporadicamente. Todavia, com os avanços técnicos na miniaturização, colheita e transmissão de dados à distância (telemetria), prevê-se um aumento na utilização das técnicas b) e d).

3.3.1.2.1 EXCREÇÃO FECAL E DIGESTIBILIDADE DA DIETA

A fórmula para calcular a ingestão a partir da excreção fecal e da digestibilidade da dieta deriva da manipulação da relação utilizada para a digestibilidade:

$$\text{Digestibilidade(D)} = \frac{\text{Ingestão (I)} - \text{Excreção fecal (E)}}{\text{Ingestão (I)}}$$

donde resolvendo para I

$$I = \frac{F}{(1 - D)}$$

O termo $(1-D)$ é designado por indigestibilidade da dieta (VAN SOEST, 1982) e a determinação de I está dependente da avaliação correcta da excreção fecal e da digestibilidade, sendo de notar que os erros cometidos na determinação de F conduzem a um erro equivalente no cálculo de I enquanto que erros na avaliação de D , e uma vez que D é normalmente superior a 0,5, resultam num erro proporcionalmente maior de $(1-D)$ e por consequência de I (LE DU e PENNING, 1982).

A digestibilidade da pastagem consumida pode ser determinada por uma das técnicas descritas em 3.2.2, sendo de preferir aquela que assegure o menor erro possível, pelas suas implicações no cálculo da ingestão. A excreção fecal pode ser determinada directamente ou utilizando marcadores externos.

A utilização de animais com arreios e sacos de colheita fecal permite determinar o total de fezes excretadas. A vantagem desta técnica reside em ser relativamente simples, necessitar de poucas facilidades laboratoriais e permitir uma determinação directa e, em principio sem erros, da excreção fecal (LE DU e PENNING, 1982). Se se pretende colher as fezes de fêmeas, têm de utilizar-se separadores de urinas, para evitar a contaminação das fezes (SCHNEIDER e FLATT, 1975). No caso de ovelhas, e se as fezes forem duras e bem moldadas, poderá bastar utilizar sacos com o fundo em rede (LE DU e PENNING, 1982). Existem diversos modelos de arreios e de sacos para colheitas fecais, quer para ovinos quer para bovinos como, por exemplo, os descritos por SCHNEIDER e FLATT (1975) ou por CAMELL(1977).

Os animais têm de estar bem adaptados aos arreios e sacos de colheita fecal, sendo estes normalmente colocados no animal, alguns dias antes do início de um período de colheitas, com os sacos abertos e sendo bem ajustados, de modo a não se perderem fezes.

O número de dias de colheitas fecais varia muito de acordo com as condições experimentais, mas deve ser suficientemente longo para reduzir os erros no início e, principalmente, no fim do período de colheitas, quando as fezes que deveriam ou não deveriam ser colhidas são excretadas depois ou antes, respectivamente, dos sacos de colheita fecal serem removidos (SCHNEIDER e FLATT, 1975; CORBETT, 1978). LE DU e PENNING (1982) recomendam pelo menos 5 dias de colheitas, enquanto que SCHNEIDER e FLATT (1975) referem um período entre 7 e 10 dias no mínimo.

A frequência com que os sacos de colheita fecal têm de ser esvaziados depende do volume e peso das fezes produzidas, devendo ser esvaziados mais frequentemente em bovinos do que em ovinos, sendo normalmente recomendado fazê-lo duas vezes por dia (HARRIS *et al.*, 1967), enquanto que MEIJS (1981) refere a necessidade de o fazer pelo menos 4 vezes por dia, em vacas leiteiras.

Têm sido apontados alguns inconvenientes à colheita total de fezes, como a necessidade de mais mão de obra para pesar e

sub-amostrar as fezes, a alteração do comportamento animal e da produtividade devido ao stress causado pelo equipamento, a possível perda de fezes, a difícil colheita de fezes não contaminadas por urina nas fêmeas e o não retorno das fezes à pastagem, que poderá ter efeitos na sua produção (CORBETT, 1978; MEIJS, 1981; LE DU e PENNING, 1982). PRICE *et al.* (1964) cit. por HARRIS *et al.* (1967) não encontrou diferenças no consumo individual de alimento entre animais com ou sem arreios e sacos de colheita fecal. O não retorno das fezes para a pastagem parece-nos fácil de contornar, espalhando-as após a sua pesagem e sub amostragem. A colheita total de fezes em animais com arreios e sacos de colheita fecal fornece uma estimativa rigorosa do total de fezes produzidas, desde que se tomem as providências necessárias para evitar a perda de fezes (LE DU e PENNING, 1982).

Devido às desvantagens mencionadas com a colheita total de fezes, foi desenvolvida uma técnica indirecta para medir a excreção fecal dos animais em pastoreio. Esta técnica baseia-se na utilização de um indicador indigestível externo, ou marcador, que é fornecido diariamente ao animal em quantidades conhecidas. Assume-se que o marcador é quantitativamente excretado nas fezes ou, pelo menos, uma proporção constante dele (MEIJS, 1981) e se uma amostra representativa das fezes for obtida e nela se dosear o marcador (M), a quantidade de fezes emitidas por dia (F) pode ser calculada através da seguinte formula (LE DU e PENNING, 1982):

$$F(g) = \frac{\text{Peso do marcador fornecido (g/dia)} \times \text{TR}}{\text{Concentração média do marcador nas fezes (g/g)}}$$

TR = taxa de recuperação fecal e que normalmente se assume igual a 1

O óxido de crómio (Cr_2O_3) tem sido o marcador externo mais utilizado em ensaios de pastoreio (CORBETT, 1981; LE DU e PENNING, 1982). Vários tipos de transportadores têm sido utilizados, mas na prática o Cr_2O_3 tem sido administrado em cápsulas de gelatina, impregnado em papel ou incorporado em alimentos fornecidos individualmente aos animais (HARRIS *et al.*, 1967; LE DU e PENNING, 1982).

A concentração do Cr_2O_3 nas fezes pode apresentar uma flutuação diária acentuada, quando é administrado numa única dose por dia (CORBETT, 1978). Investigadores no Oregon observaram um padrão diário de excreção que variava entre os animais e entre ensaios diferentes (HARRIS *et al.*, 1967) o que resultava ora em subestimativas ora em sobreestimativas da excreção fecal, quando o marcador era analisado em amostras de fezes colhidas todas as 2 horas. A dosagem mais frequente do marcador diminui as flutuações diárias (HARRIS *et al.*, 1967; CORBETT, 1978) e por isso aconselha-se a administração do marcador duas vezes por dia.

É necessário um período prévio de administração do marcador para que este atinja o equilíbrio no tracto digestivo e se consigam condições estáveis de excreção. Normalmente, aconselha-

se um período de dosagem de 7 dias, antes de se iniciarem as colheitas de amostras fecais. Estas são colhidas normalmente *per rectum* a diferentes intervalos de tempo. As amostras deveriam ser colhidas em alturas em que a concentração do marcador fosse semelhante ao valor médio diário, o que é muito difícil de estabelecer. CORBETT (1978) aconselha a utilização de alguns animais com arreios e sacos de colheita fecal onde se recolhem amostras totais e amostras parciais a determinados intervalos de tempo, comparando-se os valores obtidos por um e outro método e que se utilizam para estabelecer as melhores alturas de amostragem e corrigir os valores das amostras parciais. Segundo MEIJS (1981), quando se utiliza um período prévio de 7 dias de dosagem, a flutuação diária do marcador nas fezes atinge variações aceitáveis, permitindo a amostragem das fezes duas vezes por dia durante, pelo menos, 5 dias.

Se o tempo médio de retenção do marcador aumenta, menos marcador será excretado e a produção de fezes será sobreestimada, o que pode acontecer se, durante o período de ensaio, a disponibilidade de pastagem ou a sua digestibilidade se alterarem repentinamente. Outros factores, como a não recuperação completa do marcador ou a já citada flutuação na concentração do Cr_2O_3 nas fezes podem provocar erros de estimativa acentuados. LE DU e PENNING (1982), analisando o resultado de 53 ensaios descritos na literatura, observaram que a taxa média de recuperação era de 96,5% (DP $\pm 5,6\%$). Da mesma forma, constataram que o total de fezes produzidas, calculadas a partir do Cr_2O_3 era 96,1 ($\pm 6,2$) do valor real de fezes produzidas. Estes autores

concluem que, utilizando o Cr_2O_3 como marcador, a estimativa das fezes produzidas se situará em $\pm 6\%$ do valor real.

CORBETT (1978) chama a atenção para o risco de contaminação dos animais, quando estes pastoreiam uma área com pouca vegetação e altamente contaminada por fezes de animais doseados com Cr_2O_3 , tendo encontrado concentrações do marcador relativamente elevadas em animais que nunca o tinham recebido.

A técnica de estimar a excreção fecal através da utilização de marcadores externos permite poupar trabalho nas colheitas de campo, em relação à colheita total de fezes, mas exige mais mão-de-obra no laboratório e equipamento mais sofisticado, estando, por outro lado, sujeita a maiores erros do que a colheita total de fezes (MEIJS, 1981).

Têm sido testadas outras substâncias como marcadores, algumas delas radioactivas, terras raras e metais inertes como o Eu, Dy, Au, ^{144}Ce , ^{46}Sc , ^{95}Zr , ^{140}La , ^{91}Y , ^{106}Ru , $^{51}\text{Cr-EDTA}$, $^{51}\text{Cr}_2\text{O}_3$ e $^{131}\text{BaSO}_4$. MORGAN *et al.* (1976) cit. por LE DU e PENNING (1982) testaram a infusão contínua de um complexo de Ru e Cr-EDTA com bons resultados, especialmente com o Cr-EDTA, permitindo a amostragem uma vez por dia.

Um outro método, utilizando também marcadores externos, foi proposto por DELANEY *et al.* (1981). Nele, a excreção fecal é estimada a partir das modificações na concentração do marcador com o tempo a seguir à sua administração, numa única dose e em

maior quantidade. Os resultados obtidos com esta técnica foram idênticos aos obtidos com a técnica tradicional do marcador contínuo, apresentando as vantagens de necessitar apenas de dosear os animais uma vez, iniciando-se as colheitas de amostras de fezes imediatamente a seguir, dispensando a necessidade de se esperar que o marcador equilibre no tubo digestivo e tendo um período de colheitas fecais ligeiramente mais curto. Pelo contrário, exige recolhas de amostras fecais mais frequentes, principalmente no primeiro e segundo dia.

3.3.1.2.2 VARIAÇÃO DO PESO VIVO DOS ANIMAIS

A pesagem dos animais para estimar a ingestão durante um curto espaço de tempo foi proposta por ERIZIAN (1932) cit. por LEDU e PENNING (1982):

$$\text{Ingestão} = (PV_2 + F + U + \text{PIP}) - PV_1 - L$$

onde PV_1 e PV_2 são o peso vivo antes e depois do período de pastoreio

F e U são o peso das fezes e urina excretadas durante o mesmo período

PIP é a perda insensível de peso

L é o peso de água ingerida

Neste método os animais necessitam de usar arreios para colheita de fezes e urinas e são pesados antes e depois do período de pastoreio, sendo também determinadas a água de bebida e as fezes e urina produzidas. Animais semelhantes, com

arreios para a medição de fezes e urina, mas aos quais não é permitido pastar, são pesados ao mesmo tempo que os que andaram na pastagem, para se calcular as perdas insensíveis de peso. PENNING e HOOPER (1985) testaram este método, introduzindo-lhe algumas melhorias, nomeadamente a utilização de uma balança electrónica, para pesar os animais, ligada a um microcomputador, que permitia 5 pesagens por segundo, sendo o peso vivo do animal a média de 200 pesagens. Estes autores calcularam as perdas insensíveis de peso com os animais deitados e a ruminar, de pé, de pé e a andar e a comer, tendo concluído que era mais elevada quando os animais andavam, seguindo-se a posição de deitado e a ruminar, e ainda que havia diferenças significativas entre animais. Estas diferenças obrigam a contabilizar o tempo gasto em cada actividade, durante o período de pastoreio, para calcular correctamente a perda sensível de peso além de se dever utilizar os mesmos animais na pastagem e na avaliação das perdas insensíveis de peso. A técnica de pesagem subestimou ligeiramente a ingestão de pastagem, permitindo, apesar disso, medir com bastante rigor a ingestão da pastagem por períodos de 1 hora. Esta técnica apresenta algumas desvantagens, como a necessidade de utilização de animais com arreios, a utilização de registadores do tempo de pastoreio, dificuldades na determinação da MS da erva ingerida e a necessidade de tempo seco durante o período de ensaio. Em contrapartida, tem as vantagens de a ingestão poder ser estimada num relativamente curto espaço de tempo e requerer menos mão-de-obra do que a técnica dos marcadores (PENNING e HOOPER, 1985). Recentemente, HORN (1981) propôs a estimativa da ingestão a partir da monitorização contínua das

variações de peso vivo dos animais em pastoreio, através da colocação de células de carga adaptadas aos cascos dos animais através de "botas" e transmitidas por rádio telemetria. Segundo este autor, todo o equipamento já foi testado com êxito, não havendo ainda dados de ensaios disponíveis. Qualquer um destes métodos só avalia a ingestão de alimento fresco, sendo necessário colher amostras da dieta seleccionada para determinação da MS e MO.

3.3.1.2.3 COMPORTAMENTO ALIMENTAR

O consumo diário de erva por um animal em pastoreio (I) pode ser visto como o produto de três variáveis: o tempo de pastoreio (TP) a taxa de dentadas (TD) e a quantidade ingerida por dentada (ID), donde (HODGSON, 1982):

$$I = TP \times TD \times ID$$

A medição de TP e de TD pode fazer-se por observação directa do animal, registando-se o tempo total de pastoreio e o número de dentadas por minuto, medidas a intervalos regulares ou, o que é mais fácil, medindo o tempo necessário ao animal para dar um certo número de dentadas pré-determinado (HODGSON, 1982). Já existe equipamento que permite o registo automático de algumas das actividades dos animais em pastoreio, como o movimento do animal, da mandíbula e da cabeça, que, devidamente interpretados, permitem estabelecer o TP e a TD (PENNING, 1985) com menos dispêndio de mão-de-obra e menos perturbações para o

animal. Mais difícil tem sido a determinação da quantidade de alimento ingerido por dentada. MEURET *et al.* (1985) mediram a ingestão por dentada, associando a observação minuciosa da forma de apreensão do alimento por caprinos e a realização de 100 a 500 amostragens manuais, para espécies herbáceas, enquanto que para as arbustivas permitia que os caprinos dessem um certo número de dentadas num ramo seguro por um operador, o qual era pesado antes e depois de ser parcialmente consumido. Outra possibilidade é a utilização de animais fistulados no esófago, tendo neste caso, de se colocar um tampão no esófago, a jusante da fistula, de forma a conseguir-se uma recuperação total do alimento ingerido (MEIJIS, 1981; HODGSON, 1982). Pesando a amostra esofágica e dividindo pelo número de dentadas, contado durante o período de recolha da amostra, obtém-se a ingestão por bocada. HODGSON (1982) refere ainda que se pode utilizar a técnica da pesagem dos animais, como descrita em 3.3.1.2.2, associada também à contagem de dentadas.

3.3.1.2.4 CALCULO DA INGESTAO DA ERVA ATRAVES DA PRODUÇÃO DOS ANIMAIS

A ingestão da pastagem (I) pode ser calculada a partir das necessidades energéticas para a manutenção e produção dos animais em estudo (E_{m+p}) e a concentração energética do alimento ingerido (E_e) (BAKER, 1982):

$$I = \frac{E_{m+p}}{E_e}$$

Para se aplicar este método, tem de medir-se, com o maior rigor possível, o peso vivo dos animais para, em conjunto com as necessidades energéticas para a manutenção e produção, determinar as necessidades totais em energia dos animais. É também necessário determinar o valor energético da dieta consumida.

A precisão da estimativa da E_{m+p} está dependente, entre outros factores, da escolha das fórmulas ou tabelas que melhor se adaptem às circunstâncias do estudo, nomeadamente no que diz respeito às espécies e raças utilizadas, condições ambientais, fase produtiva, condições de pastoreio, etc. A maior parte das fórmulas e tabelas que permitem calcular as necessidades de manutenção não consideram o acréscimo das necessidades, devido à actividade dos animais em pastoreio, como vimos em 2.3 . As estimativas das necessidades de manutenção permanecem imprecisas (CORBETT, 1980b), sendo a magnitude do incremento da actividade a maior dificuldade no seu cálculo (BAKER, 1982). O mesmo autor refere que os dados disponíveis indicam que os animais pastoreando pequenos talhões ou parcelas de pastagem necessitam cerca de 10-20% mais energia do que animais estabulados, mas bastante mais será necessária para aqueles, mantidos em pastoreio contínuo em grandes áreas. WALLACE (1956) cit. por CORBETT (1980b) calculou necessidades de manutenção de vacas leiteiras em pastoreio 55 a 75% mais elevadas do que valores propostos por tabelas.

Também a medição e avaliação das produções animais e o seu valor energético devem ser determinados com cautela e

rigor. Flutuações na repleção do tubo digestivo podem afectar a estimativa do peso vivo e seu aumento (MATCHES, 1981). Com frequência, existem incertezas quanto à composição do ganho de peso vivo, principalmente em modificações num curto espaço de tempo, dificultando a determinação do seu custo energético (COBETT, 1980b). Os ganhos ou perdas de peso em curtos períodos de tempo podem não fazer sentido, mesmo quando se exerce um controlo sobre as modificações da repleção do tubo digestivo e por isso, as estimativas de perda ou armazenamento de energia tendem a tornar-se mais rigorosas, quanto mais longo for o período a que dizem respeito, sendo aconselhados períodos entre 4 a 6 semanas (BAKER, 1982). A simples pesagem dos animais pode ser errónea, pois quando há mobilização de gordura, esta pode ser parcialmente substituída por água, podendo chegar a haver ganhos de peso vivo com grandes perdas de energia, sendo esta situação mais complicada ainda com fêmeas gestantes, uma vez que é necessário distinguir entre ganho de peso vivo devido ao aumento de peso do feto, membranas e líquidos fetais, daquele que representa reais modificações dos tecidos corporais do animal (RATTRAY *et al.*, 1980). Estes autores observaram ganhos de peso vivo em ovelhas gestantes que, contudo, se encontravam num balanço energético negativo. Outra fonte importante de erro provém da maior parte das tabelas não considerarem o efeito de raça, sexo e história nutricional prévia dos animais (BAKER, 1982). Contudo, CORBETT (1981) considera que cada vez mais as informações acerca das necessidades energéticas dos animais em pastoreio para a manutenção e várias formas de produção são dignas de confiança e por isso os cálculos, a partir das

produções animais, das quantidades de pastagem ingerida estão a tornar-se mais dignas de confiança.

Com qualquer um dos métodos, CORBETT (1978) refere que o erro total na estimativa da ingestão será, no mínimo, de $\pm 6\%$, se se considerar um erro de $\pm 3\%$ na estimativa da indigestibilidade e $\pm 5\%$ na da excreção fecal. Contudo, segundo o mesmo autor, será mais realista um erro de ± 10 a 12% para as componentes do cálculo da ingestão, que resulta num erro combinado de $\pm 16\%$, existindo também diferenças reais de ingestão entre animais do mesmo tipo, pastando a mesma área, com um coeficiente de variação da ordem dos ± 7 a 14% , o que resulta sempre num grau de incerteza nas estimativas da ingestão alimentar dos animais em pastoreio.

Em síntese: decidimo-nos por utilizar a colheita total de fezes por ser a técnica menos sujeita a erros experimentais e que nos dá um valor directo da excreção fecal, e ainda por ser aquela que exige menor trabalho laboratorial.

3.3.2 DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTOREIO

Em ensaios de pastoreio é frequente medir a produtividade dos animais sob a forma de energia retida ou excretada em diversos produtos, a qual se determina a partir da modificação do peso vivo, produção de leite e sua composição, peso do velo e índices reprodutivos. A produção a partir da pastagem depende da quantidade e qualidade da erva, da eficiência de utilização da

pastagem e do número e produtividade potencial dos animais (HOLMES, 1980). Embora o objectivo fundamental na determinação do valor alimentar da pastagem seja a produção por animal, quando a ingestão não é limitada pela disponibilidade (ULYATT, 1973), não se pode ignorar completamente a influência do número de animais por unidade de área ou seja o encabeçamento animal.

Um número demasiadamente baixo de animais, que resulta em subpastoreio, permite à erva desenvolver-se e maturar de tal forma que a resposta produtiva por animal pode reduzir-se, devido ao abaixamento da qualidade da erva e da ingestão de nutrientes digestíveis (VAN SOEST, 1982). Além da qualidade, também a produção de pastagem pode baixar, devido a um aumento do material morto que ensombra e reduz a capacidade fotosintética da erva em crescimento vegetativo. Um aumento progressivo do encabeçamento resulta numa diminuição da produção individual enquanto que a produção total por hectare aumenta, até ao ponto em que a adição de mais animais provoca uma diminuição acentuada da produção, por a disponibilidade da erva se tornar limitante e a ingestão de energia ser baixa (ULYATT, 1973). Estes efeitos estão bem representados na fig. 3.1 e nos resultados de BIRD *et al.* (1989), que estudaram o efeito de diversos encabeçamentos no ganho de peso vivo (GPV) de novilhos em pastoreio. Estes autores observaram que o GPV por animal, no encabeçamento mais baixo, era superior a todos os outros encabeçamentos, enquanto que o GPV/ha aumentava com os encabeçamentos até 3 novilhos/ha, diminuindo depois com encabeçamentos mais elevados. É de notar que, neste ensaio, o

efeito do encabeçamento no GPV/animal foi diferente consoante as estações do ano, pois enquanto que no Outono/Inverno se observou a tendência geral já descrita, na Primavera/Verão os animais nos encabeçamentos intermédios foram os que apresentaram GPV superiores. Estes últimos dados chamam a atenção para dois factos importantes: 1º) a não existência de um encabeçamento óptimo para todo o ano; 2º) o efeito do crescimento compensatório. Ambos estes factos deverão ser considerados na determinação do valor alimentar, principalmente em ensaios que se prolonguem por um ano ou mais.

Outro facto importante, de que não nos podemos esquecer, é que o objectivo último dos estudos de pastoreio consiste em descobrir o balanço óptimo entre as necessidades dos animais e a capacidade produtiva da pastagem (VAN SOEST, 1982), de modo a obter o máximo de produtividade do sistema. O encabeçamento, que, como vimos, pode afectar a ingestão e o nível de produção animal, tem uma influência primordial na utilização da pastagem (HOLMES, 1980).

3.3.2.1 PESO VIVO E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Embora o peso vivo seja uma das medidas mais facilmente obtidas e informativas do desempenho produtivo do animal, a sua determinação é problemática (CORBETT, 1978) Os animais são geralmente pesados periodicamente, para se estabelecer a taxa de crescimento, durante um determinado período de pastoreio, mas nem sempre as variações de peso vivo correspondem a variações

do peso da carcaça ou do seu conteúdo em energia. A quantidade de alimento e água ingeridos pode fazer variar grandemente o conteúdo intestinal, provocando variações no PV entre dias e no mesmo dia, criando erros de avaliação do GPV (CORBETT, 1978). Bovinos pesando 600 kg podem aumentar o seu peso em mais de 11 kg por hora enquanto pastam e depois perderem tanto como 2 kg por hora durante a ruminação e tempo de repouso seguinte (MATCHES, 1981).

Também se têm verificado grandes alterações na repleção do tubo digestivo, como consequência de alterações na dieta, provocadas por mudanças de pastagem ou das condições desta, como as relatadas por McLEAN *et al.* (1983), que observaram grandes perdas de peso em bovinos (2,4 kg/animal/dia) na transição da época de seca para a das chuvas, e em que as perdas do conteúdo digestivo excediam as perdas do peso vivo determinadas após jejum, havendo por isso um aumento no peso da carcaça enquanto que o PV diminuía.

Além dos problemas ligados às variações do conteúdo do tubo digestivo, a utilização do peso vivo tem grandes limitações como indicador do ganho ou perda de tecidos corporais (MOE *et al.*, 1971), pois é possível que a gordura corporal seja metabolizada e substituída por água, de tal forma que não se observam alterações no peso vivo. Segundo os mesmos autores é melhor, por vezes, estimar perdas de tecidos corporais por observação visual, do que utilizando balanças. McLEAN *et al.* (1983), no trabalho já referido, observaram uma perda de peso durante a

época de seca de 18 kg, enquanto que a perda de tecidos corporais foi de 45 kg, tendo a diferença sido preenchida por um aumento do teor em água dos tecidos (+18 kg) e do conteúdo do tubo digestivo (+9 kg). Estes autores concluem que a determinação apenas do P é inadequada para avaliar o estado nutricional dos animais e a sua produção.

Alguns dos fenómenos acima referidos seguem um padrão diário regular, sendo possível minimizar os riscos de erro, utilizando procedimentos de pesagem de acordo com esse padrão (HORN, 1981). CORBETT (1978) aconselha a pesagem dos animais 3 a 4 horas após o nascer do sol, pois este é o período de maior actividade de pastoreio, variando a hora do dia a que se realizam as pesagens com as estações do ano. Segundo este autor este procedimento tem o mesmo grau de variação que o jejum durante a noite. Contudo, MATCHES (1981) refere que a diferença entre o peso vivo e o peso vivo após jejum é diferente entre períodos de pastoreio. Daí, que seja aconselhado um período de jejum entre 12 e 16 h antes das pesagens, de forma a minimizar as variações de peso devido à repleção do tubo digestivo. Alguns autores praticam a técnica de pesar os animais em três dias consecutivos, utilizando a média como o peso vivo do animal, mas pouco ou nenhum ganho de precisão se consegue com este procedimento (CORBETT, 1978).

O conhecimento da natureza do GPV não é menos importante do que a magnitude do ganho (HORN, 1981). A composição do ganho pode variar com a raça, sexo, taxa de crescimento, idade e nível

alimentar (REID *et al.*, 1980). Têm sido desenvolvidos vários métodos para determinar ou estimar a composição química do animal. Todas as estimativas da composição corporal baseiam-se na observação de que a composição em vazio do animal livre de gordura, de uma determinada espécie, tende para uma relação constante entre água, proteína e substâncias minerais (BURTON e REID, 1969). Uma vez que pouca água é retida na deposição de gordura, aumentos da quantidade de gordura corporal refletem-se numa diminuição do conteúdo em água e, por isso, uma estimativa do total de água corporal (TAC) de um animal com um determinado P indica a sua composição em termos de gordura, proteína, cinzas e valor energético (CORBETT, 1978). Este autor refere que o TAC estimado no animal vivo inclui a água contida no tubo digestivo e que as variações por elas causadas podem ser minimizadas por um jejum de 24 a 48 h sem água. Na aplicação deste princípio têm sido utilizadas várias substâncias como marcadores, que após serem injectadas, e se permitir equilibrar com a água corporal, podem ser medidos para estimar o TAC, a partir de uma ou várias amostras sanguíneas colhidas em série. A água titriada, a ureia e o óxido de deutério têm sido, entre outras, das substâncias mais utilizadas para determinar o TAC (CORBETT, 1978; KOCK e PRESTON, 1979; HORN, 1981).

Medidas, como as da distância linear entre pontos de referência do esqueleto ou descrição da condição corporal dos animais, associadas à determinação do peso vivo, têm sido utilizadas para descrever o estado nutricional dos animais, embora nada nos digam sobre a sua composição química (CORBETT, 1978).

O abate de alguns animais antes dos ensaios e dos restantes no fim e a sua análise química, têm sido frequentemente utilizados para determinar a energia retida. Esta técnica não exige a destruição completa da carcaça, podendo utilizar-se apenas meia carcaça ou então métodos indirectos como a densidade determinada pelo peso no ar e na água, ou pela análise de uma zona da carcaça (CORBETT, 1978).

Outros métodos indirectos têm sido utilizados para estimar a composição dos animais *in vivo* como os ultra-sons, tomografia computadorizada e imagem por ressonância magnética (SIMM, 1991). Segundo este autor a utilização de ultra-sons é menos precisa em ovinos do que em bovinos ou suínos, podendo ser melhorada através da associação com outras medidas, como o peso vivo. A tomografia computadorizada e a imagem por ressonância magnética só recentemente têm sido utilizadas, mas demonstram grandes vantagens e potencialidades devido ao seu grau de precisão (SIMM, 1991).

Em síntese: uma vez que usámos quase que exclusivamente ovinos adultos, em que a composição dos ganhos e perdas de peso deveriam ser muito semelhantes e constituídas fundamentalmente por gordura, optámos pelas variações de peso vivo como indicador da produtividade dos animais ou da energia retida ou perdida.

PARTE II - OBJETIVOS



1. OBJECTIVOS

Tradicionalmente, na maior parte das zonas mediterrânicas, a produção animal a partir dos ruminantes tem-se baseado, quase exclusivamente, nas pastagens espontâneas, que ocorrem nas áreas de pousio, incluídas nas rotações de cereais, ou em pastagens permanentes de áreas não cultivadas (CRESPO, 1980). Em Portugal, muitas destas pastagens estão associadas à exploração florestal do sobreiro e da azinheira, constituindo o Montado. Como pudemos observar em 1.3.5.1, o valor produtivo destas pastagens é muito baixo, suportando, normalmente, um valor baixo de kg de biomassa animal por hectare.. Uma das razões para a manutenção de baixas cargas de peso vivo por hectare reside nas variações sazonais da qualidade e quantidade de pastagem disponível, em contraste com a estabilidade do número de animais a serem alimentados, durante todo o ano. Os agricultores tentam ajustar o número de animais às disponibilidades de pastagem no Verão ou Outono, por forma a minimizarem as necessidades de suplementação. Mesmo nestas condições, estabelecem-se sistemas de produção baseados em alimentação descontínua, com reflexos no comportamento produtivo do animal e na flexibilidade de recuperação dos seus sistemas homeostáticos e homeorréticos.

As pastagens naturais, principalmente as mais ricas em leguminosas, poderiam beneficiar muito com a aplicação de fósforo e, eventualmente, de calcário e micronutrientes (CRESPO, 1986). As mais degradadas deveriam ser regeneradas pela sementeira de misturas de sementes apropriadas, ricas em leguminosas de auto-

sementeira (ROSSITER, 1966; CRESPO, 1986). É por isso que têm sido semeados, no Alentejo, dezenas de milhares de hectares com misturas de sementes em que predominam o trevo subterrâneo- a leguminosa que melhor se adapta às condições de solo e clima prevalentes nesta zona. Alguns ensaios de encabeçamentos têm demonstrado a possibilidade de um incremento, bastante significativo, da produção animal com pastagens daquele tipo (CRESPO, 1980; CASQUINHA *et al.*, 1982). Contudo, desconhece-se se o aumento da produtividade animal se deve a um incremento da qualidade da pastagem, e se essa melhoria se dá ao longo de todo o ano, ou se é devido apenas ao aumento da quantidade de pastagem disponível.

Os estudos sobre pastagens anuais têm-se centrado em sistemas de pastoreio, ou em ensaios de encabeçamentos, possivelmente devido ao facto dos ruminantes, nestas zonas, serem criados, sobretudo, em sistemas extensivos (PURSER, 1981). Na maior parte das vezes, os dados assim obtidos, têm apenas aplicação local e raramente fornecem informações úteis sobre os principais estrangulamentos à produção animal, em zonas de clima mediterrânico, e a melhor forma de as contornar. As relações entre a qualidade e a quantidade de pastagem disponível e a ingestão, nas diversas estações do ano, conhecem-se mal, assim como a utilização digestiva e metabólica da dieta ingerida. O seu melhor conhecimento assim como as suas influências na produção animal, poderão permitir uma melhor interpretação dos resultados obtidos em ensaios de encabeçamentos ou de sistemas de pastoreio.

O facto da informação existente sobre o valor nutritivo e produtivo das pastagens anuais ser escassa ou nula, em particular no que diz respeito às pastagens sob montado, levou-nos à realização do presente ensaio. Procedemos assim, à comparação entre três pastagens (pastagem natural fertilizada, pastagem à base de trevo subterrâneo e pastagem à base de serradela), utilizadas continuamente por ovinos, durante três anos. Procurámos estudar o efeito do tipo de pastagem e da estação do ano, na composição química, disponibilidade e composição florística da pastagem e, por sua vez, o efeito destes parâmetros na selectividade animal. Esta foi determinada pela comparação entre as composições químicas de amostras recolhidas em ovinos fistulados no esófago e de amostras da pastagem, recolhidas na mesma altura. A digestibilidade da pastagem ingerida foi determinada pela técnica dos marcadores internos, utilizando o INDF, e, juntamente com a colheita total de fezes, permitiu o calculo da ingestão alimentar. Um dos nossos principais objectivos foi estudar as relações existentes entre a ingestão de pastagem e a composição florística e disponibilidade de pastagem, composição química da dieta (amostra esofágica) e digestibilidade. Por último, estudámos as relações entre as variações de peso vivo e a qualidade da pastagem, a selectividade animal e a ingestão alimentar. Para o cumprimento dos nossos objectivos, nomeadamente o estudo do efeito da qualidade da pastagem na ingestão alimentar, procurámos criar condições tais, que, durante todo o ano, a quantidade de pastagem disponível não fosse limitante da ingestão alimentar.

PARTE III - TRABALHO EXPERIMENTAL



1. MATERIAL E MÉTODOS

1.1 INTRODUÇÃO

Atendendo à forma descritiva e compartimentada como os materiais e métodos são apresentados, esta síntese introdutória poderá ajudar a integrar e a relacionar mais facilmente as diferentes fases da experiência, altura das colheitas, permanência dos animais nas pastagens, etc. Estudámos o comportamento alimentar e produtivo de ovinos utilizando três pastagens - pastagem natural fertilizada, pastagem à base de trevo subterrâneo e à base de serradela. Os ovinos, divididos em três grupos, permaneceram nas pastagens referidas, durante 3 anos, à excepção de curtos espaços de tempo, em que foram todos retirados e mantidos no ovil. Esses períodos encontram-se assinalados no diagrama da fig. 1.1. Na mesma figura, assinalam-se as alturas em que se efectuaram colheitas de amostras da pastagem, para determinação da quantidade existente e sua composição química e florística. A amostragem das 3 pastagens foi efectuada no mesmo dia, ou em dias consecutivos. A divisão do ano em cinco épocas - Outono, Inverno, início da Primavera, fim da Primavera e Verão - encontra-se assinalada no topo da fig. 1.1. Os resultados foram analisados segundo as épocas em que se realizaram as colheitas, afim de se estudar o efeito da sazonalidade sobre o valor nutritivo e produtivo das pastagens. Os 3 anos de ensaio serviram como réplicas para cada época. Embora possa haver grandes diferenças entre anos, parece-nos que, neste tipo de ensaios, interessa mais estabelecer valores

médios - o que só se consegue com ensaios realizados ao longo de vários anos - do que determinar valores mais homogêneos, obtidos através de repetições, em parcelas diferentes, num só ano. Contudo, como veremos mais adiante, os dados climatéricos foram bastante diferentes de ano para ano, pelo que nos pareceu interessante fazer uma análise destas diferenças sempre que possível.

Na fig. 1.1 também se indicam os dias em que os ovinos de todas as pastagens foram pesados. Assinalam-se igualmente, os períodos entre pesagens, correspondentes a uma época do ano especial (fim do Verão), que considerámos só para a análise da variação do peso vivo dos ovinos. Indicam-se ainda, na mesma fig., os períodos de colheitas esofágicas e fecais. Estas colheitas foram realizadas ao mesmo tempo nas 3 pastagens, durante 9 dias em cada período. Nos dois primeiros dias, colheram-se amostras esofágicas; nos 5 dias subsequentes, colheram-se simultâneamente, amostras esofágicas e de fezes. Nos últimos dois dias, colheram-se apenas fezes.

1.2 MATERIAIS

1.2.1 LOCALIZAÇÃO

Os ensaios decorreram na Herdade Experimental da Mitra, Universidade de Évora, situada na freguesia de Nossa Senhora da Tourega, concelho de Évora. A herdade tem uma área total de 280 ha, sendo cerca de 100 ha de pastagem natural sob montado

disperso.

As zonas de implantação das pastagens de trevo subterrâneo e Serradela apresentavam um relevo ondulado suave com drenagem externa difícil nas zonas de baixa, enquanto que a pastagem natural se implantava numa zona de relevo mais acidentado, com drenagem externa regular a boa.

1.2.2 CLIMA

Na fig. 1.2 apresentam-se os valores das temperaturas médias diárias e as médias das máximas e das mínimas nos diversos meses do ano, no período 1941/1970 (REIS e GONÇALVES, 1987), colhidos no posto meteorológico localizado na Her. da Mitra.

A temperatura média anual é de 17,2 °C. Pelo gráfico, pode observar-se que os meses mais frios são os de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, com temperaturas inferiores a 10 °C. As temperaturas médias mais elevadas registam-se em Julho e Agosto (23 °C), embora as temperaturas máximas sejam atingidas em Agosto e Setembro, 32 e 31,8 °C respectivamente.

O número médio de dias com geada, por ano, é de 14,8, com predominância nos meses de Dezembro (4,7) e Janeiro (3,8), podendo ocorrer geadas desde Outubro até Abril. Contudo, a probabilidade de elas ocorrerem nestes meses é muito baixa, 0,1 e 0,5 respectivamente.

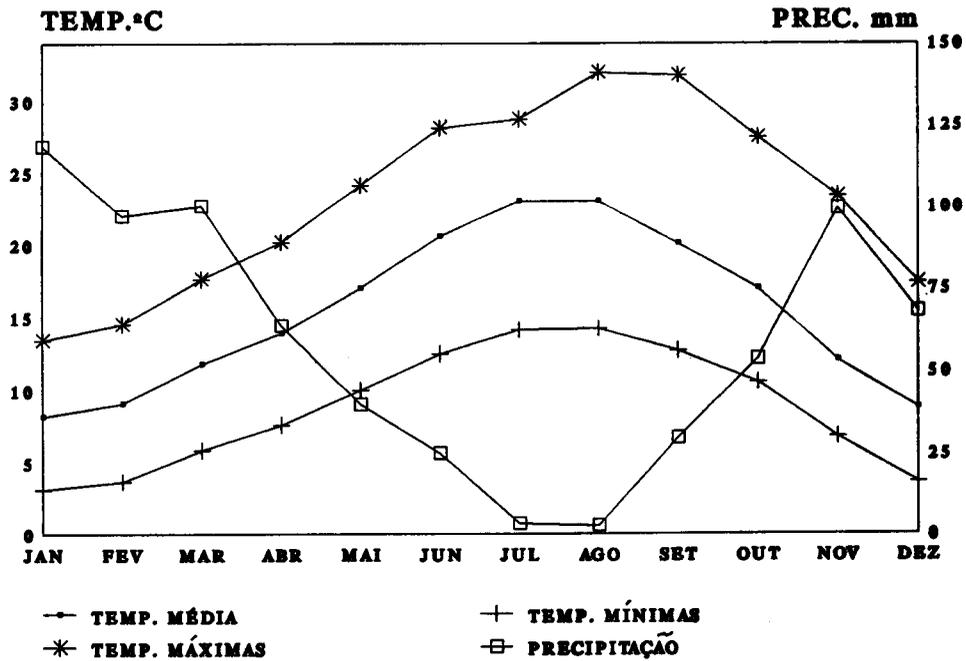


FIG 1.2 Temperaturas médias, máximas e mínimas (°C) e precipitação (mm) no período 1941/70.

O valor normal da precipitação, no período citado, foi de 700,8 mm com uma distribuição muito irregular, típica do clima mediterrânico (fig. 1.2).

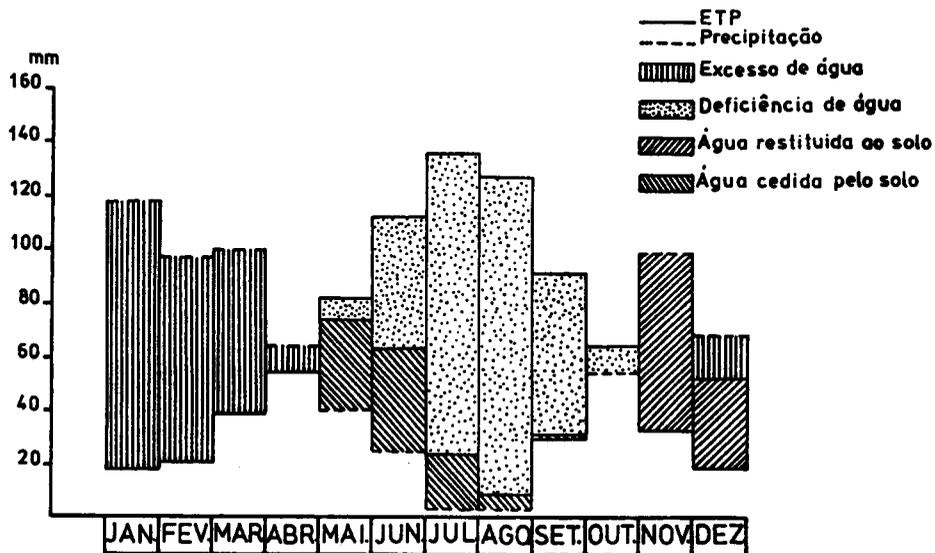


FIG. 1.3 Balanço hídrico da Herd. da Mitra (Fórmula de THORNTHWAITE-MATHER). Período de 1941/70. (Original M.R.G. OLIVEIRA, 1988)

Pela classificação de Koppen (REIS e GONÇALVES, 1987) o clima é mesotérmico húmido ou mediterrânico, com estação seca e quente no Verão (Csa). Segundo o método de Thornthwaite-Mather, o clima é classificado como sub-húmido chuvoso, mesotérmico, com grande deficiência de água no Verão e pequena concentração estival da eficiência térmica, o que está bem patente na fig. 1.3, em que se apresenta o balanço hídrico da Herd. da Mitra.

1.2.3 SOLOS

Nas áreas das pastagens semeadas e da pastagem natural, os solos são de baixa espessura efectiva e deficiente drenagem interna, o que conduz a situações de encharcamento, nos períodos de maior concentração da precipitação, existindo, fundamentalmente, 3 tipos de solo com alguns afloramentos rochosos, conforme a Carta Esboço dos Solos da Herdade da Mitra (AGUIAR e GRILO, p/publicação).

Tipos de solo:

Solos litólicos, não-húmicos de rochas eruptivas de granitos para quartzodioritos, com textura média - Pgm
Solos mediterrânicos pardos para barros de quartzitos -Pm
Solos mediterrânicos pardos hidromórficos de quartzitos -Pmh

Em todas as áreas de pastagem dominavam os solos Pgm, seguindo-se em importância os Pmh. Os solos Pm só tinham alguma representatividade na pastagem de trevo subterrâneo.

O solo da pastagem de trevo subterrâneo apresentava um pH (H₂O) de 5,5 enquanto que o da serradela era de 5,2 e o da pastagem natural de 6.

1.2.4 FLORA

A flora da Herd. da Mitra é muito variada, tendo sido identificadas 33 espécies e variedades diferentes de leguminosas e 39 de gramíneas (MENEZES, 1985), muitas delas de grande interesse pratense. Nas pastagens utilizadas nos ensaios, foram identificados 68 espécimens de vegetação herbácea, sendo 11 leguminosas, 12 gramíneas e 45 outras (MECHEL, 1988).

As pastagens situavam-se sob montado disperso de azinbo (*Quercus ilex*), com cerca de 26 azinheiras por ha, de diversos tamanhos, nas pastagens de trevo subterrâneo e serradela e de 21 na pastagem natural. Nesta última, existiam também algumas oliveiras de idade muito avançada e algumas estevas e carrascos. As copas das árvores cobriam cerca de 20% do solo na pastagem natural e na serradela e cerca de 15% no trevo subterrâneo.

1.2.5 PASTAGENS

Os ensaios incidiram sobre três pastagens, duas semeadas - uma à base de trevo subterrâneo (Tr. Subt.) e outra à base de serradela (Ser.) - e uma pastagem natural fertilizada (P. Nat.).

O prado temporário à base de Tr. Subt. foi implantado no Outono de 1985, utilizando a técnica de sementeira directa, numa área de 2,4 ha, onde existia um prado do mesmo tipo com cerca de 10 anos e muito degradado. Semeou-se uma mistura de 4 cultivares de Trevo Subterrâneo (20kg/ha) e azevém anual (5kg/ha). As variedades de Trevo Subterrâneo utilizadas foram Nungarin, Seaton Park, Woogenellup e Trikkala e a do azevém foi a Wimera. A sementeira, realizou-se uma fertilização com 350 kg/ha de Superfosfato 18% e 85 kg/ha de Cloreto de Potássio, sendo os adubos colocados no rego, junto à semente.

A P. Nat., com uma área de 2,2 ha, foi isolada de uma zona há largos anos utilizada no pastoreio de ovinos e bovinos, sem que tivesse sido cultivada ou mobilizada há, pelo menos, 25 anos. A partir do Outono de 1984, esta área foi fertilizada, todos os anos, com 200 kg/ha de Superfosfato 18%, espalhado com um distribuidor centrífugo.

Numa área contígua ao prado de Tr. Subt., com 1,8 ha, foi instalado um prado temporário, à base de serradela, cultivar Pitman (20kg/ha) e azevém anual (5kg/ha), após lavoura profunda, seguida de uma gradagem, para diminuir o grau de infestação e destruir os restos de um prado de trevo subterrâneo com 10 anos. A sementeira e distribuição fez-se com um semeador de linhas com localização do adubo junto à semente. Os adubos e as quantidades utilizadas à sementeira foram idênticas às utilizadas no Tr. Subt. Neste 1º ano de instalação, a emergência da serradela foi muito má, estando praticamente ausente da pastagem.

Por este motivo, a pastagem foi resemada no Outono de 1986, após duas gradagens.

Todas as pastagens foram fertilizadas anualmente com 200 kg/ha de Superfosfato 18% espalhado com distribuidor centrífugo.

No fim do Verão de 1988 e 1989 o Tr. Subt. e a Ser. encontravam-se muito infestados de cardos, que impossibilitavam o acesso dos animais à maior parte da pastagem, tendo-se utilizado um corta-matos de correntes para os destruir.

Todas as pastagens eram cercadas por uma vedação de arame farpado, existindo, em cada uma, bebedouros de nível constante, assim como um pequeno curral para sujeição e manipulação dos ovinos.

1.2.6 ANIMAIS

Nos ensaios de pastoreio utilizaram-se ovinos machos castrados, de raça Merino Branco, provenientes do rebanho existente na Herd. da Mitra. Em Março de 1987, início dos ensaios, utilizaram-se 24 carneiros com idades compreendidas entre 1,5 e 3,5 anos, com peso vivo médio inicial de 63,5kg ($\pm 9,7$), dos quais 6 fistulados no esófago. Os animais foram distribuídos aleatoriamente pelas pastagens, ficando, em cada uma, 2 ovinos fistulados e 6 não fistulados. Em 22/4/87 foram introduzidos mais 25 borregos desmamados com, aproximadamente, 3 meses e com um peso vivo médio de 31,7kg (± 4) e 5 carneiros adultos com 56,9kg

(±14,3) totalizando 54 animais, que pastorearam as 3 pastagens reunidos num só grupo até 17/6, altura em que foram divididos aleatoriamente pelas 3 pastagens, 15 no Tr. Subt. e P. Nat. e 14 na Ser., uma vez que tinham sido roubados 10 borregos. Durante os 3 anos de ensaio, o número total e o número de ovinos em cada pastagem variou devido à continuação de alguns roubos e à morte de animais, quer fistulados quer não fistulados, tendo sido, sempre que possível, substituídos por animais adultos do mesmo tipo. O número de ovinos em cada pastagem, e ao longo de todo o ensaio, serão indicados em 1.3.3.

Todos os animais em ensaio foram desparasitados com um anti-helmintico de largo espectro e vacinados para a prevenção da Enterotoxémia e Pasteurolose, duas vezes por ano, no fim da Primavera e do Outono.

1.3 MÉTODOS

1.3.1 QUANTIDADE DE PASTAGEM DISPONÍVEL

A quantidade de MS existente por ha foi estimada através da utilização da técnica do corte de quadrados (MANNETJE, 1978b) associada a uma técnica de amostragem sistemática em cada uma das pastagens (MCINTYRE, 1978). Utilizou-se um rectângulo em arame com 40 cmx25 cm, delimitando uma área de 10 dm², lançado ao acaso, num topo da pastagem a amostrar, sendo a 1ª amostra recolhida no local de queda do aro. Neste, separavam-se as plantas, de maneira a que o aro assentasse no chão, cortando-se

todo o material vegetal que tinha raízes no seu interior, com tesouras de relva eléctricas e a cerca de 1 cm de altura do solo. Guardava-se a amostra cortada em saco de plástico e, começando na área cortada, davam-se 20 passos em linha recta, colocando-se o aro imediatamente à frente do pé, com o comprimento na direcção em que nos deslocávamos, delimitando o 2º local de amostragem. Depois do corte da segunda amostra, tomávamos uma direcção perpendicular à direcção anterior, dando de novo 20 passos e recolhendo nova amostra. Este procedimento repetia-se até se recolherem 32 amostras, a intervalos regulares ao longo de um caminho em zig-zag, atravessando a pastagem 3 a 4 vezes.

As amostras eram todas juntas e transportadas para o laboratório, onde eram pesadas numa balança electrónica com a capacidade de 6 kg e uma sensibilidade de 0,1 g. Após a pesagem, a amostra compósita era bem misturada e recolhiam-se 2 subamostras, uma com cerca de 250 g, para determinação da composição florística e outra com cerca de 3 kg, que era seca em estufa ventilada a 60-65 °C, durante 24 a 48h, para posterior análise química.

Procurou-se amostrar as pastagens mais ou menos com 30 dias de intervalo, desde a germinação até estarem completamente secas, o que nem sempre foi possível devido à chuva e ao encharcamento do terreno. Nestas circunstâncias, o corte era muito difícil pois as plantas, em vez de serem cortadas, eram muitas vezes arrancadas pela raiz, a contaminação com solo era

muito elevada e o corte muito irregular. Além disso, existiam zonas alagadas onde era impossível recolher amostras, tendo havido períodos de cerca de 2 meses, no Inverno e início da Primavera, em que não foi possível realizar amostragens. No período de senescência das plantas, procurou realizar-se uma amostragem quinzenal, o que só foi conseguido no 1º e 2º ano de ensaio. Tentou-se ainda amostrar as 3 pastagens no mais curto espaço de tempo possível, normalmente no mesmo dia, ou em dias consecutivos.

Entre Março de 1987 e Março de 1990, foram realizadas 29 amostragens em cada uma das pastagens.

1.3.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

A subamostra obtida a partir das amostras das pastagens, foi separada manualmente, em fresco, nas seguintes fracções: gramíneas, leguminosas, outras espécies e material vegetal, morto ou seco, sendo os respectivos pesos secos referidos a percentagens do total (MANNETJE, 1978b). A soma das gramíneas, leguminosas e outras espécies corresponde à percentagem de material verde.

1.3.3 MANEIO DOS OVINOS

Inicialmente, era nossa intenção manter, em cada pastagem e em cada época, um número de animais adultos de acordo com a disponibilidade de pastagem, por forma a que, por um lado, a

quantidade de MS disponível por ovino não fosse limitante do nível de ingestão alimentar, nos períodos de maior escassez e, por outro, que encabeçamentos baixos pudessem resultar numa grande degradação da pastagem, nos períodos de maior quantidade, por aumento descontrolado das infestantes. Pretendia-se ainda adicionar aos animais adultos, em cada Primavera, um grupo de borregos desmamados, que seriam removidos no fim daquela estação .

O grupo de borregos serviria para determinar o valor alimentar das pastagens para o crescimento na época de maior abundância e melhor qualidade e também para evitar o sub-pastoreio. Como já foi afirmado em 1.2.6, o número de borregos roubados na 1ª Primavera foi elevado, causando grandes perturbações nos ensaios e nas colheitas de dados, o que nos obrigou a pastorear todos os animais num só grupo, para melhor vigilância, até saída dos borregos, e a desistir da pretensão inicial nas primaveras seguintes.

Os ovinos eram pesados após 16-18 h de jejum sendo, para tal, retirados das pastagens e estabulados na tarde anterior, dispondo apenas de água durante a noite. No dia seguinte de manhã eram pesados e imediatamente reconduzidos às respectivas pastagens. Utilizou-se uma balança manual, própria para a pesagem de animais, com uma capacidade máxima de 250 kg e uma sensibilidade de 100 g.

De 31/3/87 a 28/2/90, os animais foram pesados 30 vezes,



das quais 3 corresponderam ao período em que todos os ovinos constituíam um só grupo, restando por isso, 25 períodos, entre pesagens, indicados no quad. 1.1, em que os animais se encontravam distribuídos pelas pastagens.

QUADRO 1.1 Períodos de pesagem, respectivas datas e número de ovinos em cada pastagem.

PERÍODOS	DATAS	TR. SUBT.	Nº de ANIMAIS	
			P. NAT.	SER.
1	31/03/87 a 22/04/87	8	8	8
2	18/06/87 a 14/07/87	13	15	12
3	15/07/87 a 04/08/87	11	12	10
4	05/08/87 a 22/09/87	12	13	12
5	23/09/87 a 08/10/87	11	12	11
6	03/11/87 a 31/12/87	11	12	10
7	01/01/88 a 03/02/88	11	12	10
8	04/02/88 a 07/03/88	11	12	10
9	08/03/88 a 06/04/88	11	12	10
10	20/04/88 a 18/05/88	10	6	9
11	19/05/88 a 17/06/88	10	5	9
12	18/06/88 a 22/07/88	10	8	9
13	23/07/88 a 08/09/88	8	7	6
14	09/09/88 a 04/10/88	8	7	6
15	03/11/88 a 15/12/88	9	7	5
16	16/12/88 a 15/02/89	9	7	6
17	16/02/89 a 31/03/89	8	7	6
18	01/04/89 a 26/04/89	8	7	6
19	27/04/89 a 29/05/89	8	4	5
20	30/05/89 a 04/07/89	8	5	5
21	5/07/89 a 28/07/89	8	5	4
22	29/07/89 a 12/09/89	7	3	4
23	13/09/89 a 26/10/89	10	7	5
24	27/10/89 a 08/01/90	10	7	4
25	09/01/90 a 09/02/90	10	7	4

Era nossa intenção pesar os animais com intervalos de ± 30 dias mas, mais uma vez, a chuva condicionou esta periodicidade, pois em algumas das datas em que os animais deveriam ser pesados e chovia, a lã encontrava-se cheia de água, não sendo suficiente o tempo que os animais estavam

estabulados antes das pesagens, para que ela enxugasse o bastante para não causar erros na determinação dos pesos vivos dos ovinos, obrigando-nos a adiar a pesagem. Os ovinos foram tosquiados uma vez por ano, na Primavera, sendo pesados antes e depois da tosquia. Na fig. 1.4 pode-se observar o peso médio dos ovinos e o erro padrão da média dos ovinos, em cada uma das pesagens.

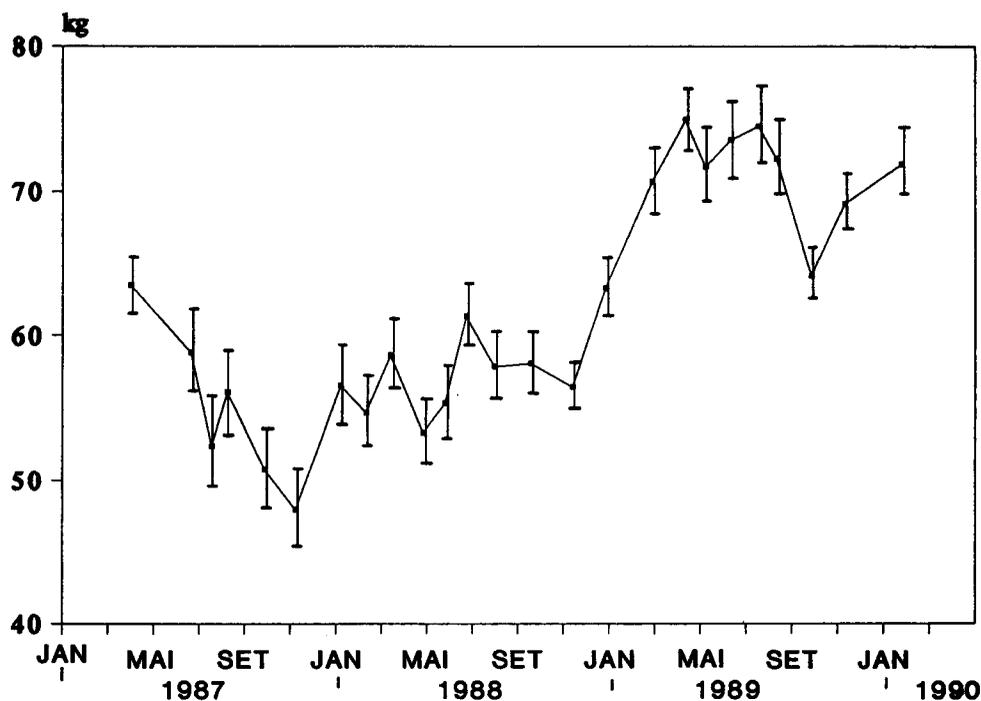


FIG. 1.4 Peso médio dos ovinos \pm EPM.

Os ovinos permaneceram, tanto quanto possível, na mesma pastagem, para evitar que alguns efeitos das condições alimentares de um período se reflectissem no período seguinte, quando o animal se encontrasse noutra pastagem. Assim, só quando o número de animais, numa pastagem, era inferior a 5, se mudavam ovinos.

Por duas vezes, nos Outonos de 87 e 88, por os animais terem perdido, em média, respectivamente 27,6% e 32,5% do seu

peso vivo máximo, e as quantidades de pastagem existente serem muito baixas, os ovinos tiveram de ser retirados das pastagens e alimentados com palhas e fenos, de modo a manterem o seu peso vivo, retornando às pastagens logo que estas germinaram e produziram massa verde suficiente para a alimentação dos ovinos. Assim, no Outono de 87 os ovinos foram retirados das pastagens em 8/10 e retornaram em 3/11 e em 88 os carneiros foram retirados em 13/10 e voltaram em 3/11.

1.3.3.1 OVINOS FISTULADOS NO ESÓFAGO

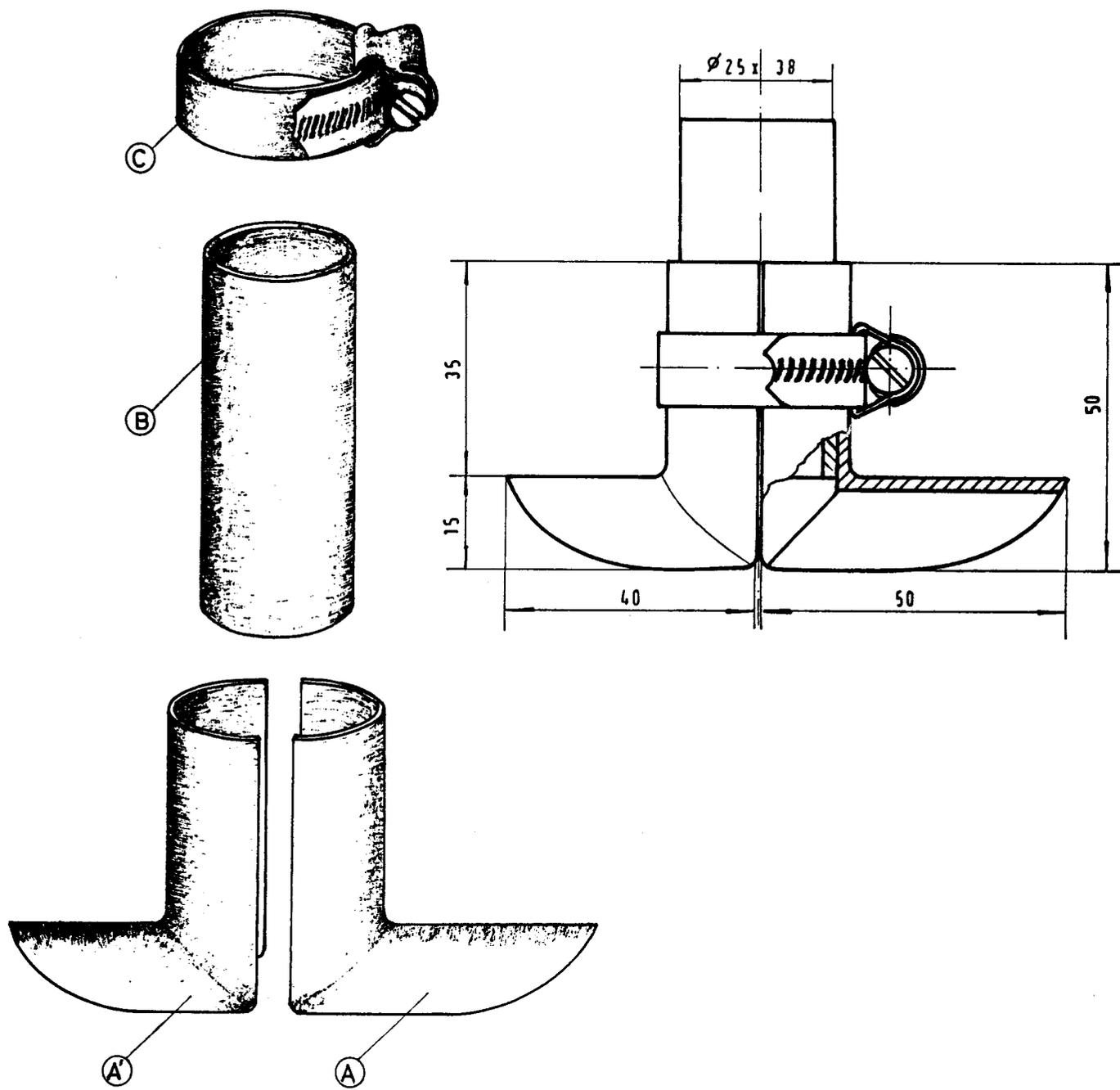
Utilizaram-se ovinos com fístula esofágica para a colheita de amostras representativas da pastagem ingerida. Estes animais permaneciam sempre nas pastagens respectivas, com os outros ovinos, sendo sujeitos ao mesmo manejo, excepto nos Verões de 88 e 89, em que, após as colheitas de Verão, foram removidos para uma pastagem regada de Trevo Branco- Festuca a fim de evitar os problemas surgidos durante o Verão de 1987. Durante este primeiro Verão, os ovinos fistulados acumulavam, frequentemente, o alimento no esófago, junto à cânula, provocando a expulsão desta, feridas onde facilmente se desenvolviam larvas de moscas, bolsas adventícias e anéis fibrosos, a montante ou a jusante da fístula, que dificultavam a deglutição do alimento. Estas lesões mostravam-se muito difíceis de curar, acabando por conduzir à morte de 5 destes animais.

Realizaram-se 18 fistulizações do esófago, no decorrer dos 3 anos de ensaio, tendo sido todas executadas no Sector de

Reprodução Animal do Dept. de Zootecnia da U.E, segundo a técnica descrita por HARRIS *et al.* (1967) adaptada e modificada pelo Prof. Doutor Nuno Potes, desta Universidade, que executou todos os actos operatórios, com a nossa colaboração.

As cânulas utilizadas para encerrar a fistula esofágica foram fabricadas por nós, a partir de uma peça em cruzeta de tubo PVC de 1 polegada, segundo desenho de McMANUS (1981) e com as dimensões indicadas por BISHOP e FROSETH (1970) (fig. 1.5). Cada cruzeta permite o fabrico de 2 cânulas. Estas consistem em duas peças em L (A e A'), que, quando montadas, formam um T invertido. Os ramos laterais destas peças, que se encostam ao esófago, têm comprimentos diferentes, de modo a evitar lesões graves, provocadas pelas pontas da cânula, a roçarem sempre no mesmo sítio, alternando-se a posição de cada peça sempre que se recoloca a cânula, após a colheita de amostras ou limpeza da fistula. As duas peças são mantidas juntas pela introdução de um êmbolo cilíndrico de plástico (B), tapado numa das extremidades, no tubo formado pelas duas peças justapostas sendo todo o conjunto apertado por uma braçadeira metálica com parafuso (C). Este tipo de cânula desmontável é muito fácil de remover e de reintroduzir, mesmo que haja um ligeiro estrangulamento da fistula.

Fora dos períodos de colheita, os animais eram vistoriados todos os 15 dias, para limpeza da fistula e tratamento de qualquer lesão que surgisse.



Escala 1 / 1

FIGURA 1.5 Modelo de cânula esofágica utilizado.

1.3.4 QUALIDADE DA DIETA, DIGESTIBILIDADE E INGESTÃO DA MO

As determinações da qualidade da dieta ingerida, da digestibilidade *in vivo* e da ingestão da MO foram realizadas em épocas do ano que abrangessem as principais situações alimentares com que os animais se deparam, em pastagens anuais mediterrânicas. Realizaram-se colheitas no Outono, Inverno, duas na Primavera devido às bruscas modificações que se dão durante esta época e uma no início do Verão. Seguiu-se o princípio, proposto por ULYATT (1973), de só se determinar a ingestão alimentar quando a quantidade de pastagem não fosse limitante, o que não se verificou no Outono de 87. Por essa razão, não se efectuaram colhei-

QUADRO 1.2 Datas e épocas dos períodos de colheita de amostras esofágicas e fezes.

PERÍODO	DATA	ÉPOCA
1	4/04/87	INI. PRIMAV.
2	4/07/87	VERAO
3	16/12/87	INVERNO
4	18/03/88	INI. PRIMAV.
5	7/05/88	FIM PRIMAV.
6	11/07/88	VERAO
7	10/11/88	OUTONO
8	27/01/89	INVERNO
9	4/04/89	INI. PRIMAV.
10	6/06/89	FIM PRIMAV.
11	20/07/89	VERAO
12	16/10/89	OUTONO
13	4/12/89	INVERNO

tas naquela época. Também no fim da Primavera de 87 não se efectuaram colheitas devido ao facto, já referido, de os animais serem apascentados todos em conjunto. Assim, realizaram-se 13 períodos, de colheitas nas datas e épocas indicadas no quadro 1.2.

1.3.4.1 AMOSTRAS COLHIDAS COM FÍSTULA ESOFÁGICA

Em cada um dos períodos referidos no Quadro 1.2 e durante 7 dias consecutivos, recolheram-se amostras da pastagem ingerida, utilizando 2 ou 3 ovinos com fístula esofágica por pastagem. As amostras colheram-se após retirar a cânula e colocar, à volta do pescoço, sacos de lona com o fundo em rede, para permitir a drenagem parcial da saliva.

Os ovinos não foram sujeitos a jejum prévio à colheita das amostras, tendo sido presos nos currais existentes em cada pastagem, para remoção da cânula e colocação do saco de lona e imediatamente soltos para a pastagem, onde lhes era permitido pastar com os restantes animais, durante 30 a 45 minutos. Para garantir um pastoreio contínuo e prevenir períodos de ruminação, que provocariam a contaminação da amostra com material parcialmente digerido, observaram-se os animais, nos dias anteriores às colheitas, para determinar as horas de pastoreio activo, realizando-se depois as colheitas esofágicas durante estes períodos. No Verão, as colheitas tinham de se iniciar ainda de noite, por volta das 5h da manhã, enquanto que, nas restantes estações, elas efectuavam-se de manhã, por volta das 9h, na Primavera e no Outono, e às 11h no Inverno.

Depois da colheita, misturava-se o material obtido em cada pastagem, ficando-se com uma amostra por pastagem. Esta amostra era pesada e em seguida espremida numa musselina, sendo medido o volume de líquido escorrido, do qual se recolhia uma amostra de cerca de 100ml que era imediatamente congelada. A fracção sólida, doravante designada por amostra esofágica, era de novo pesada, congelada e mais tarde liofilizada.

Após a liofilização, subamostrou-se cada amostra diária, recolhendo-se a mesma quantidade (entre 20 e 40 g) de todas as amostras correspondentes a um período e a uma pastagem, as quais foram juntas, de modo a formar uma amostra compósita, para posterior análise química e determinação do marcador interno, assumindo-se que a amostra assim obtida era representativa da dieta ingerida pelos restantes animais da mesma pastagem.

1.3.4.2 DIGESTIBILIDADE DA MO

A digestibilidade da MO foi estimada *in vivo*, utilizando a razão entre a concentração de um marcador interno no alimento e nas fezes, segundo a expressão já referida:

$$\text{Dig. da MO} = 1 - \frac{\text{Conc. do marcador int. na MO do alim.}}{\text{Conc. do marcador int. na MO das fezes}}$$

Utilizou-se como marcador interno o resíduo de uma fermentação *in vitro* de 144 h da amostra esofágica e das fezes, seguida por uma extracção com detergente neutro (INDF). A fermentação *in vitro* foi conduzida sobre 1 g das amostras

esofágicas e 0,5 g das amostras das fezes, em frascos Erlenmeyer de plástico de 100 ml, com tampa de enroscar munida com uma válvula de Bunsen, para libertação dos gases. Determinou-se o INDF sobre 4 réplicas laboratoriais de cada amostra e 4 brancos em cada conjunto de amostras. A amostra esofágica e as fezes correspondentes a um período de colheitas foram fermentadas simultaneamente. O conteúdo ruminal foi obtido de uma vaca fistulada no rumen, alimentada com feno ou silagem de erva e uma pequena quantidade de concentrado e filtrado através de 4 camadas da gaze. O licor ruminal foi adicionado a uma mistura tampão e mineral, na proporção de 1:4, com a seguinte composição (MENKE *et al.*, 1979):

- 400 ml de H₂O
- 0,1 ml de solução de micronutrientes constituída por:
 - 13,2 g CaCl₂.2H₂O
 - 10,0 g MnCl₂.4H₂O
 - 1,0 g Cl₂Co.6H₂O
 - 8,0 g FeCl₃.6H₂Oacertada a 100 ml com H₂O
- 200 ml de solução tampão constituída por:
 - 4,0 g NH₄CO₃
 - 35,0 g NaHCO₃acertada a 1000 ml com H₂O
- 200 ml de solução de macromelementos constituída por:
 - 5,7 g Na₂HPO₄
 - 6,2 g KH₂PO₄
 - 0,6 g MgSO₄.7H₂Oacertada a 1000 ml com H₂O

- 1 ml de solução de resazurina a 0,1% (p/v)
- 40 ml de solução redutora constituída por:
 - 4,0 ml NaOH 1N
 - 625 mg $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$
 - 95 ml de H_2O

Esta mistura era preparada antes da colheita do conteúdo ruminal e mantida em banho maria a 39 °C e sob atmosfera de CO_2 .

As amostras eram humedecidas com 2 ml de H_2O , 12 h antes da inoculação, para evitar que sobrenadassem o inóculo, dificultando o contacto das bactérias com o substracto. Cada Erlenmeyer era inoculado com 100 ml da mistura tampão-licor ruminal, gaseados com CO_2 , encerrado hermeticamente, colocado em banho maria a 39 °C e agitados 3 vezes por dia. Ao fim de 144 h, parava-se a fermentação, colocando os Erlenmeyers numa arca congeladora a -20 °C. Posteriormente, eram descongelados e o seu conteúdo transferido quantitativamente para copos de vidro de 600 ml e extraídos com 100 ml de solução de detergente neutro, segundo o procedimento de GOERING e VAN SOEST (1970), excluindo o Decahidroneftaleno e o Na_2SO_3 (VAN SOEST e ROBERTSON, 1980). Após a extracção, as amostras eram filtradas em cadinhos filtrantes G2 e utilizando, como auxiliar de filtração, areia previamente tratada com NDS. O resíduo era abundantemente lavado com H_2O fervente e acetona e seco em estufa a 103 °C durante a noite. Depois de seco, o cadinho com o resíduo era pesado, incinerado em mufla a 550 °C, durante 3 h e de novo pesado. O INDF expressou-se em percentagem da MO e foi calcula-

do da seguinte forma:

$$\text{INDF (\% da MO)} = \frac{(\text{Cad.} + \text{resíd.}) - (\text{Cad.} + \text{cinz.}) - \text{brancos}}{\text{MO fermentada}} \times 100$$

1.3.4.3 INGESTÃO DE MO

A ingestão da MO foi determinada a partir da digestibilidade e da excreção fecal através da seguinte expressão (LE DU e PENNING, 1982):

$$\text{Ing. da MO} = \frac{\text{MO excretada}}{(1 - \text{Dig. da MO})}$$

A excreção fecal foi determinada pela colheita total de fezes, utilizando 5 animais com arreios e sacos de colheita fecal, em cada pastagem e período. Realizaram-se colheitas de fezes durante 7 dias, iniciando-as 48 h após o início da recolha de amostras esofágicas.

As fezes eram recolhidas uma vez por dia, imediatamente antes das recolhas esofágicas, pesadas, sendo colhida uma amostra de cerca de 10%, que era seca em estufa ventilada a 65 °C, durante 24 h. As amostras de um animal eram juntas numa amostra compósita, para posterior análise química e determinação do INDF.

Nem sempre foi possível colher as fezes nos 5 animais durante os 7 dias, perdendo-se colheitas devido ao deslocamento do saco colector de fezes, rompimento ou abertura dos mesmos e, inclusivamente, o roubo de um animal com arreio durante um

período de colheitas. Em cada pastagem e período conseguiram-se colheitas completas no número de animais indicados no quadro 1.3.

QUADRO 1.3 Número de ovinos em que se realizaram colheitas fecais completas em cada pastagem e período.

PERÍODOS	TR.SUBT.	P.NAT.	SER.
1	4	4	5
2	3	4	3
3	4	3	4
4	5	5	5
5	5	3	4
6	5	5	5
7	5	5	4
8	5	5	5
9	5	5	5
10	5	4	4
11	5	3	4
12	5	5	5
13	5	5	4

1.3.5 ANÁLISES QUÍMICAS

As amostras das pastagens, esofágicas e de fezes, após sofrerem uma primeira desidratação, dexaram-se equilibrar com o ar sendo depois pesadas e moídas em moinho de facas eléctrico com crivo de malha redonda de 1 mm de diâmetro. A humidade residual foi determinada em subamostras de 3 g secas em estufa a

103 °C durante a noite, sendo utilizada esta determinação para corrigir o teor em MS determinado na 1ª desidratação. O teor em cinzas foi determinado sobre as mesmas subamostras incineradas em mufla a 550 °C, durante 3 h.

O azoto total foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando como catalizador o Selénio e o ácido Bórico para recepção da amónia (AOAC, 1975), sendo a PB igual ao $N \times 6,25$. A fibra insolúvel em detergente neutro (NDF) ou em detergente ácido (ADF), assim como a lenhina no resíduo do ADF (ADL) foram determinados segundo GOERING e VAN SOEST (1970), não se tendo utilizado o Decahidronaftaleno e o Na_2SO_3 na determinação do NDF e o Decahidronaftaleno na do ADF (VAN SOEST e ROBERTSON, 1980). A hemicelulose (HEM) foi calculada como a diferença entre os teores em NDF e ADF e a celulose (CEL) como a diferença entre os teores em ADF e ADL. O extracto etéreo (EE) foi determinada, nas amostras esofágicas por extracção com éter do petróleo, durante 6 h (VAN ES e VAN DER MEER, 1980).

Todas as análises foram executadas em duplicado e os valores expressos na MO.

1.3.6 ENERGIA DIGESTÍVEL E METABOLIZÁVEL DAS AMOSTRAS ESOFÁGICAS

O cálculo do teor em ED e EM das amostras fez-se utilizando as equações propostas no Technical Bulletin nº 33, MAFF (1975) que melhor se aplicavam ao nosso caso. Assim, para a

determinação da digestibilidade da MO na MS (DOMD) utilizou-se a seguinte relação:

$$\text{DOMD \%} = \frac{\text{MOD \% (100 - CINZ \%)}}{100}$$

A ED (MJ/kg MS) foi determinada a partir da DOMD multiplicada por 0,19. Para o cálculo da EM (MJ/kg MS), multiplicou-se a DOMD por 0,15 nas amostras respeitantes ao Verão, e por 0,16 nas restantes.

1.3.7 CÁLCULO DA VARIAÇÃO DO PESO VIVO DOS OVINOS

O cálculo das possíveis variações do peso vivo dos ovinos, a partir da ingestão de EM, realizou-se, utilizando o modelo b, proposto pelo Technical Comitee on responses to Nutrients, da AFRC, no seu relatório nº 5 (1990). O referido modelo baseia-se no sistema proposto pelo ARC 80, com a diferença de que calcula a eficiência de utilização da EM da dieta com base na concentração de EM no alimento (M/D) e não na capacidade de metabolização da dieta (q_m). Após termos determinado a EM da dieta e a ingestão total de EM (MJ/dia), calculámos a variação de peso vivo (VPV) por dia da seguinte forma:

$$\text{VPV (kg/dia)} = (\text{IEM} - E_m/k_m) \times (k_g/\text{EV}_g)$$

em que

IEM = ingestão de EM (MJ/dia)

E_m = energia necessária para a manutenção (MJ/dia)

k_m = eficiência de utilização da EM para a manutenção

k_g = eficiência de utilização da EM para o ganho de peso vivo

EV_g = valor energético da perda ou ganho de peso (MJ/kg)

Cálculo da E_m :

$$E_m \text{ (MJ/dia)} = 0,251 \times (P/1,08)^{0,75} + 0,0106 P$$

Cálculo do k_m :

$$k_m = 0,019 M/D + 0,503$$

Cálculo do nível alimentar (L):

$$L = IEM \times (k_m/E_m)$$

Se $L > 1$

$$k_g = \frac{k_f}{L - 1} \times \frac{1 - (k_f/k_m)^L - 1}{1 - (k_f/k_m)}$$

e em que

$$k_f = 0,0424 M/D + 0,006$$

Se $L < 1$ então $k_g = 1$

Realizou-se o mesmo tipo de cálculo para a ingestão da PB, utilizando o modelo proposto pelo NRC (1985). O método de cálculo baseia-se na seguinte equação:

$$VPV \text{ (kg/dia)} = (IPB - PB_m)/PB_g$$

em que

IPB = ingestão diária de PB (g/dia)

PB_m = necessidades em PB para a manutenção (g/dia)

PB_g = valor proteico do ganho ou perda de peso (g/kg)

Cálculo da PB_m :

$$PB_m \text{ (g/dia)} = (PMF + PEU + PDE + PL)/VPL$$

em que

PMF (proteína metabólica fecal)= 33,4 g/kg de MS ingerida

PEU (proteína endógena urinária)= 0,14675 x P+ 3,375

PDE (proteína da descamação epitelial)= 0,1125 x P^{0,75}

PL (proteína da lã) = 6,8 g/dia

VPL (valor de proteína limpa) = 0,561

Se $(IPB - IP_m) < 0$

$$PB_g = 23,43 \text{ g/kg}$$

Se $(IPB - PB_m) > 0$

$$PB_g = (286 - 29,4 \times ((4,4 + 0,32 P)/4,18)) / 0,561$$

1.3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os parâmetros medidos ou calculados foram analisados para um delineamento completamente casualizado, em que os tratamentos foram agrupados num factorial de 3 X 5, resultante da combinação do efeito de 3 pastagens e 5 épocas. Para a ingestão de MO e MOD, os dados foram também analisados num factorial 3 X 13, resultante da combinação das 3 pastagens e 13 períodos de colheitas. Para a análise dos pesos vivos dos ovinos e das suas variações, decidimos criar uma 6ª época, que abrange um pequeno período de cerca de 3 semanas, entre o fim do Verão e o início do Outono e que corresponde a uma altura do ano em que, como veremos, as perdas de peso são muito elevadas. Na disponibilidade da pastagem, composição florística e composição química das pastagens e amostras esofágicas, as colheitas realizadas ao longo do ensaio, dentro da mesma pastagem ou da mesma época, funcionaram como repetições. Nos

restantes parâmetros, cada animal funcionou como uma unidade experimental ao longo dos 3 anos de ensaio. A diferença entre pastagens e épocas foi estabelecida, utilizando o teste das diferenças mínimas significativas (HICKS, 1982). Foi utilizada a análise de covariância para remover o efeito do número de animais no peso vivo total por ha.

Para a composição química das amostras esofágicas, realizou-se, ainda, um teste T (HICKS, 1982) sobre as diferenças entre pares de valores das pastagens, duas a duas.

Foram ajustadas equações de regressão múltipla por passos sucessivos (HICKS, 1982) que melhor explicassem a variabilidade na digestibilidade da MO, ingestão de MO e MOD e variação diária de peso vivo. Desenvolveram-se equações para os dados referentes a todas as pastagens e épocas, para as 3 pastagens separadamente e para cada uma das épocas. Na construção das equações só foram introduzidas aquelas variáveis que resultavam num aumento apreciável do coeficiente de determinação (r^2) e retendo apenas aquelas que mantivessem a significância ($P < 0,05$). Existiam algumas correlações entre as variáveis, tendo sido afastadas da análise as que apresentavam um coeficiente superior a 0,85 (ARNOLD, 1966). Foram examinadas muitas relações em cada análise, mas apenas a relação final é apresentada.

A significância dos valores foi estabelecida para probabilidades inferiores a 5% (*), 1% (**) e 0,1% (**).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 ELEMENTOS CLIMATICOS

As temperaturas médias diárias não se afastaram muito dos valores médios registados no período de 1941/70, como se pode observar no gráfico da Fig. 2.1. Os Outonos e Invernos foram, de um modo geral, mais suaves que os registados, em média, nos 30 anos referidos, com temperaturas ligeiramente superiores, enquanto que, na Primavera e Verão, se aproximaram mais dos valores médios, excepto em 1988, em que se verificaram temperaturas médias mais baixas nos meses de Maio a Julho.

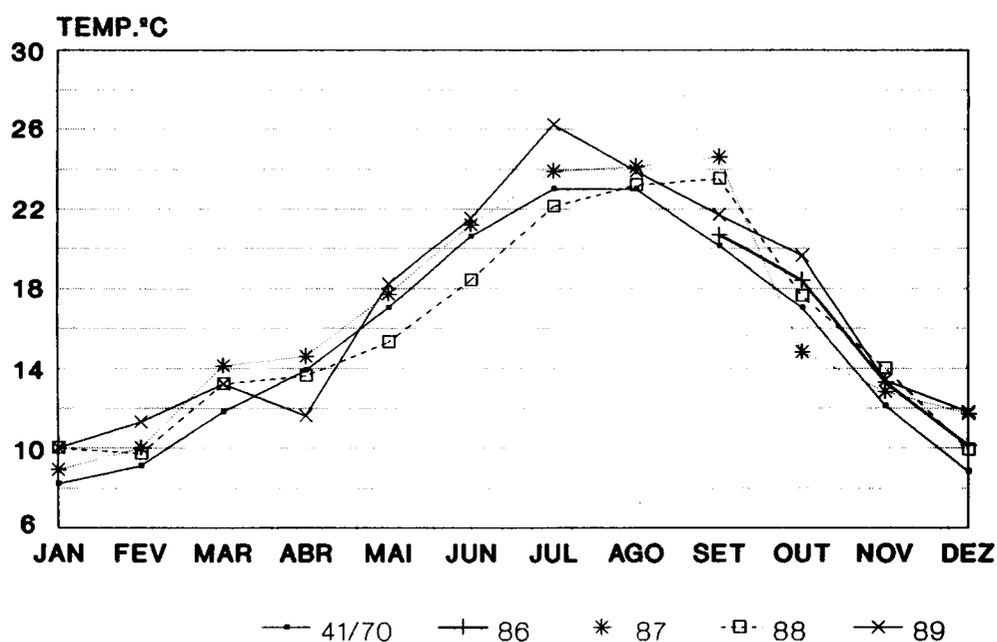


FIGURA 2.1 Temperaturas (°C) registadas em Évora, durante os anos de ensaio e no trinténio 1941/70.

As precipitações foram bastante díspares, quer entre os anos de ensaio, quer comparando com as médias de 1941/70. O Outono de 86 (Fig. 2.2) começou com bastantes chuvas, em Setembro ($68,6 \text{ l/m}^2$), o que permitiu uma boa germinação das pastagens,

seguinto-se 3 meses com cerca de metade da precipitação normal.

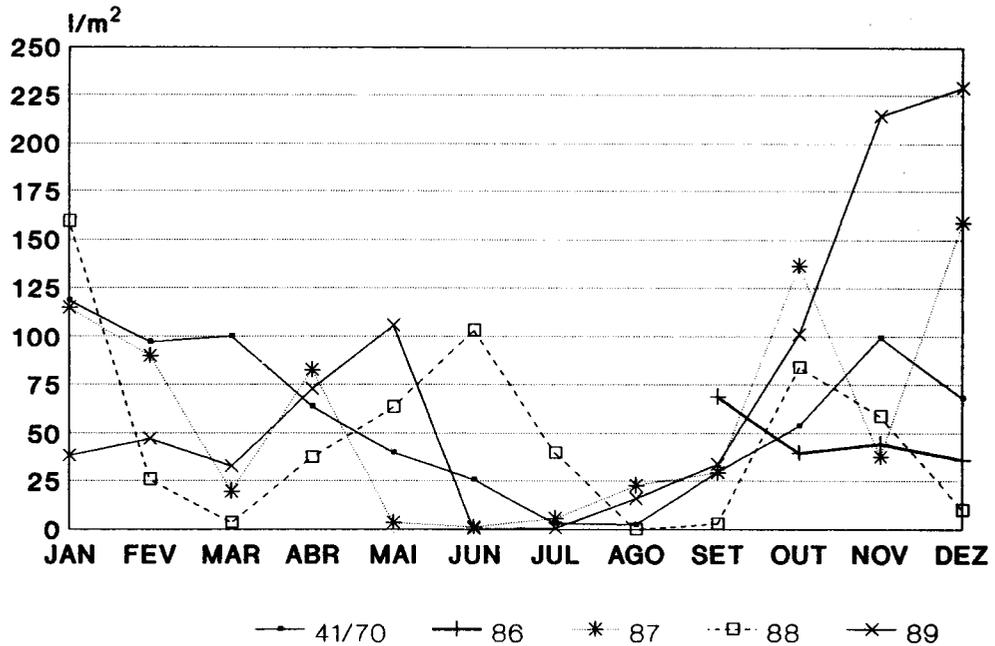


FIGURA 2.2 Precipitações mensais (l/m^2) registadas em Évora, durante os anos de ensaio e no trinténio 1941/70.

No ano de 1987, observou-se uma precipitação total ($702,5 l/m^2$) semelhante à média do trinténio, embora a sua distribuição tenha sido excepcionalmente irregular, com os meses de Março, Maio e Junho bastante secos, enquanto que nos meses de Agosto, Outubro e Dezembro as precipitações foram muito superiores ao normal. Globalmente, o ano de 1988 foi relativamente seco ($587 l/m^2$), com os meses de Fevereiro, Março e Abril muito secos, ao passo que os meses de Maio e Julho foram chuvosos e o de Junho com muita precipitação ($103 l/m^2$). O Outono foi muito seco, excepto no mês de Outubro, o que possibilitou uma boa germinação das pastagens. As precipitações baixas prolongaram-se pelos 3 primeiros meses de 1989, enquanto que Maio foi muito chuvoso, seguindo-se 2 meses praticamente sem precipitação. Nos últimos 10 dias de Agosto, caíram $16 l/m^2$.

Seguiram-se meses muito chuvosos, com o último trimestre do ano com mais do dobro da precipitação média do trintênio, o que conduziu a um ano com uma precipitação acumulada acima da média (891,2 l/m²). Quanto à precipitação, podemos concluir que tivemos um ano normal (1987), um ano seco (1988) e um ano húmido (1989). A germinação das pastagens deu-se sempre com boas condições, tendo-se verificado, nos anos de 87 e 89, ainda em Setembro, devido às chuvas que ocorreram nos fins de Agosto e princípios desse mês.

2.2 DISPONIBILIDADE DE PASTAGEM

As quantidades de MO (kg/ha) disponíveis nas 3 pastagens e durante os 3 anos de ensaio são apresentadas na fig. 2.3. Nela pode observar-se que o padrão de variação foi muito semelhante nas 3 pastagens e nos anos de ensaio.

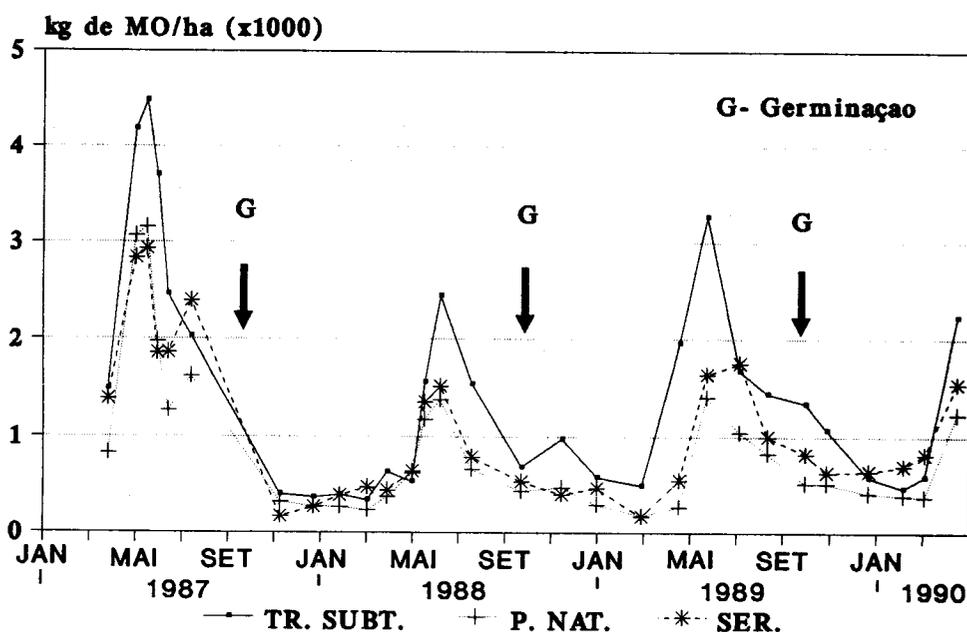


FIGURA 2.3 Quantidade de pastagem (kg de MO/ha) disponível.

No quadro 2.1, são apresentados os valores médios das quantidades de MO existentes por pastagens e por épocas. A análise de variância (anexo 4), revelou existirem diferenças significativas entre pastagens ($P < 0,01$) e épocas ($P < 0,001$). O Tr. Subt. apresentou maiores disponibilidades de pastagem ($P < 0,05$) do que as outras duas, que não diferiam significativamente ($P > 0,05$) entre si.

QUADRO 2.1 Valores médios das quantidades de MO (kg/ha \pm EPM) nas diversas épocas e nas 3 pastagens testadas.

ÉPOCA	TR. SUBT.	P. NAT.	SER.	\bar{X}
OUTONO	815	438	401	551 \pm 232 ^{cd}
INVERNO	478	305	490	424 \pm 143 ^d
INI. PRIM.	1842	1064	1236	1381 \pm 165 ^b
FIM PRIM.	2804	1630	1847	2094 \pm 152 ^a
VERAO	1411	811	1107	1110 \pm 182 ^{bc}
\bar{X}	1517 ^a	883 ^b	1069 ^b	1156 \pm 75

Na mesma linha ou na mesma coluna, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes ($P < 0,05$).

As quantidades disponíveis diminuíram entre o Outono e o Inverno, embora em quantidades não significativas, o que se pode observar na fig 2.3, em que, os valores correspondentes a estas épocas formam uma linha descendente muito pouco acentuada. Nesta altura do ano atingem-se, normalmente, os valores de disponibilidade mais baixos, como 170,7 kgMO/ha na Ser., em Novembro de 87, 175,3 kgMO/ha na P. Nat., em Fevereiro de 89 ou ainda

309 kgMO/ha em Outubro de 87, no Tr. Subt.. As baixas quantidades de MO existentes durante o Inverno (424 kg/ha) poderão ter limitado a ingestão voluntária dos ovinos, visto que as quantidades disponíveis se situam bastante abaixo dos cerca de 1000 Kg/ha, apontados por ARNOLD *et al.* (1977), como o limite abaixo do qual a ingestão dos ovinos em pastoreio se reduz.

Do Inverno para a 1ª metade da Primavera, as quantidades de MO/ha aumentaram bastante ($P < 0,01$), acompanhando as condições favoráveis de humidade e temperatura prevalecentes nesta altura do ano. Nesta época, verificaram-se sempre as taxas de acumulação de erva mais elevadas, que atingiram valores de 74 kgMO/ha/dia no Tr. Subt. e de 62,2 kgMO/ha/dia na P. Nat., entre Março e Abril de 87. A acumulação de pastagem continuou a verificar-se em Maio-Junho (fim da Primavera), alcançando-se os máximos de disponibilidade nesta época do ano. O Tr. Subt. foi a pastagem que apresentou sempre valores máximos mais elevados, que ultrapassaram os das outras pastagens em, praticamente, mais 1000 kgMO/ha, tendo alcançado o máximo em 87 com 4500 kg/ha.

A partir do máximo de disponibilidade, a quantidade de pastagem decaiu rapidamente, sendo a taxa de desaparecimento, entre Junho e Julho, superior à verificada entre este mês e Setembro. A taxa mais elevada de desaparecimento (-37,8 kgMO/ha/dia) verificou-se no Tr. Subt. entre Maio e Junho de 89, o que poderá ter ficado a dever-se a uma precipitação muito elevada em Maio, a qual, conjugada com uma massa verde relati-

vamente elevada (3276 kgMO/ha), provocou a acama da pastagem e o apodrecimento das partes inferiores. As quantidades de MO disponíveis na 2ª metade da Primavera e no Verão diferiam significativamente ($P < 0,01$).

No quad. 2.2 pode observar-se os valores médios da quantidade de pastagem existente (kg MO/ha) nos anos de 87, 88 e 89. A análise de variância (anexo 17) permitiu detectar diferenças significativas entre anos ($P < 0,001$), tendo sido o ano de 87 o que apresentou um valor médio mais elevado. Os outros dois anos não foram significativamente diferentes entre si ($P > 0,05$). As interações com as pastagens ou com as épocas não foram significativas, assim como a interacção tripla pastagem x época x ano.

QUADRO 2.2 Valores médios das quantidades de MO (kg/ha \pm EPM) nos diversos anos de ensaio.

ANO	1987	1988	1989
\bar{X}	1890,1 \pm 262,6 ^a	754,5 \pm 94,4 ^b	1010,1 \pm 145,8 ^b

Valores afectados por índices superiores diferentes, são significativamente diferentes ($P < 0,05$).

A disponibilidade de pastagem num dado momento, nas condições do presente ensaio, é resultante da taxa de crescimento da pastagem, da quantidade desta não consumida ou destruída no período anterior e da taxa de remoção pelos animais. Esta última está intimamente ligada, entre outros factores, ao encabeçamento ou peso vivo total por ha que, como já referimos, variou entre as pastagens, podendo ter influenciado o aumento

ou diminuição da quantidade de MO disponível. Este ponto, assim como as possíveis relações entre a quantidade de pastagem, a ingestão voluntária e a variação de peso vivo, será discutido mais adiante.

2.3 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

As gramíneas verdes representaram o grupo mais abundante em todas as épocas do ano, exceptuando o Verão, e em todas as pastagens, como se pode observar nas fig. 2.4, 2.5, 2.6 e no quadro 2.3. Elas foram mais abundantes no Tr. Subt. do que nas outras duas pastagens ($P < 0,01$) (anexo 5), tendo alcançado nesta pastagem o máximo, com 96,5 %, em Maio de 87. Para este componente da pastagem, a P. Nat. e a Ser. não diferiram significativamente ($P > 0,05$). A percentagem de gramíneas aumentou durante toda a época de crescimento da pastagem. Entre o Outono e o Inverno verificou-se uma diferença significativa ($P < 0,05$), o que já não aconteceu entre este último e a 1ª metade da Primavera ($P > 0,05$), embora continuasse a aumentar a sua representação. Entre a 1ª e a 2ª metade da Primavera, as gramíneas aumentaram de novo significativamente ($P < 0,05$) dominando por completo as pastagens. Durante o Verão, a quantidade de gramíneas verdes foi desprezível (0,4 %) embora a pastagem seca fosse constituída fundamentalmente por plantas deste grupo.

Num trabalho mais detalhado sobre as mesmas pastagens, MECHEL (1988) identificou as gramíneas presentes em Maio, tendo identificado, no Tr. Subt., a *Vulpia geniculata* e o *Bromus mollis*

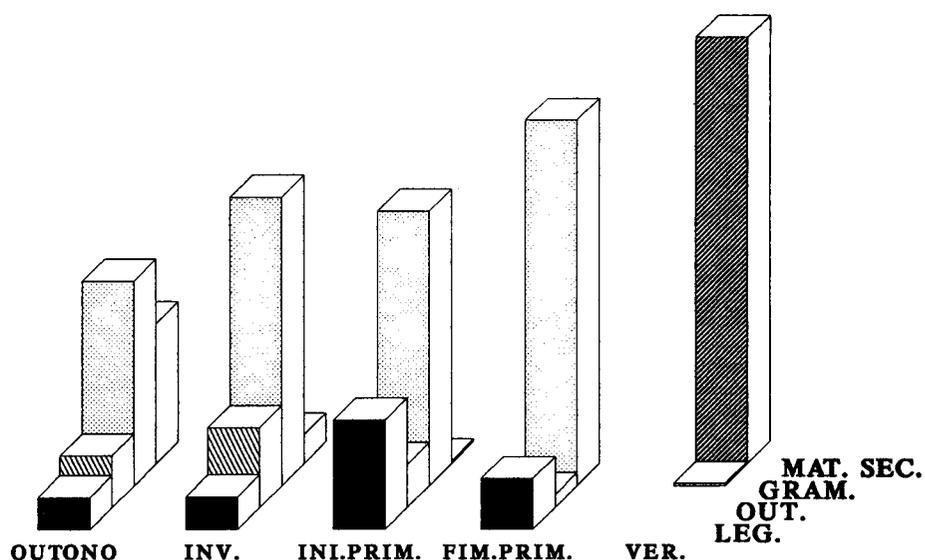


FIGURA 2.4 Composição florística média (%MS) no Tr. Subt.

como as gramíneas mais abundantes, que representavam cada 20% deste agrupamento, seguindo-se, por ordem de importância, o *Hordeum murinum* e *Agrostis castellanans* com 15% cada e o *Bromus rigidus*, *B. scoporius*, *Dactylis glomerata*, *Chaetopogon fasciculatus* e *Polygonum monspeliensis* cada uma com cerca de 5%. Na P. Nat. a espécie mais abundante era a *Vulpia geniculata* (60%) seguindo-se o *Bromus mollis* (15%), *Avena fatua* (10%) e o *Bromus rigidus* e *Hordeum murinum* com cerca de 5% cada. A *Vulpia geniculata* também dominava (60%) na Ser. enquanto que a *Agrostis castelhana* representava 30% a que se seguiam o *Hordeum murinum* e o *Bromus mollis* com 5% cada. Segundo os dados deste trabalho, e no mês referido, nota-se a ausência da gramínea que foi semeada, o *Lolium rigidum*, sendo este grupo constituído, predominantemente, por espécies espontâneas, algumas delas com um bom valor nutritivo em algumas partes do ano (ARNOLD et al., 1966; ROSSITER, 1966).

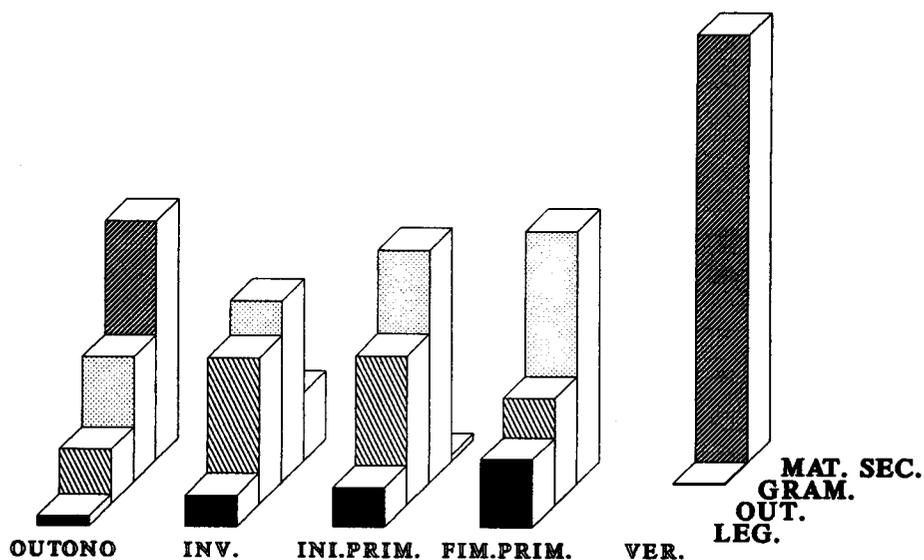


FIGURA 2.5 Composição florística média (%MS) na P. Nat.

O grupo das leguminosas teve uma representação muito menor do que o das gramíneas (quad. 2.3) e com uma evolução algo diferente. As leguminosas também aumentaram a sua representação entre o Outono e o Inverno, embora com aumentos percentuais muito baixos, que resultaram em diferenças não significativas ($P > 0,05$) entre as duas estações. Já do Inverno para o início da Primavera, o aumento foi significativo ($P < 0,05$) e bastante acentuado, enquanto que, ao longo desta estação, a percentagem de leguminosas decresceu no Tr. Subt. e aumentou na P. Nat. e Ser.. Durante o Verão não se detectaram leguminosas verdes.

No trabalho já referido de MECHEL (1988) o *Trifolium subterraneum* foi a única leguminosa isolada no Tr. Subt., nos meses de Janeiro e Fevereiro, surgindo em Março o *Trifolium fragiferum* com 8,5% e em Abril o *T. stellatum* que representava 21,4% das leguminosas. O número de espécies identificadas na P.

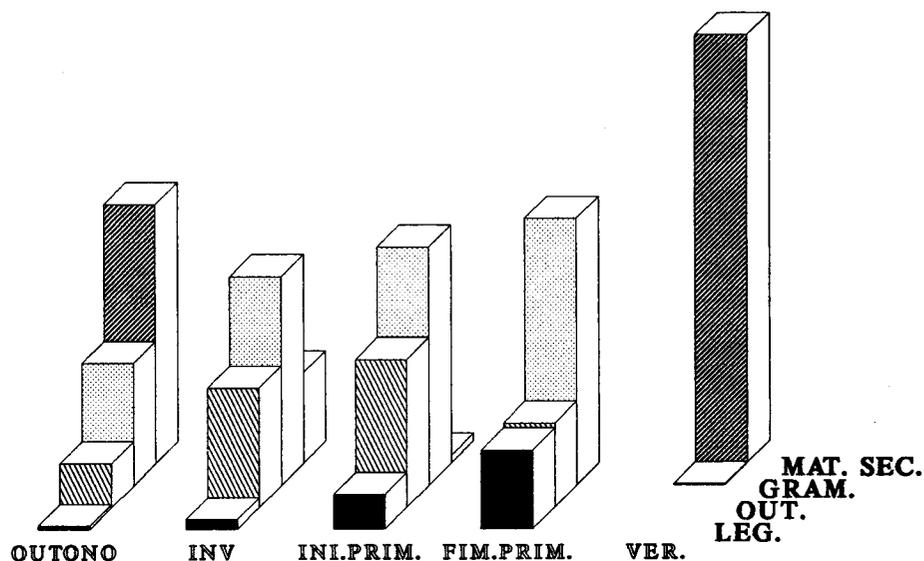


FIGURA 2.6 Composição florística média (%MS) na Ser.

Nat. foi maior, destacando-se o *Ornithopus compressus* que representava 54,7% e 43,1% do grupo, respectivamente em Janeiro e Fevereiro. Em Março e Abril este grupo foi dominado pelo *T. fragiferum*. Outras leguminosas isoladas foram o *Trifolium subterrâneo*, *T. campestre*, *Medicago polymorfa* e *Scorpiurus vermiculatos*, todas elas com representações mais ou menos importantes, ao longo dos meses referidos. Destas espécies só o *Scorpiurus vermiculatus* não foi isolado na Ser. tendo-se identificado ainda o *T. angustifolium*, *T. tomentosus*, *Lathyrus clymenum* e *Vicia spec.*. O *T. fragiferum* era a leguminosa mais abundante em Janeiro, Março e Abril enquanto que, em Fevereiro, foi-o o trevo subterrâneo. A espécie semeada nesta última pastagem, o *Ornithopus compressus*, esteve presente sempre em percentagens relativamente baixas, no máximo 7,7% em Janeiro. No 1º ano de ensaio, a quantidade de serradela produzida foi muito elevada, chegando as leguminosas em Maio a constituir 52% da pastagem. Nos anos subsequentes ela

QUADRO 2.3 Composição florística (%MS) ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) por pastagens e épocas. LEG.- leguminosas; GRA.- gramíneas; OUT- outras espécies; SECO- pasto seco.

EPOCA	GRUPO FLO.	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	$\pm \text{EPM}$
OUTONO	LEG.	7,6	2,3	0,8	4,5	$\pm 2,7^{bc}$
	GRA.	47,6	29,2	28,6	37,4	$\pm 5,2^c$
	OUT.	12,2	12,9	10,3	12,1	$\pm 3,5^b$
	SECO	32,6	55,6	60,3	46,0	$\pm 4,9^b$
INVERNO	LEG.	7,7	7,3	2,3	5,9	$\pm 1,9^b$
	GRA.	67,0	42,4	48,6	52,2	$\pm 3,7^b$
	OUT.	18,7	34,3	27,9	27,3	$\pm 2,5^a$
	SECO	6,6	15,9	21,2	14,6	$\pm 3,5^c$
INIC. PRIMAV.	LEG.	25,6	9,2	8,1	13,3	$\pm 2,7^a$
	GRA.	63,8	54,4	55,5	57,3	$\pm 5,2^b$
	OUT.	10,0	34,9	34,6	28,0	$\pm 3,5^a$
	SECO	0,6	1,6	1,8	1,4	$\pm 4,9^d$
FIM PRIMAV.	LEG.	12,0	16,0	18,5	15,5	$\pm 1,9^a$
	GRA.	85,0	58,9	62,1	68,7	$\pm 3,7^a$
	OUT.	3,0	25,1	19,5	15,9	$\pm 2,5^b$
	SECO	0	0	0	0	$\pm 4,9^d$
VERAO	LEG.	0	0	0	0	$\pm 4,9^c$
	GRA.	0,6	0,2	0,2	0,4	$\pm 4,4^d$
	OUT.	0	0	0	0	$\pm 4,9^c$
	SECO	99,4	99,8	99,8	99,7	$\pm 4,2^a$
\bar{X} $\pm \text{EPM}$	LEG.	9,0 $\pm 1,7^a$	7,7 $\pm 1,7^a$	7,2 $\pm 1,8^a$		
	GRA.	53,4 $\pm 3,3^a$	38,8 $\pm 3,3^b$	42,2 $\pm 3,4^b$		
	OUT.	8,7 $\pm 2,2^b$	22,9 $\pm 2,2^a$	19,6 $\pm 2,3^a$		
	SECO	28,9 $\pm 3,1^a$	30,5 $\pm 3,1^a$	31,0 $\pm 3,2^a$		

Valores médios para o mesmo grupo florístico com diferentes índices superiores são significativamente diferentes ($P < 0,05$).

praticamente desapareceu, ou devido ao sobrepastoreio no fim da Primavera e Verão, que pode ter levado ao consumo de grande quantidade de sementes, e/ou à dureza destas, que evitou a sua germinação nos anos seguintes.

As outras espécies apresentaram, em média, valores superiores aos das leguminosas e inferiores aos das gramíneas. Os

seus valores aumentaram significativamente ($P < 0,05$) do Outono para o Inverno (quad. 2.2), aumentando depois muito pouco para o início da Primavera. Daqui até ao fim da Primavera, a percentagem de outras espécies diminuiu significativamente ($P < 0,05$). Foi no Tr. Subt., onde representaram uma percentagem menor (8,7%), praticamente a mesma que as leguminosas (9%) e significativamente inferior ($P < 0,05$) à observada na P. Nat. e na Ser., que não diferiram entre si.

Nos fins de Junho e princípios de Julho, as pastagens secavam abruptamente, passando o pasto seco a representar praticamente 100% da pastagem disponível para os ovinos. Esta vegetação seca ainda representava uma percentagem elevada no Outono (46%), diminuindo ao longo do Inverno e desaparecendo durante a Primavera.

Pela análise da composição florística, concluímos que a tentativa de aumentar a quantidade de leguminosas nas pastagens, quer através da adubação fosfórica, quer pela sementeira de leguminosas, não resultou, pois os valores médios para este grupo são relativamente baixos, sendo muito semelhantes aos valores médios apontados por OLEA *et al.* (1989) para pastos naturais.

2.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE PASTAGEM

Os valores médios da MS e das cinzas (% na MS), nas 5 fases da pastagem em que dividimos as observações realizadas,

podem observar-se na fig. 2.7. A MS apresentou os valores mais baixos no Inverno, tendo-se determinado valores inferiores a 10%, e os mais elevados, no Verão tendo chegado a atingir os 92%, no fim desta estação. A análise de variância (anexo 6) revelou existirem diferenças significativas entre as diversas épocas ($P < 0,01$) como se indica na fig. 2.7.

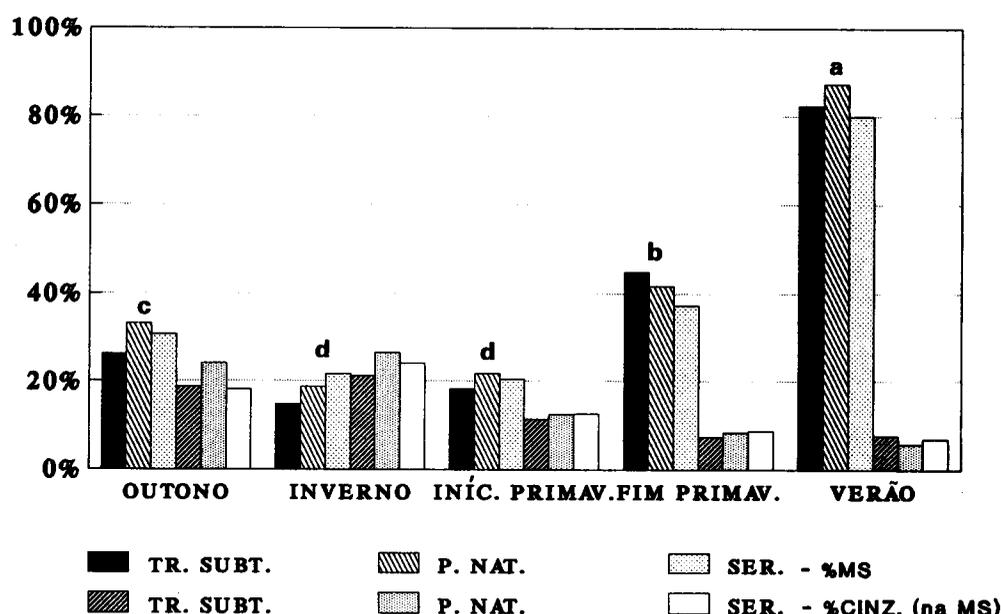


FIGURA 2.7 Valores médios para cada época da %MS e de cinzas (% na MS). Diferentes índices superiores em relação à MS, correspondem a diferenças significativas ($P < 0,05$).

Os teores em cinzas foram muito elevados no Outono e Inverno, o que indica que, durante as colheitas das amostras, houve uma grande contaminação com solo. Nestas alturas do ano, a pastagem era pouca e curta, o que pode ter conduzido a um corte demasiado rente, que facilitou a contaminação. Para eliminarmos as consequências desta contaminação, todos os valores da composição química subsequentes serão expressos em % da MO.

As fig. 2.8, 2.9 e 2.10 mostram as concentrações em PB, NDF, ADF e ADL nas 3 pastagens e ao longo dos 3 anos de ensaio.

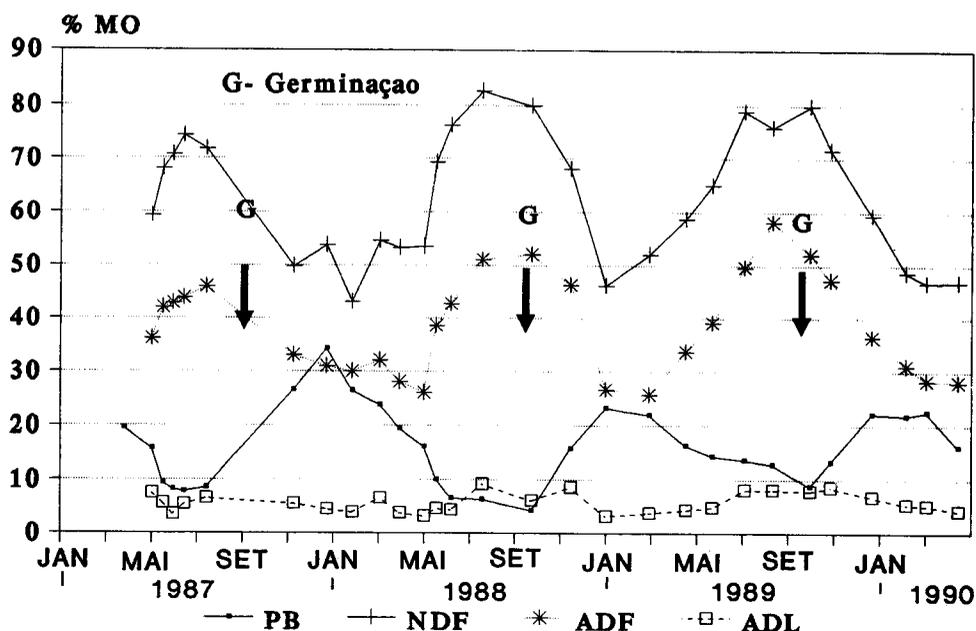


Figura 2.8 Composição química (%MO) do Tr. Subt.

A PB variou desde um pico de 34,2%, em Dezembro de 87, até um mínimo de 4,2% no fim do Verão de 88, ambos os valores no Tr. Subt.. A análise de variância (anexo 6) revelou existirem diferenças significativas entre os teores em PB das pastagens nas diversas épocas do ano ($P < 0,01$) e entre pastagens ($P < 0,05$). O Tr. Subt. foi a pastagem que apresentou um teor médio de PB superior (quadro 2.4) significativamente diferente ($P < 0,05$) do teor da Ser., tendo a P. Nat. um valor intermédio, que não diferiu significativamente ($P > 0,05$) das outras duas. A diferença entre o Tr. Subt. e a Ser. foi devida, sobretudo, à diferença verificada no Inverno, já que nas outras épocas ela foi baixa e não significativa ($P > 0,05$).

QUADRO 2.4 Valores médios da composição química das três pastagens (% na MO) (\pm EPM).

PASTAGENS	PB	NDF	ADF	ADL
TR. SUBT.	16,0 \pm 1,4 ^a	62,4 \pm 2,3 ^{ab}	38,0 \pm 1,7 ^b	5,6 \pm 0,3 ^b
P. NAT.	14,2 \pm 1,2 ^{ab}	59,7 \pm 2,2 ^b	40,5 \pm 1,6 ^{ab}	8,3 \pm 0,5 ^a
SER.	13,8 \pm 0,9 ^b	63,4 \pm 1,9 ^a	41,3 \pm 1,3 ^a	8,2 \pm 0,4 ^a

Na mesma coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para $P < 0,05$.

No quad. 2.5 podemos observar os valores médios para cada época. Durante o Outono e Inverno, a PB aumentou, atingindo naquela altura do ano, os valores máximos que foram significativamente diferentes de todas as outras épocas ($P < 0,01$). No início da Primavera, os valores foram semelhantes aos do Outono ($P > 0,05$), baixando muito significativamente ($P < 0,01$) na 2ª metade da Primavera. Entre esta época e o Verão, as diferenças foram menores, embora significativas ($P < 0,05$).

QUADRO 2.5 Valores médios, por épocas, da composição química das pastagens (%MO) (\pm EPM).

ÉPOCA	PB	NDF	ADF	ADL
OUTONO	17,0 \pm 1,7 ^b	65,6 \pm 2,8 ^b	45,0 \pm 1,9 ^b	9,6 \pm 0,8 ^a
INVERNO	21,3 \pm 0,9 ^a	51,9 \pm 1,1 ^c	33,6 \pm 0,9 ^c	8,1 \pm 0,6 ^b
INI. PRIMAV.	15,9 \pm 0,5 ^b	52,7 \pm 1,4 ^c	32,6 \pm 1,1 ^c	6,2 \pm 0,6 ^c
FIM PRIMAV.	10,1 \pm 0,6 ^c	68,3 \pm 1,4 ^b	43,2 \pm 1,1 ^b	6,1 \pm 0,3 ^c
VERAO	7,7 \pm 0,8 ^d	77,4 \pm 0,9 ^a	51,2 \pm 0,7 ^a	7,8 \pm 0,3 ^b

Na mesma coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para $P < 0,05$.

O NDF foi mais elevado no Verão (77,4%) (quad. 2.5), sendo a diferença para todas as outras épocas significativa ($P < 0,01$). O valor mais elevado foi registado no Tr. Subt. (82,6%). A concentração de NDF no Outono foi relativamente elevada para pastagens em germinação, possivelmente devido à elevada quantidade de pasto seco não consumido durante o Verão e que repre-

sentou, em média, 46% da vegetação. Ao longo do Inverno e princípio da Primavera, os teores em NDF variaram muito pouco, alcançando nesta época, os valores mais baixos. A partir desta época aumentaram continuamente até ao fim do Verão. As diferenças entre pastagens também foram significativas ($P < 0,05$) com a P. Nat. a apresentar valores inferiores à Ser. enquanto que os valores do Tr. Subt. foram intermédios e não significativamente diferentes ($P > 0,05$) das outras pastagens.

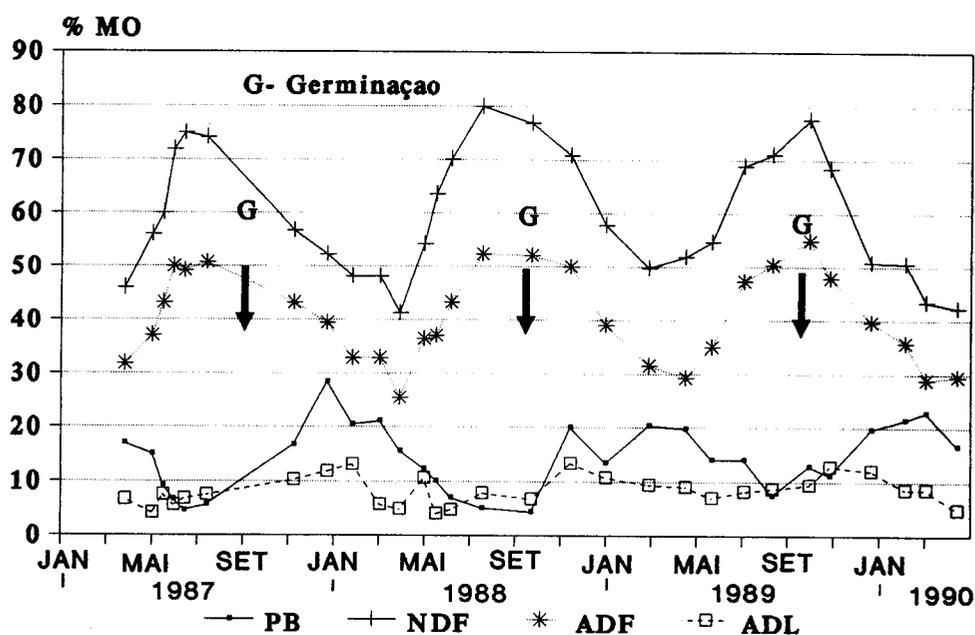


FIGURA 2.9 Composição química (%MO) da P. Nat..

O padrão de variação do ADF foi semelhante ao do NDF, apresentando os valores máximos no Verão e os mínimos no princípio da Primavera. A análise de variância (anexo 6) indica terem existido diferenças significativas, nos valores de ADF, entre as pastagens ($P < 0,05$) e entre as épocas ($P < 0,01$). O Tr. Subt. apresentou um valor médio inferior às outras duas pastagens (quad. 2.4), que foram semelhantes entre si. Os valores observados no

Verão foram superiores aos de qualquer outra época ($P < 0,05$), enquanto que o Inverno e a 1ª metade da Primavera apresentaram os valores mais baixos.

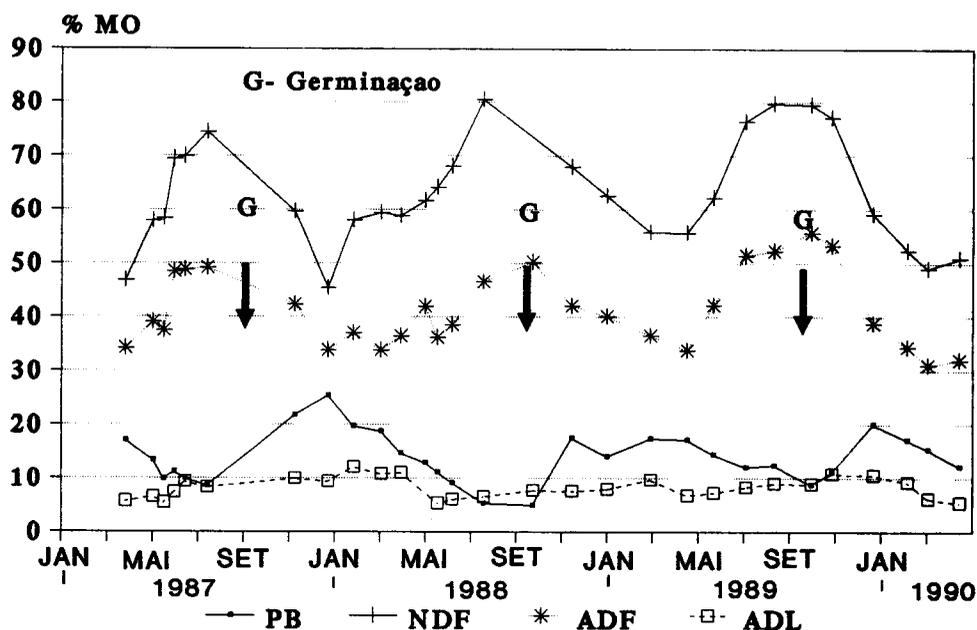


FIGURA 2.10 Composição química da Ser. (%MO).

Os teores em ADL apresentaram um comportamento algo fora do esperado, com valores máximos alcançados durante o Outono, que diferiam significativamente ($P < 0,05$) dos registados nas outras épocas (quad. 2.5). Os valores médios durante a Primavera foram os mais baixos. No Inverno e no Verão, as percentagens de ADL foram semelhantes, diferindo significativamente ($P < 0,05$) das outras épocas. A análise de variância, além de evidenciar as diferenças entre períodos ($P < 0,01$) e entre pastagens ($P < 0,01$), revelou existir um efeito significativo ($P < 0,05$) da interacção dos dois factores. A concentração média em ADL do Tr. Subt. (quad. 2.4) foi inferior ($P < 0,01$) ao da P. Nat. e da Ser. que não diferiam significativamente ($P > 0,05$) entre si. O facto da interacção época x pastagem ser significativa indica que o tipo

de pastagem teve influência na forma como o ADL variou ao longo do ano.

QUADRO 2.6 Composição química do Tr. Subt. por épocas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$)

Parâmetros	Outo.	Inver.	iní. Prima.	fim Prima.	Verão	EPM
MS%	26,3	14,7	18,3	44,9	82,4	2,2
Cinz. (%MS)	18,7	21,2	11,4	7,3	7,6	1,3
PB	18,5	24,5	17,2	9,9	8,1	0,6
NDF	63,2	50,5	45,3	71,7	78	2,3
% ADF	42,2	30,1	25,3	42,7	50,8	1,7
M O ADL	7,5	4,8	3,8	5,1	7,6	0,3
HEM.	21	20,4	24,1	30,5	27,2	0,8
CEL.	34,7	25,3	25,6	36,1	43,3	0,9

No Tr. Subt., a variação dos teores de ADL (quad. 2.6) já se aproximou do que é considerado normal, com os valores máximos a ocorrerem no Verão, embora diferindo muito pouco dos observados no Outono, enquanto que são bastante superiores aos do Inverno. Nas outras duas pastagens, quer os valores médios no Inverno quer os do Outono, foram superiores aos observados no Verão (quad. 2.7 e 2.8). Os valores anormalmente altos, no Outono e Inverno, na P. Nat. e Ser., podem ser devidos à vegetação seca, que nestas duas pastagens representou uma percentagem bastante elevada da vegetação disponível (cerca do dobro da observada no Tr. Subt.), com a possível agravante de ser constituída pelas plantas ou partes das plantas mais lenhificadas, não consumidas pelos animais durante o Verão.

QUADRO 2.7 Composição química da P. Nat. por épocas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$)

Parâmetros	Outo.	Inver.	iní. Prima.	fim Prima.	Verão	EPM
MS%	33,2	18,7	21,8	41,7	87,3	2,2
Cinz. (%MS)	24,1	26,6	12,5	8,4	5,8	1,3
PB	16	20,9	16,1	9,4	7,1	0,6
% NDF	65,3	50,1	48,6	66,3	75,9	2,3
% ADF	47	35	31,6	43,5	52,1	1,7
M O ADL	12,1	10	6,7	6,3	8	0,3
HEM.	18,4	15,1	17,1	22,8	23,8	0,8
CEL.	34,9	25	24,9	37,3	44,1	0,9

Nos quadros 2.6, 2.7 e 2.8, podem ainda observar-se os valores da Hemicelulose e Celulose nas diferentes pastagens e épocas. As diferenças no teor em HEM foram significativas entre pastagens e épocas ($P < 0,01$). Os valores médios das 3 pastagens foram todos diferentes entre si, com a P. Nat. a apresentar os valores mais baixos (quad. 2.7) e o Tr. Subt. os valores mais elevados (quad. 2.6). Quanto às médias das épocas, os valores não diferiam significativamente ($P > 0,05$) entre o Outono, Inverno e 1ª metade da Primavera, subindo depois na 2ª metade e no Verão, que apresentavam valores semelhantes entre si ($P > 0,05$). As diferenças entre estes dois últimos períodos e os 3 iniciais foram significativas ($P < 0,05$) embora não muito pronunciadas. Nos teores de CEL, não se observaram diferenças significativas entre pastagens ($P > 0,05$), ao passo que o foram entre épocas. Os valores mais baixos registaram-se no Inverno e início da Primavera, sendo intermédios no Outono e fim da Primavera e mais elevados

no Verão ($P < 0,01$). Comparando os aumentos de NDF observados no fim da Primavera e no Verão com os da HEM e CEL, pode concluir-se que o NDF aumentou, principalmente à custa do aumento da CEL, sendo muito menores as variações da HEM ao longo do ano.

QUADRO 2.8 Composição química da Ser. por épocas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$)

Parâmetros	Outo.	Inver.	iní. Prima.	fin Prima.	Verão	EPM
MS%	30,7	21,6	20,5	37,3	79,9	2,2
Cinz. (%MS)	18,2	24,1	12,7	8,6	6,9	1,3
PB	16,7	18,4	14,5	11	7,9	0,6
NDF	68,2	55,2	55,2	66,9	78,2	2,3
% M O						
ADF	45,8	35,7	36,2	43,3	50,7	1,7
ADL	9,3	9,4	7,5	6,9	8	0,3
HEM.	22,4	19,5	19,1	23,6	27,5	0,8
CEL.	36,5	26,3	28,7	36,4	42,8	0,9

Os diversos teores, encontrados para os parâmetros analisados nas 3 pastagens, não se afastam muito dos referidos na literatura para pastos semelhantes. Os teores em MS durante o Inverno foram, em média, inferiores aos níveis referidos por ARNOLD (1962) (14 a 28%), abaixo dos quais a ingestão alimentar pode ser deprimida.

A pastagem à base de trevo subterrâneo (quad. 2.5) apresentou valores de composição química mais favoráveis do que as outras pastagens, indicando, em princípio, um valor nutritivo mais elevado. No entanto, alguma desta superioridade pode desvanecer-se se considerarmos que ela se manifesta, sobretudo, no

Inverno e a metade da Primavera, altura em que as outras pastagens também possuem um bom equilíbrio de nutrientes.

Os teores de PB determinados no presente ensaio são semelhantes aos indicados por ALMEIDA (1988) e OLEA *et al.* (1989) para pastagens fertilizadas ou por RIDLEY *et al.* (1986) para uma pastagem composta por trevo subterrâneo e bromus no início e fim da Primavera, sendo superiores aos valores apontados por ABREU *et al.* (1982) para o Inverno e início da Primavera. Os nossos valores do Verão são, normalmente, intermédios entre os apontados para o trevo subterrâneo e as gramíneas (WALSH e BIRREL, 1987) e semelhantes aos de ABREU *et al.* (1982) (8,1%). As variações do teor em PB ao longo do ano foram idênticas às descritas por ARNOLD *et al.* (1966) e BIDDISCOMBE *et al.* (1980) para pastagens de composição semelhante.

Durante o Outono e Inverno, as percentagens de constituintes da parede celular foram bastante superiores aos referidos na bibliografia, enquanto que os valores observados durante toda a Primavera são semelhantes aos valores apontados por HUME e PURSER (1975). Os valores de NDF aproximam-se mais dos indicados para gramíneas (WALSH e BIRREL, 1987) o que está de acordo com o domínio das pastagens por espécies deste agrupamento. O mesmo se passou com os diversos componentes do NDF, com realce para a lenhina que, até ao início da Primavera, apresentou valores muito elevados, que se situaram muito acima dos 2,8% referidos por GRAHAM (1969) para o trevo subterrâneo na fase vegetativa, que representa o valor mais elevado encon-

trado na bibliografia para pastagens anuais, nesta fase de desenvolvimento. Durante a Primavera, só os valores observados no Tr. Subt. se equivalem aos encontrados por outros autores, como HUME e PURSER (1975) e WESTON e HOGAN (1971), sendo os das outras pastagens bastante mais elevados e próximos dos diversos valores referidos para o Verão (RIDLEY *et al.*, 1986). As diferenças referidas entre os nossos valores e aqueles determinados por outros autores, podem dever-se à natureza polifítica das nossas pastagens, com representação significativa de infestantes, principalmente na P. Nat. e Ser., enquanto que os valores referidos na bibliografia referem-se, normalmente, a pastagens constituídas por uma ou duas espécies.

2.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS AMOSTRAS ESOFÁGICAS

As colheitas das amostras esofágicas, seguindo a metodologia descrita, decorreram sem grandes problemas, tendo-se conseguido recolher amostras em todas as pastagens e em todos os dias de colheitas. Só raramente não se conseguiu colher amostra num carneiro, ou se teve que desprezar a amostra por estar contaminada com material ruminado, o que era facilmente detectado, quer pelo aspecto, quer pelo cheiro. Aparentemente, o comportamento alimentar dos animais fistulados foi idêntico ao dos outros ovinos. Pastavam completamente integrados no grupo, quer durante os períodos de colheita, quer fora deles e iniciando e cessando o pastoreio ao mesmo tempo. As variações de peso foram semelhantes aos dos outros animais, como se pode observar no quad. 2.9 e pelo resultado da análise de variância (anexo

7), excepto naquelas alturas em que tiveram problemas com lesões ou infecções na fístula ou com a perda da cânula, situações que praticamente só ocorreram no final da Primavera e Verão.

QUADRO 2.9 Variação de peso vivo (g/dia) dos ovinos fistulados e não fistulados no esófago ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

	Fistulados	Não Fistulados	Sign.
\bar{X}	63 \pm 2	43 \pm 1	NS

Após a remoção da cânula e a colocação dos sacos de lona, os ovinos dirigiam-se, geralmente, para o local onde se encontravam a pastar antes de serem recolhidos, reiniciando as actividades de pastoreio, só quando aí chegavam. Os locais de pastoreio variavam muito de dia para dia e, em algumas épocas do ano, foi possível observar grandes variações na composição da amostra esofágica. No Outono e Inverno, houve dias em que a amostra era exclusivamente constituída por bolota; outros, em que era constituída apenas por erva e outros ainda, em que predominavam folhas de quercínias. Nas colheitas de Julho de 88, ano em que a precipitação em Junho e Julho foi bastante significativa e acima do normal, pôde observar-se que a amostra esofágica era quase que exclusivamente composta por material vegetal verde, enquanto que a pastagem se encontrava aparentemente seca, não se tendo separado vegetação verde na sub-amostra dos 32 cortes. Este facto é confirmado pelo elevado teor em PB (16,7%) da amostra esofágica para esta altura do ano, que é significativamente diferente ($P < 0,05$) dos valores dos outros 2 anos .

As diferenças observadas, quer nos locais de pastoreio, quer no aspecto macroscópico das amostras, dão-nos uma certa garantia de que a amostra compósita de vários dias representa a dieta ingerida pelos ovinos. As quantidades colhidas por animal e por dia variaram muito e, em média, recolheram-se entre 300 e 400 gr de material fresco, que representavam entre 40 e 50 gr de MS e das quais se obtinham 100 a 150 ml de líquido, quando espremidos em musselina.

No quad. 2.10, apresentam-se as médias para alguns dos parâmetros estudados nas 3 pastagens e nas 5 épocas. A análise de variância (anexo 8) demonstrou que, para qualquer dos parâmetros, não se verificaram diferenças significativas entre pastagens ($P > 0,05$). Em alguns casos, as diferenças observadas entre pastagens foram substanciais como, por exemplo, em relação à PB no Outono, em que o Tr. Subt. apresentou um valor médio de 7,4 unidades de percentagem acima do da P. Nat.. As diferenças em relação à PB estão bem visualizadas na fig. 2.11. A ausência de significância pode ter ficado a dever-se ao baixo número de réplicas para cada pastagem e época. Por este motivo, realizámos um teste T sobre as diferenças entre pares de valores das pastagens, duas a duas. Os resultados desta análise (anexo 9) estão sumarizados no quad. 2.11, em que se indicam as médias para cada pastagem e os pares de médias significativamente diferentes. Segundo esta análise, os teores em PB das amostras esofágicas colhidas no Tr. Subt. são significativamente diferentes ($P < 0,05$) dos da Ser.. Para os outros parâmetros testados não houve diferenças significativas entre pastagens, excepto

QUADRO 2.10 Composição química das amostras esofágicas (%MO) por pastagens e épocas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

Época	Pastagens	PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL	EE
O U T O N O	Tr. Subt.	17,8	60	26	6	34	20	4,8
	P. Nat.	10,4	44,8	23,9	5,8	20,8	18,1	4,9
	Ser.	16,3	51,9	27,4	6,9	24,5	20,5	4
	\bar{X}	14,9	52,2	25,8	6,2	26,4	19,6	4,6
	EPM	1,2	1,4	1,6	0,9	1,5	1,1	0,4
I N V E R N O	Tr. Subt.	18,4	44,4	23,9	5,2	20,4	18,8	4,9
	P. Nat.	19,7	53	30,6	6,6	22,4	24	4,4
	Ser.	17,2	48,8	26,8	7,4	22	19,4	4,8
	\bar{X}	18,4	48,7	27,1	6,4	21,6	20,7	4,7
	EPM	1	1,1	1,3	0,7	1,2	0,9	0,4
I N I. P R I M A.	Tr. Subt.	25,3	44,6	26,1	3,2	18,5	22,9	2,3
	P. Nat.	24,4	48,8	28,7	4,4	20,5	24,3	1,9
	Ser.	21,6	51,4	28,8	4,4	22,4	24,3	1,8
	\bar{X}	23,8	48,3	27,9	4	20,4	23,8	2
	EPM	1	1,1	1,3	0,7	1,2	0,9	0,4
F I M P R I M A.	Tr. Subt.	18,2	65,1	38,6	6,3	26,5	32,3	1,9
	P. Nat.	14,8	58,4	37,4	7,9	21	30,4	2,1
	Ser.	14,2	62,8	41,6	8,5	21,2	33,1	1,9
	\bar{X}	15,7	62,1	39,2	7,3	22,9	31,9	2
	EPM	1,2	1,4	1,6	0,9	1,5	1,1	0,4
V E R A O	Tr. Subt.	13,8	68,2	46,1	8,9	22,1	37,2	1,5
	P. Nat.	11,6	69,8	49,1	7,9	20,7	41,2	1,5
	Ser.	12,9	71,1	48,1	9,8	23	38,3	1,4
	\bar{X}	12,8	69,7	47,8	8,9	22	38,9	1,4
	EPM	1	1,1	1,3	0,7	1,2	0,9	0,4

entre o Tr. Subt. e a Ser. para o ADF ($P < 0,001$) e o ADL ($P < 0,05$).

QUADRO 2.11 Resultado do teste T entre pares de valores da composição química das 3 pastagens.

	PB	NDF	ADF	LEN	EE
Tr. Subt.	18,8	55,5	32,1	5,9	3,1
P. Nat.	16,7	55,5	34,4	6,3	2,9
Ser.	16,6	57,1	34,6	7,4	2,8

NS- diferença entre duas pastagens não significativa; * ($P < 0,05$)
 *** ($P < 0,001$).

Para os parâmetros referidos no quad. 2.10, excepto para a HEM, a análise de variância (anexo 8) revelou existirem diferenças significativas ($P < 0,05$) entre épocas. Os valores mais elevados de PB observaram-se na 1ª metade da Primavera e os mais baixos no Verão, não sendo, estes últimos, significativamente diferentes ($P > 0,05$) dos obtidos no Outono e fim da Primavera. Os teores de NDF e ADL variaram de forma inversa à da PB, com os valores mais elevados no Verão e os mais baixos no início da Primavera. Os aumentos de ADF foram os principais responsáveis pelos aumentos do NDF, uma vez que os valores da HEM pouco variaram ao longo do ano. O EE apresentou valores relativamente altos no Outono e Inverno, que se diferenciavam significativamente ($P < 0,001$) dos valores mais baixos das restantes épocas do ano. A interacção pastagem x época só se mostrou significativa ($P < 0,01$) para o NDF, indicando que as variações deste parâmetro, entre épocas, foi diferente de pastagem para pastagem.

Os valores de PB da dieta atingiram um pico de 27,2% em Março de 87, no Tr. Subt. e o mínimo (7,8%) verificou-se na P. Nat. em Outubro de 89 (fig. 2.11). Os teores encontrados e a sua

variação ao longo do ano são muito semelhantes aos apontados por ARNOLD *et al.* (1966) para uma pastagem composta por Phalaris, gramíneas anuais e trevo subterrâneo. No início da Primavera, a percentagem de PB da dieta é muito elevada, excedendo em muito as necessidades de manutenção dos ovinos e mesmo as de aumento de peso vivo ou as de produção de leite (NRC, 1985), como veremos mais adiante, sendo de prever um desperdício de parte da proteína ingerida.

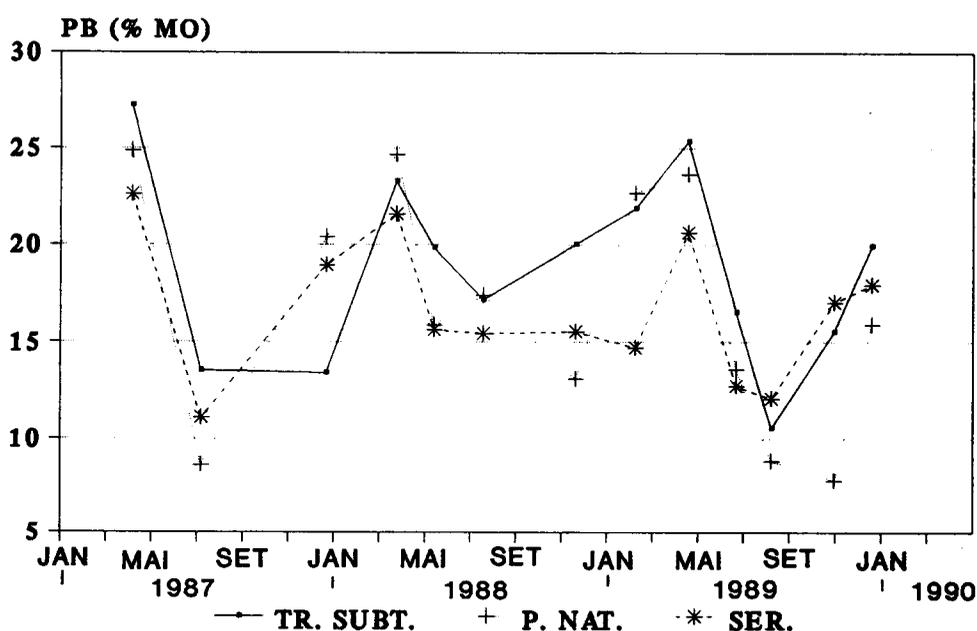


FIGURA 2.11 Teor em PB das amostras esofágicas (%MO), nas 3 pastagens e ao longo dos 3 anos de ensaio.

No Verão, o valor médio encontrado (12,8%) parece, só por si, não ser limitante do crescimento da população microbiana do rumen, fundamental para que se dê a degradação do alimento, muito rico, nesta altura do ano, em constituintes da parede celular. Do mesmo modo, o teor em PB parece garantir as necessidades deste nutriente para a manutenção dos animais em pastoreio. Estes valores razoáveis de PB para o Verão foram sempre determinados em Julho, altura em que a abundância de pasto seco

permitia a selectividade e a ingestão de plantas ou parte de plantas mais ricas em PB. Com o avanço do Verão, é de esperar o progressivo esgotamento destas fracções com a consequente redução no teor de PB da dieta. Os valores da PB nas outras épocas do ano oscilaram entre 15% e 18,4%.

Em relação aos outros parâmetros, não encontramos na bibliografia termos de comparação, sendo de realçar os relativamente elevados valores de EE no Outono e Inverno, que chegaram a alcançar 6,8% no Tr. Subt., em Dezembro de 87. Estes valores podem ter resultado da ingestão de quantidades significativas de bolota que contêm quantidades elevadas de ác. gordos, confirmando o que foi dito anteriormente sobre o aspecto de algumas amostras esofágicas.

A razão entre uma das fracções químicas da amostra esofágica e a mesma fracção, determinada na amostra da pastagem, colhida na mesma altura, resulta num índice que expressa as diferenças entre a pastagem disponível e a dieta ingerida. A este índice demos a designação de Índice de Selectividade (IS) ou apenas Selectividade, embora nem todas as diferenças possam ser atribuídas à selectividade dos ovinos. Assim, quando o IS é superior a 1, tal indica que a concentração do constituinte a que se refere é superior no alimento ingerido do que na pastagem disponível, podendo significar que os ovinos seleccionaram uma dieta mais rica nesse elemento. Um IS inferior a 1 tem o significado inverso. No quadro 2.12 apresentam-se os valores médios dos IS para as 3 pastagens e 5 épocas estudadas.

QUADRO 2.12 Índice de selectividade calculado para as 3 pastagens e 5 épocas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

Época	Pastagens	PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL
O U T O N O	Tr. Subt.	1,4	0,9	0,6	0,7	1,5	0,5
	P. Nat.	0,8	0,6	0,5	0,5	1,0	0,5
	Ser.	1,2	0,8	0,6	0,8	1,0	0,6
	\bar{X}	1,1	0,8	0,5	0,7	1,2	0,5
	EPM	0,3	0,04	0,05	0,2	0,1	0,06
I N V E R N O	Tr. Subt.	0,8	0,8	0,8	1,1	0,9	0,7
	P. Nat.	1,0	1,0	0,8	0,6	1,7	0,9
	Ser.	0,9	0,9	0,7	0,8	1,4	0,7
	\bar{X}	0,9	0,9	0,8	0,8	1,3	0,8
	EPM	0,2	0,04	0,04	0,2	0,1	0,05
I N Í. P R I M A.	Tr. Subt.	1,5	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
	P. Nat.	1,5	1,0	0,9	0,7	1,2	1,0
	Ser.	1,5	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9
	\bar{X}	1,5	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9
	EPM	0,2	0,04	0,04	0,1	0,1	0,05
F I M P R I M A.	Tr. Subt.	1,8	1,0	1,0	1,1	0,8	1,1
	P. Nat.	1,4	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
	Ser.	1,3	0,9	1,0	1,3	0,8	0,9
	\bar{X}	1,5	0,9	1,0	1,1	0,8	1,0
	EPM	0,3	0,04	0,05	0,2	0,1	0,06
V E R A O	Tr. Subt.	1,9	0,9	0,9	1,1	0,8	0,9
	P. Nat.	2,2	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9
	Ser.	1,9	0,9	1,0	1,2	0,8	0,9
	\bar{X}	2,0	0,9	0,9	1,1	0,8	0,9
	EPM	0,2	0,04	0,04	0,1	0,1	0,05

Em média, os ovinos ingeriram uma dieta cerca de 40% mais rica em PB (IS= 1,4) e ligeiramente mais pobre em NDF, ADF, ADL e CEL, do que a pastagem disponível, sendo semelhantes os valores de HEM numas e outras amostras.

A análise de variância (anexo 10) realizada sobre os valores de IS, revelou não existirem diferenças significativas ($P > 0,05$) entre pastagens, para qualquer dos constituintes químicos estudados, ao passo que se verificaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre épocas, para todos os parâmetros excepto para o ADL. O IS da PB foi praticamente igual a 1, no Outono e Inverno, subindo para cerca de 1,5 durante toda a Primavera, embora as 4 médias não fossem significativamente diferentes ($P > 0,05$). O valor médio para o Verão mostra que os animais ingeriram dietas com uma concentração em PB cerca de 100% mais elevada do que a existente na pastagem, que era diferente ($P < 0,05$) dos IS determinados para o Outono e Inverno, mas não se distinguindo significativamente ($P > 0,05$) da 1ª e 2ª metade da Primavera (quad. 2.13). Como já afirmámos atrás, é difícil que os elevados valores da selectividade para a PB se mantenham durante todo o Verão, sendo de admitir que, no fim desta estação, a diferença seja menor ou mesmo inexistente. De realçar, ainda, que os aumentos de PB no fim da Primavera e no Verão, se fazem acompanhar de aumentos de 10% no ADL, apontando para que os tecidos mais ricos em PB sejam também mais lenhificados, o que pode condicionar a sua disponibilidade para os ovinos.

Os animais conseguiram ingerir sempre dietas com valores

de NDF inferiores aos das pastagens (quad. 2.12), sendo essa diferença maior no Outono e significativa ($P < 0,05$) em relação a todas as outras épocas (quad. 2.13). Como se pode observar no quad. 2.11, nas outras épocas, o IS situou-se muito próximo de 1. Se compararmos estes valores com os do ADF e da HEM, podemos notar que, nas 3 primeiras épocas, os IS do ADF são inferiores aos do NDF enquanto que os da HEM são superiores, o que sugere que os ovinos conseguiram ingerir uma dieta com um teor em constituintes da parede celular mais rico em HEM, em princípio mais digestível, do que o encontrado nas pastagens, acontecendo o inverso no fim da Primavera e Verão.

QUADRO 2.13 Valores médios do Índice de Selectividade para os parâmetros da composição química estudados nas 5 épocas.

ÉPOCA	PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL
OUTONO	1,1 ^b	0,8 ^b	0,5 ^d	0,7 ^a	1,2 ^{ab}	0,5 ^c
INVERNO	0,9 ^b	0,9 ^a	0,78 ^c	0,8 ^a	1,3 ^b	0,8 ^b
INI. PRIM.	1,5 ^{ab}	0,9 ^a	0,85 ^{bc}	0,8 ^a	1,0 ^b	0,9 ^{ab}
FIM PRIM.	1,5 ^{ab}	0,9 ^a	1,0 ^a	1,1 ^a	0,8 ^b	1,0 ^a
VERAO	2,0 ^a	0,9 ^a	0,93 ^{ab}	1,1 ^a	0,8 ^b	0,9 ^{ab}

Na mesma coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para $P < 0,05$.

2.6 DIGESTIBILIDADE APARENTE DA MO

Os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade aparente da MO, calculados a partir do marcador interno INDF na amostra esofágica e nas fezes, são apresentados na fig 2.12 e no quad. 2.14 . Neste, são apresentados os valores médios para cada pastagem e cada época, tendo a análise de variância (anexo 11) revelado existirem diferenças significativas entre

pastagens ($P < 0,05$) e altamente significativas entre épocas ($P < 0,001$).

QUADRO 2.14 Digestibilidade aparente da MO (%) nas 3 pastagens e nas 5 épocas estudadas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

ÉPOCAS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM	SIGN.
OUTONO	64,6 \pm 2,1	61,7 \pm 2,1	59,6 \pm 2,2	62,0 ^c	1,2	
INVERNO	72,2 \pm 1,8	66,0 \pm 1,8	66,9 \pm 1,8	68,4 ^b	1,0	
1ª PRIM.	78,7 \pm 1,8	73,3 \pm 1,8	74,4 \pm 1,7	75,4 ^a	1,0	***
FIM PRIM.	62,8 \pm 2,1	65,6 \pm 2,7	58,1 \pm 2,3	61,9 ^c	1,3	
VERAO	47,9 \pm 1,8	50,5 \pm 1,9	48,7 \pm 1,9	49,0 ^d	1,1	
\bar{X}	65,7 ^a	63,6 ^{ab}	62,6 ^b			
EPM	0,84	0,89	0,87			
SIGN.			*			

Na mesma linha ou coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido; * ($P < 0,05$); *** ($P < 0,001$).

O Tr. Subt. apresentou uma digestibilidade média superior à das outras pastagens (quad. 2.14) diferindo significativamente da Ser., cujo valor foi o mais baixo. A P. Nat. tinha um valor intermédio, que não foi significativamente diferente ($P > 0,05$) do das outras duas.

A digestibilidade da MO aumentou significativamente entre o Outono e o Inverno e entre este e a 1ª parte da Primavera (quad. 2.14), alcançando taxas diárias de aumento de 0,19 unidades percentuais. Entre a 1ª e a 2ª metade da Primavera, com a entrada das plantas na fase reprodutiva, a digestibilidade cai

abruptamente, descendo em média 13 unidades de percentagem, sendo esta descida mais acentuada no Tr. Subt. e na Ser. do que na P. Nat.. Nesta última, a quantidade de pastagem disponível era menor do que nas outras duas pastagens, o que poderá ter resultado num atraso da maturação das plantas sujeitas a um pastoreio mais intensivo. Outra causa provável poderá ser a maior heterogeneidade da sua flora, com um maior número de plantas de maturação tardia. Os valores registados no fim da Primavera são semelhantes ($P>0,05$) aos observados no Outono. Do fim da Primavera para o Verão, a digestibilidade volta a descer significativamente, alcançando as taxas diárias de decréscimo mais elevadas, que oscilaram entre 0,17 e 0,36 unidades de percentagem.

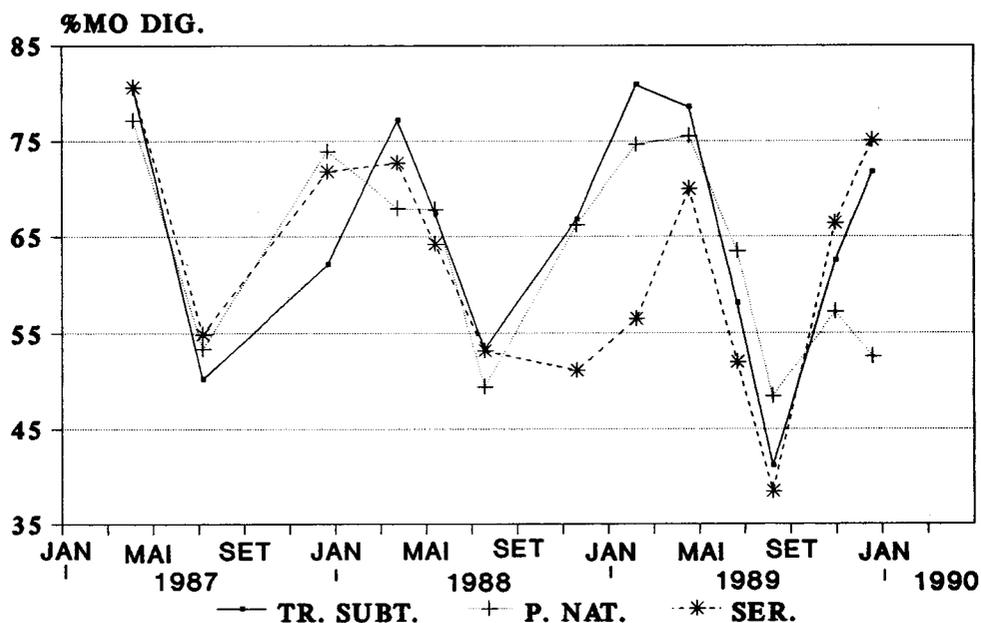


FIGURA 2.12 Variação da digestibilidade da MO (%) nas pastagens estudadas ao longo dos 3 anos de ensaio.

Os valores da digestibilidade da MO encontrados durante o Outono são inferiores aos indicados por BIRREL (1981) e KELLY e

MASON (1987), para a mesma época e para pastagens de trevo subterrâneo. Considerando que as pastagens se encontram na fase vegetativa e em crescimento activo, parece-nos que os valores encontrados para esta época são demasiado baixos. Contudo, o pasto seco representa uma percentagem elevada da pastagem disponível, podendo dificultar a ingestão da erva verde, que se localiza na parte inferior da vegetação, obrigando os animais a ingerirem, à mistura, material vegetal seco, que contribui para fazer baixar a digestibilidade da dieta. Os valores determinados para o Inverno aproximam-se muito dos referidos na literatura (SMITH *et al.*, 1972; BIRREL, 1981), assim como os determinados para o início da Primavera (ARNOLD *et al.*, 1966; HUME e PURSER, 1974; BIDDISCOMBE *et al.*, 1980; FREER e JONES, 1984). O valor médio de 62%, determinado para a 2ª metade da Primavera, aproxima-se muito do apontado por FREER e JONES (1984) para o azevém (61,5%) e por HUME e PURSER (1974) e KELLY e MASON (1987), para o trevo subterrâneo, na fase de emurchecimento. Os valores geralmente apontados para as pastagens em plena maturação, durante o Verão, são superiores em 5 a 10 unidades percentuais, aos por nós encontrados (ARNOLD *et al.*, 1966; HUME e PURSER, 1974; RIDLEY *et al.*, 1986), excepto os referidos por ALLDEN e TUDOR (1976) para uma pastagem de trevo subterrâneo, azevém e espontâneas que, como as nossas, apresentou um valor de 49%, e por BIDDISCOMBE *et al.* (1980) para o trevo subterrâneo no fim do Verão, com um valor de 50%.

Através de análises de regressão múltipla por passos sucessivos, estudámos as possíveis relações entre os diversos

parâmetros já descritos e as variações da DMO. Os resultados estão sumarizados no quad. 2.15. Para o estabelecimento de uma relação geral, utilizaram-se os dados referentes às 3 pastagens, em todos os períodos de colheitas (Eq. 1 do quad. 2.15), tendo-se ainda procurado estabelecer relações para cada época no conjunto das 3 pastagens (Eq. 2 a 6) e para cada pastagem (Eq. 7 a 9), utilizando os dados de todos os períodos. De todas as variáveis testadas, a única que não foi incluída em nenhum modelo foi a percentagem de gramíneas. A % de ADL foi a variável mais utilizada nos modelos, apresentando sempre, como seria de esperar, valores de B afectados do sinal negativo, ou seja, o seu aumento na dieta provocou sempre uma diminuição da DMO. O ADF exerce a mesma acção sobre a DMO que o ADL, enquanto que o NDF, HEM e CEL, ora têm um efeito positivo, ora negativo sobre a digestibilidade, o que pode dever-se às variações nas características físicas e química destes componentes, nomeadamente à sua incrustação ou complexação com a lenhina. WALSH e BIRREL (1987) notaram que valores elevados de NDF estavam associados a valores altos de digestibilidade da MS. O mesmo parece ter sucedido nos nossos ensaios, com a HEM no Verão, a CEL no Outono ou o NDF no Tr. Subt., suportando a hipótese formulada por aqueles autores de que, em determinadas fases, algumas fracções da fibra são muito digestíveis.

A PB e a quantidade de MO disponível por ha (kg de MO/ha) foram incluídos em 5 dos 9 modelos estudados. A primeira apresenta um efeito positivo esperado sobre a DMO, excepto no modelo estabelecido para o Verão. Nesta altura do ano, a um

aumento da PB da dieta, corresponde uma diminuição da DMO, o que, associado ao facto já referido em 2.5, de que ao aumento da PB da dieta em relação à pastagem corresponde também um aumento do ADL ingerido, sugere que os aumentos nesta fracção se dão à custa de PB ligada à fibra e por isso muito pouco disponível para o animal, ao mesmo tempo que o aumento da lenhina provoca uma diminuição da digestibilidade. A MO/ha tem um efeito positivo sobre a digestibilidade em 4 das cinco equações em que foi incluída (quad. 2.15). Este efeito positivo pode significar uma maior oportunidade de selecção da dieta, quando a quantidade é superior. No Inverno, a relação negativa justifica-se porque as maiores disponibilidades de pastagem, nesta altura do ano, devem-se sobretudo a maiores quantidades de pasto seco de pior qualidade, dificultando a ingestão de erva verde.

A composição florística das pastagens também apresenta algumas relações com a digestibilidade, quer através da percentagem de leguminosas, quer das outras espécies, quer ainda, da de espécies verdes. Esta última variável tem sempre uma relação positiva com a digestibilidade, enquanto que as leguminosas apresentam uma relação negativa no Outono e Inverno e uma positiva no fim da Primavera. O efeito negativo pode ter sido provocado pela mais baixa digestibilidade das leguminosas em relação às gramíneas, nesta altura do ano, devido ao seu mais baixo teor em glúcidos solúveis (ARNOLD *et al.*, 1966; SMITH *et al.*, 1972; WALSH e BIRREL, 1987), enquanto que no fim da Primavera sucede o contrário (WALSH e BIRREL, 1987).

parâmetros já descritos e as variações da DMO. Os resultados estão sumarizados no quad. 2.15. Para o estabelecimento de uma relação geral, utilizaram-se os dados referentes às 3 pastagens, em todos os períodos de colheitas (Eq. 1 do quad. 2.15), tendo-se ainda procurado estabelecer relações para cada época no conjunto das 3 pastagens (Eq. 2 a 6) e para cada pastagem (Eq. 7 a 9), utilizando os dados de todos os períodos. De todas as variáveis testadas, a única que não foi incluída em nenhum modelo foi a percentagem de gramíneas. A % de ADL foi a variável mais utilizada nos modelos, apresentando sempre, como seria de esperar, valores de B afectados do sinal negativo, ou seja, o seu aumento na dieta provocou sempre uma diminuição da DMO. O ADF exerce a mesma acção sobre a DMO que o ADL, enquanto que o NDF, HEM e CEL, ora têm um efeito positivo, ora negativo sobre a digestibilidade, o que pode dever-se às variações nas características físicas e química destes componentes, nomeadamente à sua incrustação ou complexação com a lenhina. WALSH e BIRREL (1987) notaram que valores elevados de NDF estavam associados a valores altos de digestibilidade da MS. O mesmo parece ter sucedido nos nossos ensaios, com a HEM no Verão, a CEL no Outono ou o NDF no Tr. Subt., suportando a hipótese formulada por aqueles autores de que, em determinadas fases, algumas fracções da fibra são muito digestíveis.

A PB e a quantidade de MO disponível por ha (kg de MO/ha) foram incluídos em 5 dos 9 modelos estudados. A primeira apresenta um efeito positivo esperado sobre a DMO, excepto no modelo estabelecido para o Verão. Nesta altura do ano, a um

aumento da PB da dieta, corresponde uma diminuição da DMO, o que, associado ao facto já referido em 2.5, de que ao aumento da PB da dieta em relação à pastagem corresponde também um aumento do ADL ingerido, sugere que os aumentos nesta fracção se dão à custa de PB ligada à fibra e por isso muito pouco disponível para o animal, ao mesmo tempo que o aumento da lenhina provoca uma diminuição da digestibilidade. A MO/ha tem um efeito positivo sobre a digestibilidade em 4 das cinco equações em que foi incluída (quad. 2.15). Este efeito positivo pode significar uma maior oportunidade de selecção da dieta, quando a quantidade é superior. No Inverno, a relação negativa justifica-se porque as maiores disponibilidades de pastagem, nesta altura do ano, devem-se sobretudo a maiores quantidades de pasto seco de pior qualidade, dificultando a ingestão de erva verde.

A composição florística das pastagens também apresenta algumas relações com a digestibilidade, quer através da percentagem de leguminosas, quer das outras espécies, quer ainda, da de espécies verdes. Esta última variável tem sempre uma relação positiva com a digestibilidade, enquanto que as leguminosas apresentam uma relação negativa no Outono e Inverno e uma positiva no fim da Primavera. O efeito negativo pode ter sido provocado pela mais baixa digestibilidade das leguminosas em relação às gramíneas, nesta altura do ano, devido ao seu mais baixo teor em glúcidos solúveis (ARNOLD *et al.*, 1966; SMITH *et al.*, 1972; WALSH e BIRREL, 1987), enquanto que no fim da Primavera sucede o contrário (WALSH e BIRREL, 1987).

QUADRO 2.15 Equações de regressão múltipla lineares que melhor descrevem as relações entre as diversas variáveis e as variações na DMO. Eq. 1-equação geral; Eq. 2-Outono; Eq. 3-Inverno; Eq. 4-ini. Primav.; Eq. 5-fim da Primavera; Eq. 6-Verão; Eq 7-Tr. Subt.; Eq. 8- P. Nat.; Eq. 9- Ser..

DMO (%)= 72,7233***+ 0,6183 x PB***- 0,2339 x NDF*** - 1,684 x ADL*** + 0,066 x VERDE***	Eq. 1
$r^2=0,81$ $n=173$ $S_{yx}=5,02$ $F=182,7***$	
DMO (%)= 50,4087***- 2,9167 x ADF***+ 4,4072 x CEL*** - 5,4709 x LEG***+ 0,1548 x VERDE	Eq.2
$r^2=0,79$ $n=29$ $S_{yx}=3,14$ $F=22,1***$	
DMO (%)= 65,8592*+ 1,2143 x PB** - 2,3362 x ADL*** - 0,8841 x HEM** - 1,5917 x LEG*** - 0,3076 x OUT*** - 0,011 x MO/ha	Eq. 3
$r^2=0,89$ $n=40$ $S_{yx}=3,16$ $F=56,36***$	
DMO (%)= 76,3543***- 1,2835 x ADL***+ 0,0044 x MO/ha***	Eq. 4
$r^2=0,62$ $n=43$ $S_{yx}=2,89$ $F=32,94***$	
DMO (%)= 98,12***- 0,6701 x ADF***- 2,3499 x ADL*** + 0,8928 x LEG***	Eq. 5
$r^2=0,94$ $n=24$ $S_{yx}=1,54$ $F=105,5***$	
DMO (%)= 45,54***- 0,5928 x PB***- 1,1266 x ADL*** + 0,7405 x HEM**+ 0,0036 x MO/ha**	Eq. 6
$r^2=0,65$ $n=37$ $S_{yx}=3,61$ $F=20,76***$	
DMO (%)= 14,25*+ 2,3308 x PB***+ 0,3245 x NDF** - 0,5398 x CEL***+ 0,6815 x OUT***	Eq. 7
$r^2=0,95$ $n=61$ $S_{yx}=2,81$ $F=265***$	
DMO (%)= 79,44***- 4,1867 x ADL***+ 0,1195 x VERDE*** + 0,0045 x MO/ha**	Eq. 8
$r^2=0,86$ $n=55$ $S_{yx}=4,04$ $F=101,8***$	
DMO (%)= 39,51***+ 2,1195 x PB***- 0,6229 x ADF*** + 0,07 x OUT*+ 0,0085 x MO/ha***	Eq. 9
$r^2=0,88$ $n=57$ $S_{yx}=4,23$ $F=95,26***$	

Significância: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

As equações de regressão múltipla determinadas explicam, numa percentagem significativa, a variabilidade na digestibilidade da MO. O modelo referente ao início da Primavera (Eq. 4) é o que explica menos, fazendo-o em cerca de 62% (quad. 2.15) enquanto que o referente ao Tr. Subt. (Eq. 7) responde por 95% das variações da digestibilidade.

Os resultados da análise de regressão múltipla permitem concluir que a composição química da dieta ou a composição florística da pastagem podem variar consideravelmente, para o mesmo valor de digestibilidade. Segundo ARNOLD *et al.* (1966), é necessário estimar todos os componentes de um modelo, para poder obter-se uma imagem coerente e mais realista do valor nutritivo da pastagem.

2.7 INGESTÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E MATÉRIA ORGÂNICA DIGESTÍVEL

A ingestão de matéria orgânica e matéria orgânica digestível foram, dos parâmetros medidos, aqueles que apresentaram uma maior variabilidade e em que o factor animal pode ter tido uma grande influência, como se pode ver pelos resultados de uma análise de variância (anexo 11) sobre as ingestões médias dos ovinos, utilizados nas colheitas de fezes, que indicam ter havido diferenças significativas entre animais ($P < 0,05$). O carneiro 99, por exemplo, apresentou a ingestão média mais alta (78,8 g/dia/ $P^{0,75}$) e também a ingestão absoluta mais elevada (90,3 g/dia/ $P^{0,75}$),

a que correspondeu uma ingestão de 2231,6 g Mo/dia. Este animal apresentou uma média significativamente diferente ($P < 0,05$) da de todos os outros carneiros menos um, que também apresentou uma média relativamente elevada (62,28 g/dia/ $P^{0,75}$). As médias dos outros 22 carneiros, em que se fizeram determinações da ingestão, variaram entre 38,4 g/dia/ $P^{0,75}$ e 55,35 g/dia/ $P^{0,75}$. O valor mais baixo registado foi de 15,7 g/dia/ $P^{0,75}$, a que correspondeu uma ingestão de MO de 390,6 g/dia.

QUADRO 2.16 Ingestão de MO/ $P^{0,75}$ (g/kg) nas 3 pastagens e nas 5 épocas estudadas ($\bar{X} \pm EPM$).

ÉPOCAS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM	SIGN.
OUTONO	54,6 \pm 3,8	61,6 \pm 3,8	54,3 \pm 4,0	60,0 ^a	2,2	
INVERNO	44,6 \pm 3,2	58,1 \pm 3,3	48,8 \pm 3,3	50,3 ^{bc}	1,9	
INI. PRIM.	57,8 \pm 3,2	54,2 \pm 3,2	46,1 \pm 3,1	52,5 ^{ab}	1,8	***
FIM PRIM.	41,0 \pm 3,8	53,0 \pm 4,9	42,4 \pm 4,2	44,4 ^c	2,4	
VERAO	34,1 \pm 3,3	36,2 \pm 3,4	33,0 \pm 3,4	34,4 ^d	2,0	
\bar{X}	46,4 ^b	52,4 ^a	44,7 ^b			
EPM	1,52	1,60	1,58			
SIGN.			**			

Na mesma linha ou coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido; ** ($P < 0,01$); *** ($P < 0,001$).

A análise de variância (anexo 11) por pastagens e épocas, revelou existirem diferenças significativas ($P < 0,05$) entre pastagens e entre épocas, quer para a ingestão de MO, quer para a ingestão de MOD, conforme pode observar-se nos quad.

2.16 e 2.17. A ingestão média de MO foi superior ($P < 0,05$) na P. Nat. e mais baixa no Tr. Subt. e na Ser. que, por sua vez, não diferiam significativamente ($P > 0,05$) entre si. Os ovinos ingeriram uma quantidade significativamente maior ($P < 0,05$) de MO no Outono em relação ao Inverno, 2ª metade da Primavera e Verão. No início da Primavera, as quantidades ingeridas foram semelhantes ($P > 0,05$) às do Outono e Inverno e diferentes ($P < 0,05$) das do fim da Primavera e Verão. As quantidades mais baixas de MO ingerida observaram-se no Verão e diferiram significativamente ($P < 0,05$) de todas as outras épocas (quad. 2.16).

QUADRO 2.17 Ingestão de MOD/ $P^{0,75}$ (g/kg) nas 3 pastagens e nas 5 épocas estudadas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

ÉPOCAS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM	SIGN.
OUTONO	35,4 \pm 3,2	38,2 \pm 3,2	32,9 \pm 3,4	35,6 ^{ab}	1,9	
INVERNO	33,0 \pm 2,7	39,7 \pm 2,8	33,1 \pm 2,8	35,2 ^b	1,6	
INI. PRIM.	45,7 \pm 2,7	39,0 \pm 2,7	34,8 \pm 2,6	39,7 ^a	1,6	***
FIM PRIM.	25,9 \pm 3,2	34,9 \pm 4,2	25,3 \pm 3,6	27,9 ^c	2,1	
VERAO	16,4 \pm 2,8	18,2 \pm 2,9	16,4 \pm 3,0	17,0 ^d	1,7	
\bar{X}	31,6 ^{ab}	34,1 ^a	28,9 ^b			
EPM	1,31	1,38	1,35			
SIGN.			*			

Na mesma linha ou coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido; * ($P < 0,05$); *** ($P < 0,001$).

A ingestão de MOD foi semelhante ($P > 0,05$) na P. Nat. e no Tr. Subt. e entre esta última e a Ser., tendo sido signi-

ficativamente ($P < 0,05$) diferente entre a P. Nat. e a Ser. A 1ª metade da Primavera foi a época com a ingestão de MOD mais elevada, como resultado da maior digestibilidade das pastagens nesta altura do ano, ainda que no Outono se tenha observado uma ingestão de MO superior à do início da Primavera. Contudo, em ambos os parâmetros, a diferença não se mostrou significativa entre estas duas épocas ($P > 0,05$). O Verão, foi de novo, a época em que se registou uma ingestão menor e que diferiu significativamente ($P < 0,05$) de todas as outras. As ingestões, quer de MO quer de MOD, durante a 2ª metade da Primavera, foram relativamente baixas (quad. 2.16 e 2.17), mais baixas até que as verificadas no Inverno ($P < 0,05$).

Na análise da ingestão da MO e da MOD por pastagens e por períodos de colheitas (anexo 12), observou-se uma

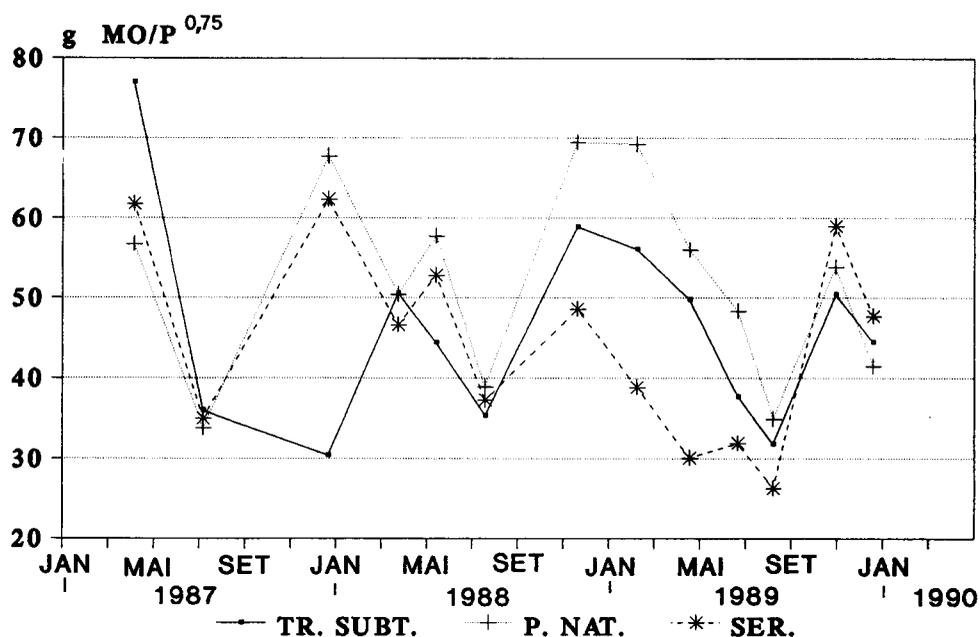


FIGURA 2.13 Ingestão diária de MO ($g/P^{0,75}$) nos períodos de colheitas e nas 3 pastagens. diferença significativa ($P < 0,05$) entre pastagens e entre

períodos, tendo-se revelado também a interação pastagem x período significativa ($P < 0,05$). As diferenças entre períodos podem observar-se nas figs. 2.13 e 2.14 e nos quad. 2.18 e 2.19.

No 1º período de colheitas, o valor médio de ingestão de MOD foi bastante elevado (quad. 2.19) e diferiu significativamente ($P < 0,05$) de todos os outros. A ingestão de MOD mais baixa registou-se no período 11, com apenas 13,03 g/dia/ $P^{0,75}$. Na ingestão de MO não se destaca nenhum período em particular, parecendo haver uma maior homogeneidade entre os valores, de onde resulta, por exemplo, que os períodos correspondentes ao Verão não diferem significativamente ($P > 0,05$) entre si. É de referir, ainda, as baixas ingestões de MO e MOD observadas no Tr. Subt. durante o 3º período de colheitas (quad. 2.18), que foram menos de metade das verificadas nas outras pastagens e que, inclusive, chegou a ser mais baixa que a ingestão verificada no período de Verão imediatamente anterior. Estas baixas ingestões estiveram associadas a uma digestibilidade cerca de 10 unidades percentuais abaixo da das outras pastagens, apresentando os animais fezes muitíssimo aquosas e não moldadas que dificultavam muito as colheitas fecais e que podiam ser indício de uma grande alteração do trânsito intestinal, ao passo que, nas outras pastagens, as fezes dos animais apresentavam o aspecto normal.

Desde a 1ª fase de desenvolvimento até à frutificação,

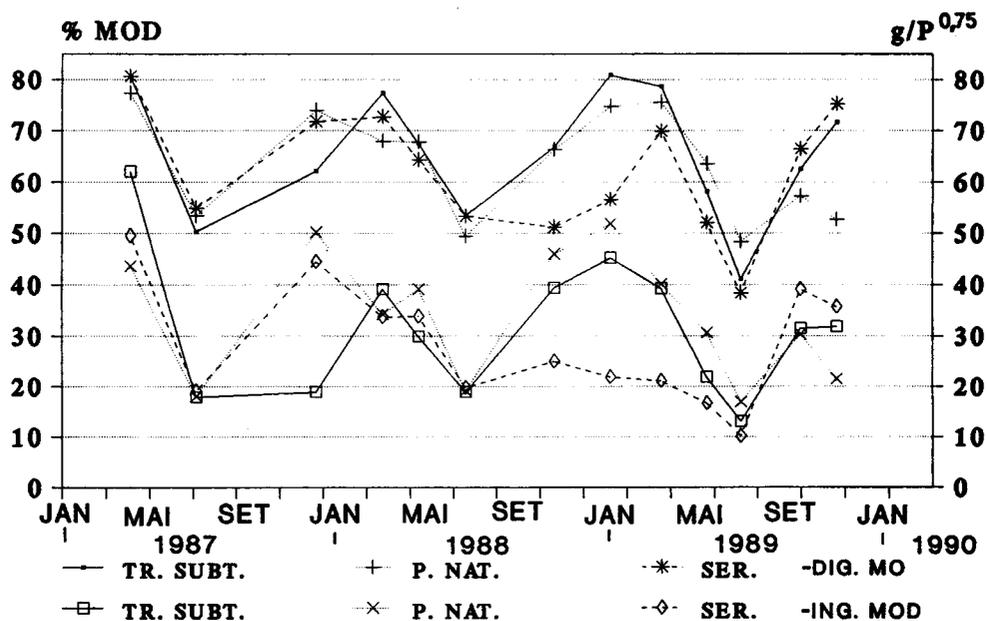


FIGURA 2.14 Digestibilidade da MO e ingestão diária de MOD ($g/P^{0,75}$) observadas nos diversos períodos de colheitas e nas 3 pastagens.

os nossos valores de ingestão de MO encontram-se cerca de 20 g abaixo dos referidos por ABREU *et al.* (1982) para o trevo subterrâneo, aproximando-se mais dos valores encontrados por DOYLE *et al.* (1984) para a mesma espécie vegetal no início da floração (60,7 gr) e trevo subterrâneo+ azevém na fase de degenerescência (34,1 gr).

No quad. 2.20 apresentamos algumas equações resultantes da análise de regressão múltipla linear por passos, que tentam explicar as variações da ingestão da MO. Além das variáveis incluídas nas equações apresentadas, foram também testadas a disponibilidade de MO por animal, a % de NDF, ADL e HEM na dieta e a % de outras espécies e de vegetação verde na pastagem, que não se mostraram significativas ($P > 0,05$) em qualquer dos modelos.

QUADRO 2.18 Ingestão de MO/P^{0,75} (g/kg) nas 3 pastagens e nos 13 períodos de colheitas fecais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

PERÍODOS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM
1	77,0 ±4,4	56,6 ±4,4	61,7 ±3,9	64,8 ^a	2,4
2	35,9 ±5,0	33,8 ±4,4	35,0 ±5,0	34,8 ^{fg}	2,8
3	30,4 ±4,4	67,7 ±5,0	62,3 ±4,4	52,2 ^c	2,6
4	50,6 ±3,9	50,4 ±3,9	46,5 ±3,9	49,2 ^{cd}	2,3
5	44,3 ±3,9	57,7 ±5,0	52,8 ±4,3	50,5 ^{cd}	2,5
6	35,3 ±3,9	38,8 ±3,9	37,2 ±3,9	37,1 ^{fg}	2,3
7	58,8 ±3,9	69,4 ±3,9	48,6 ±4,4	59,7 ^{ab}	2,3
8	56,0 ±3,9	69,2 ±3,9	38,8 ±3,9	54,7 ^{bc}	2,3
9	49,8 ±3,9	55,9 ±3,9	30,1 ±3,9	45,3 ^d	2,3
10	37,6 ±3,9	48,3 ±5,0	31,9 ±4,4	38,4 ^{ef}	2,5
11	31,8 ±3,9	34,9 ±5,0	26,2 ±4,4	30,7 ^g	2,5
12	50,4 ±3,9	53,8 ±3,9	58,9 ±3,9	54,4 ^{bc}	2,3
13	44,4 ±3,9	41,4 ±3,9	47,7 ±4,4	44,3 ^{de}	2,3

Na mesma coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para $P < 0,05$.

QUADRO 2.19 Ingestão de MOD/P^{0,75} (g/kg) nas 3 pastagens e nos 13 períodos de colheitas fecais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

PERÍODOS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM
1	62,0 ±3,0	43,6 ±3,0	49,5 ±2,7	51,6 ^a	1,7
2	17,9 ±3,5	18,0 ±3,0	19,2 ±3,5	18,3 ^e	1,9
3	18,9 ±3,0	50,1 ±3,5	44,5 ±3,0	36,7 ^{bc}	1,8
4	39,1 ±2,7	34,2 ±2,7	33,8 ±2,7	35,7 ^{bc}	1,6
5	29,9 ±2,7	39,1 ±3,5	33,9 ±3,0	33,5 ^{cd}	1,8
6	18,9 ±2,7	19,2 ±2,7	19,8 ±2,7	19,3 ^e	1,6
7	39,4 ±2,7	46,0 ±2,7	25,0 ±3,0	37,6 ^{bc}	1,6
8	45,3 ±2,7	51,7 ±2,7	21,8 ±2,7	39,6 ^b	1,6
9	39,2 ±2,7	40,2 ±2,7	21,1 ±2,7	33,5 ^{cd}	1,6
10	21,9 ±2,7	30,7 ±3,5	16,7 ±3,0	22,3 ^e	1,8
11	13,1 ±2,7	16,9 ±3,5	10,1 ±3,0	13,0 ^f	1,8
12	31,5 ±2,7	30,4 ±2,7	39,2 ±2,7	33,7 ^{cd}	1,6
13	31,9 ±2,7	21,5 ±2,7	35,8 ±3,0	29,3 ^d	1,6

Na mesma coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para $P < 0,05$.

Só se apresentam equações para o geral, Inverno e Tr. Subt. já que as equações apuradas para as outras épocas e pastagens explicavam, todas, menos de 50% da variabilidade

na ingestão da MO, tendo portanto muito pouco significado biológico.

A equação estabelecida para todas as pastagens e épocas (Eq. 1 do quad. 2.20) consegue explicar 58% da variabilidade da IMO, sendo esta afectada positivamente pela digestibilidade da dieta, pelo máximo de peso alcançado pelo

QUADRO 2.20 Equações de regressão múltipla lineares que melhor descrevem as relações entre as diversas variáveis e as variações na ingestão diária de MO ($g/P^{0,75}$). Eq. 1- equação geral; Eq. 2- Inver.; Eq. 3- Tr. Subt..

$$IMO (g/P^{0,75}) = 13,558^{NS} + 0,765 \times DIG^{***} - 1,611 \times P^{0,75}^{***} + 0,292 \times PMAX^{**} + 1,272 \times CEL^{***} - 0,183 \times GRA^{***} - 0,006 \times MO/ha^{**} + 0,008 \times MV/ha^{***} - 8,713 \times \acute{E}POCA^{***} \quad \text{Eq. 1}$$

$$r^2=0,58 \quad n=173 \quad S_{yx}=9,7 \quad F=27,69^{***}$$

$$IMO (g/P^{0,75}) = 0,282^{NS} + 3,862 \times PB^{***} - 0,0391 \times MO/ha^{***} - 0,71903 \times LEG^*$$

$$r^2=0,72 \quad n=40 \quad S_{yx}=8,16 \quad F=30,691^{***}$$

$$IMO (g/P^{0,75}) = -17,363^{NS} + 3,233 \times PB^{***} + 0,871 \times ADF^{***} - 0,832 \times LEG^{***} - 6,682 \times \acute{E}POCA^{***} \quad \text{Eq. 3}$$

$$r^2=0,78 \quad n=61 \quad S_{yx}=6,49 \quad F=49,836^{***}$$

Significância: NS- não significativo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

carneiro ao longo de todo o ensaio (PMAX), pela % de CEL e kg de vegetação verde por ha e negativamente pelo peso metabólico, % de gramíneas, MO/ha e época. Esta última variável foi introduzida com o valor numérico de 1 para o Outono, 2 para o Inverno, 3 para o início da Primavera, 4 para o fim da Primavera e 5 para o Verão. A negatividade do $P^{0,75}$ indica-nos que, quanto mais pesado o animal menor será a ingestão por unidade de $P^{0,75}$, enquanto que o efeito

positivo do P_{MAX} sugere que animais com um peso maturo mais elevado têm uma capacidade de ingestão superior, independentemente do seu peso actual.

Na fig. 2.15, apresenta-se a curva da ingestão de MO observada nos diversos períodos de colheitas e a calculada pela Eq.1 do quad. 2.20. No gráfico, pode observar-se que os

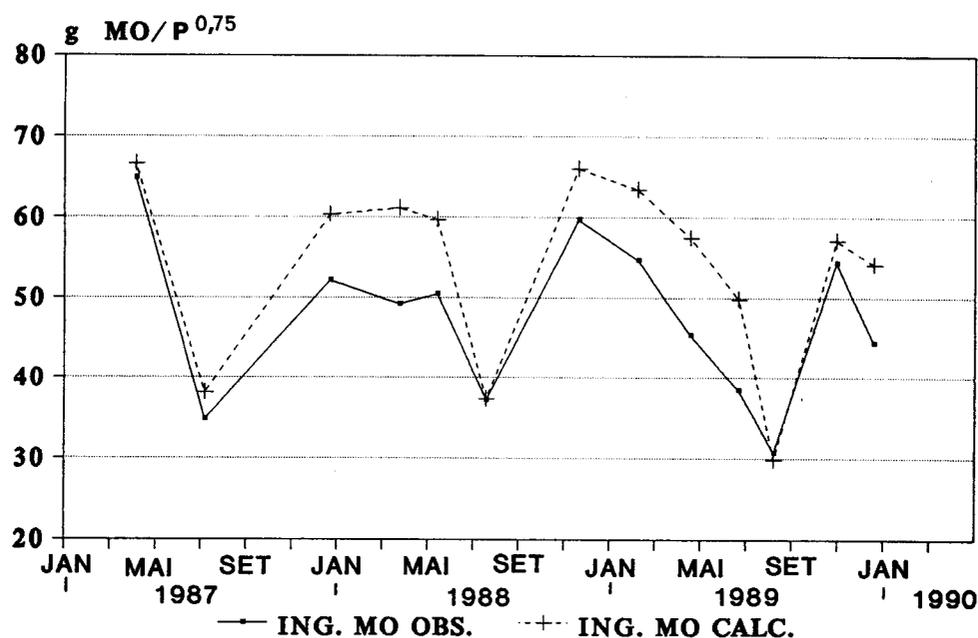


FIGURA 2.15 Ingestão diária de MO ($g/P^{0,75}$) observada e calculada a partir da Eq.1 do quad. 2.20.

valores calculados se aproximam muito dos observados para as ingestões mais baixas, enquanto que calcula ingestões bastante acima das verificadas, quando a ingestão é mais elevada. As discrepâncias observadas sugerem a existência de um ou mais factores limitantes da ingestão alimentar, não considerados na nossa análise como, por exemplo, o estado corporal dos ovinos ou a ingestão de energia. A tentativa de introdução de uma nova variável, que era igual ao P_{MAX}, menos o peso do animal na altura das colheitas, não resul-

tou, pois ela nunca foi incluída na equação. Quando forçada, a sua inclusão não melhorou o r^2 .

As regressões múltiplas determinadas para a ingestão de MOD (quad. 2.21) explicam, as variações observadas, numa percentagem muito mais elevada, do que as estabelecidas para a ingestão de MO. Na fig. 2.16, pode observar-se como as médias dos valores calculados, utilizando a equação múltipla, desenvolvida para todas as pastagens e épocas, se ajustam quase que por completo aos valores observados.

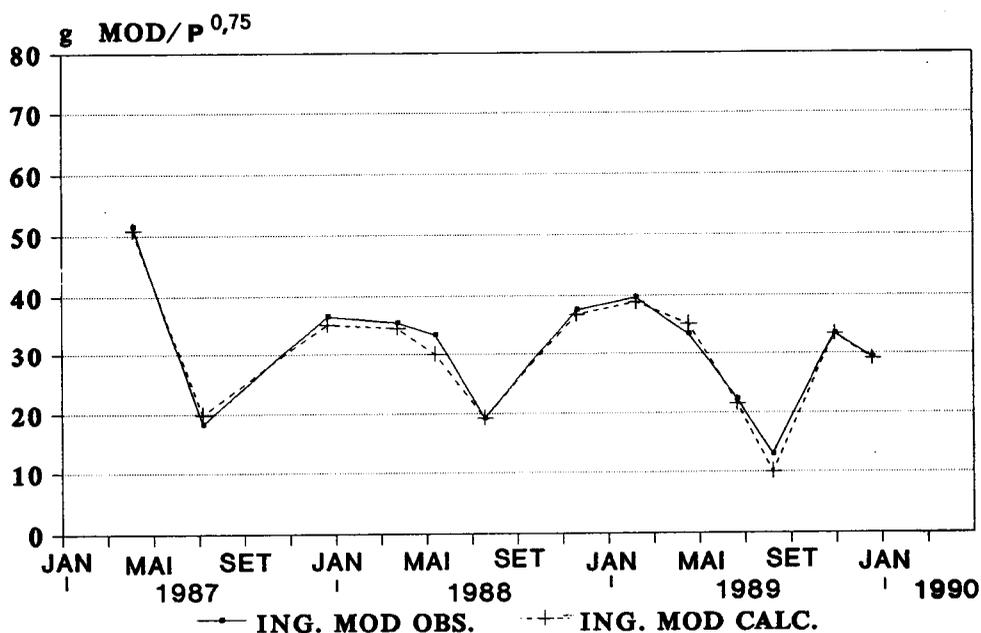


FIGURA 2.16 Ingestão diária de MOD ($g/P^{0,75}$) observada e calculada pela Eq. 1 do quad. 2.21.

De todas as variáveis testadas, só o ADF, ADL e a disponibilidade de MO por animal não foram incluídas em qualquer dos modelos. A digestibilidade da MO só não foi incluída em 2 das equações (Eq.3 e 5 do quad. 2.21), enquanto que a época foi incluída em todas aquelas de que,

logicamente, podia fazer parte (Eq.1, 7, 8 e 9). Os factores mais ligados ao animal, como o $P^{0,75}$ e o P_{MAX}, só foram incluídos no modelo geral (Eq.1) e o primeiro, no modelo relativo ao Verão (Eq.6). Estes factores e a disponibilidade de MO ou de MV revelam o mesmo comportamento que o observado em relação à ingestão da MO, aplicando-se aqui a discussão então realizada. A digestibilidade da MO e a % de PB apresentaram sempre um efeito positivo sobre a ingestão, enquanto que as percentagens de leguminosas e gramíneas tiveram um efeito negativo. A medida que o ano avançava do Outono para o Verão, a ingestão de MOD foi decrescendo, como o demonstra o sinal negativo, que afecta, em todas as equações, a variável ÉPOCA.

A variabilidade na IMO e IMOD, não explicada pelas equações, poderá sê-lo por outros parâmetros, não determinados ou não incluídos na análise. Alguns destes podem estar ligados a características animais, como a capacidade máxima de ingestão de energia, MO ou fibra, estado corporal, exigências e desequilíbrios nutricionais e variações entre animais. Não determinámos, também, a altura e densidade da pastagem, percentagem de cobertura do solo pela vegetação, quantidade de bolota disponível e crescimento da pastagem. Estes factores, por si sós ou associados, poderiam fornecer uma informação mais completa sobre a utilização das pastagens pelos ovinos, o que talvez permitisse a construção de modelos mais perto da realidade, que poderiam ser utilizados para prever a ingestão dos ovinos em condições semelhantes

QUADRO 2.21 Equações de regressão múltipla que melhor descrevem as relações entre as diversas variáveis e as variações na ingestão diária de MOD. Eq. 1- equação geral; Eq. 2- Outono; Eq. 3- Inverno; Eq. 4- ini. Primav.; Eq. 5- fim da Primavera; Eq. 6- Verão; Eq 7- Tr. Subt.; Eq. 8- P. Nat.; Eq. 9- Ser..

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = -23,86^{***} + 0,965 \times \text{DIG}^{***} - 1,08 \times \text{P}^{0,75} \text{***} + 0,222 \times \text{PMA}^{***} + 0,921 \times \text{CEL}^{***} - 0,144 \times \text{GRA}^{***} - 0,005 \times \text{MO/ha}^{**} + 0,006 \times \text{MV/ha} - 5,780 \times \text{ÉPOCA}^{***} \quad \text{Eq. 1}$$

$$r^2=0,76 \quad n=173 \quad S_{yx}=6,71 \quad F=63,75^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = -22,55^* + 0,909 \times \text{DIG}^{***} + 0,65 \times \text{OUT}^{**} \quad \text{Eq. 2}$$

$$r^2=0,59 \quad n=29 \quad S_{yx}=5,67 \quad F=19^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = -21,44^{**} + 3,919 \times \text{PP}^{***} - 0,782 \times \text{LEG}^{**} - 0,024 \times \text{MO/ha}^{**} \quad \text{Eq. 3}$$

$$r^2=0,82 \quad n=40 \quad S_{yx}=5,98 \quad F=53,45^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = -173,31^{***} + 1,049 \times \text{DIG}^{**} + 4,162 \times \text{PB}^{***} + 1,761 \times \text{HEM}^{**} \quad \text{Eq. 4}$$

$$r^2=0,62 \quad n=43 \quad S_{yx}=8,11 \quad F=21,46^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = 154,419^{***} - 3,943 \times \text{CEL}^{***} \quad \text{Eq. 5}$$

$$r^2=0,63 \quad n=24 \quad S_{yx}=5,56 \quad F=36,875^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = 4,872^{\text{NS}} + 0,427 \times \text{DIG}^{***} - 0,39 \times \text{P}^{0,75} \text{ * } \quad \text{Eq. 6}$$

$$r^2=0,57 \quad n=37 \quad S_{yx}=2,85 \quad F=22,28^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = -13,512^{\text{NS}} + 1,185 \times \text{DIG}^{***} - 0,753 \times \text{HEM}^{***} - 0,703 \times \text{LEG}^{***} - 0,975 \times \text{OUT}^{***} - 1,954 \times \text{ÉPOCA}^{**} \quad \text{Eq. 7}$$

$$r^2=0,90 \quad n=61 \quad S_{yx}=4,53 \quad F=95,518^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = -14,999^{\text{NS}} + 0,888 \times \text{DIG}^{***} - 2,524 \times \text{ÉPOCA}^{**} \quad \text{Eq. 8}$$

$$r^2=0,67 \quad n=55 \quad S_{yx}=7,82 \quad F=53,77^{***}$$

$$\text{IMOD (g/P}^{0,75}) = -44,013^{**} + 0,68 \times \text{DIG}^{***} + 0,779 \times \text{NDF}^{***} - 0,962 \times \text{LEG}^{***} + 0,015 \times \text{VERDE}^* - 5,632 \times \text{ÉPOCA}^{***} \quad \text{Eq. 9}$$

$$r^2=0,74 \quad n=57 \quad S_{yx}=6,74 \quad F=29,2^{***}$$

Significância: NS- não significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

às por nós ensaiadas.

2.8 ENCABEÇAMENTO E VARIAÇÃO DIÁRIA DE PESO

A análise dos kg de peso vivo/ha ou biomassa animal/ha e das variações do peso vivo dos carneiros aplicaram-se a dois conjuntos de dados: um, respeitante aos 25 períodos de pesagens efectuados durante todo o ensaio e a todos os ovinos que se encontravam nas pastagens, e outro, utilizado no estudo das relações entre as variações de peso e a composição química da dieta, sua digestibilidade e nível de ingestão, composto pelos dados correspondentes aos períodos de colheitas esofágicas e aos ovinos em que se efectuaram colheitas de fezes.

As variações temporais na biomassa animal por unidade de superfície e por pastagem estão ilustradas na fig. 2.17, onde também se apresenta o número de ovinos/ha. No gráfico podem observar-se algumas diferenças entre pastagens e ao longo do tempo, mas se compararmos os kg de biomassa animal e o nº de animais/ha, nota-se que os principais aumentos ou decréscimos do primeiro correspondem à introdução ou remoção de ovinos das pastagens. Esta observação é confirmada pela elevada correlação existente entre estas duas variáveis (0,85), sendo o encabeçamento responsável por 73% da variabilidade na biomassa total/ha.

A análise de variância (anexo 13) mostra não ter

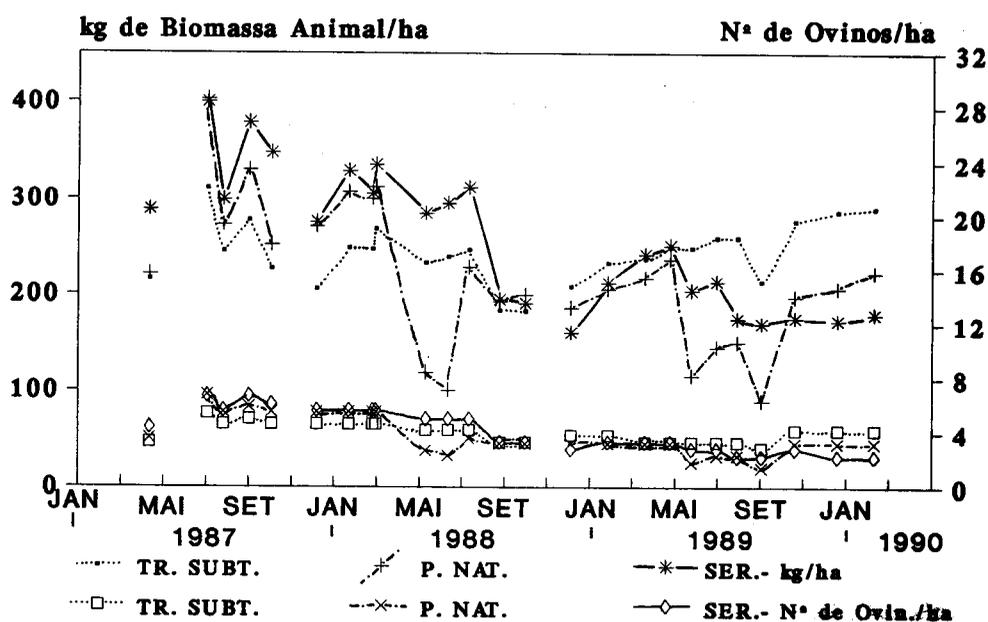


FIGURA 2.17 Número de ovinos e kg de peso vivo por ha nas 3 pastagens e ao longo de todo o ensaio.

havido diferenças significativas ($P > 0,05$) entre pastagens, quer para a biomassa total/ha quer para o número de ovinos/ha. No quad. 2.22, indicam-se os valores médios para cada pastagem.

QUADRO 2.22 Valor médio do total de peso vivo e número de ovinos por ha.

	TR. SUBT.	P. NAT.	SER.	\bar{X}
BIOMASSA ANIMAL/ha (kg)	243,7	219	255,6	239,4 ± 7,3
Nº DE OVINOS/ha	4	3,8	4,1	4 ± 0,1

Removendo o efeito do encabeçamento no peso total/ha, através de uma análise de covariância (anexo 18), as diferenças verificadas entre os períodos de pesagens são significativas ($P < 0,01$). O máximo de carga animal

correspondeu a 402,3 kg/ha, na P. Nat. em 18/6/87, correspondendo também esta data ao valor médio das 3 pastagens mais elevado (371,1 kg/ha). O valor mais baixo (88,6 kg/ha) verificou-se também na P. Nat., em 29/7/89, altura em que também se observou a média mais baixa (157 kg/ha).

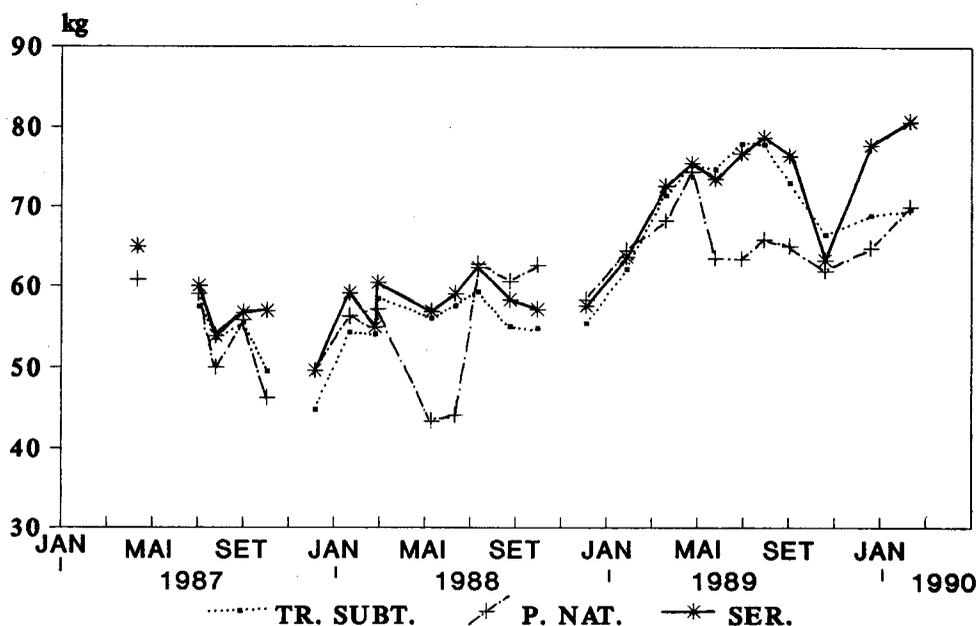


FIGURA 2.18 Peso médio dos ovinos nas 3 pastagens e ao longo de todo o ensaio.

Na fig. 2.18, apresentam-se os pesos vivos médios dos ovinos em cada uma das pastagens. Nota-se uma certa diferença entre as pastagens, o que é confirmado pela análise de variância (anexo 14) que mostra que ela é significativa ($P < 0,05$), com os animais da Ser. a apresentarem, em média, um peso superior (61,8 kg) aos da P. Nat. (58,1 kg), enquanto que os do Tr. Subt. (60,9 kg) não eram significativamente diferentes das outras 2 pastagens. A mesma

análise revela uma diferença significativa ($P < 0,001$) entre estações.

QUADRO 2.23 Peso vivo dos ovinos (kg) nas 3 pastagens e nas 6 épocas analisadas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

ÉPOCAS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM	SIGN.
OUTONO	54,8 \pm 2,7	55,3 \pm 2,9	54,9 \pm 3,3	55,0 ^c	1,7	
INVERNO	61,4 \pm 2,1	60,7 \pm 2,2	63,4 \pm 2,5	61,7 ^b	1,3	
INI. PRIM.	66,6 \pm 2,5	63,8 \pm 2,5	67,1 \pm 2,7	65,8 ^a	1,5	***
FIM PRIM.	63,3 \pm 2,1	55,3 \pm 2,5	62,9 \pm 2,3	60,9 ^b	1,3	
VERAO	61,1 \pm 2,0	57,9 \pm 2,1	61,1 \pm 2,2	60,1 ^b	1,2	
FIM VERA0	51,7 \pm 3,4	52,3 \pm 3,4	57,0 \pm 3,6	53,5 ^c	2,0	
\bar{X}	60,9 ^{ab}	58,2 ^b	61,8 ^a			
EPM	1,00	1,02	1,08			
SIGN.			*			

Na mesma linha ou coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido; * ($P < 0,05$); *** ($P < 0,001$).

No quad. 2.23 estão indicados os valores médios do peso vivo para cada pastagem e em cada época, assim como o resultado da análise de variância e separação de médias. O fim do Verão e o Outono são as épocas em que os animais apresentam um peso vivo mais baixo, enquanto que, na 1ª metade da Primavera, pesam mais. Na fig 2.18, pode observar-se que, no ano de 1989, os animais pesaram, em média, mais do que nos outros anos. O facto de os ovinos serem mais velhos, tendo atingido já a plena maturidade, de os roubos de animais, que já referimos, se terem centrado nos animais

mais leves, bem como as condições da pastagem podem ter todos contribuído para os pesos médios mais elevados no último ano do ensaio.

QUADRO 2.24 Variação média de peso (g/dia) dos ovinos nas 3 pastagens e nas 6 épocas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

ÉPOCAS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM	SIGN.
OUTONO	131 ± 27	107 ± 29	181 ± 33	136 ^a	17	
INVERNO	70 ± 20	35 ± 22	41 ± 25	50 ^b	13	
INI. PRIM.	144 ± 25	110 ± 25	136 ± 27	130 ^a	15	***
FIM PRIM.	4 ± 21	17 ± 25	6 ± 23	- 1 ^c	13	
VERAO	- 70 ± 20	- 70 ± 21	- 83 ± 22	- 74 ^d	12	
FIM VERA0	-239 ± 34	-298 ± 34	-321 ± 35	-285 ^e	20	
\bar{X}	18	7	0			
EPM	9	10	11			
SIGN.		NS				

Na mesma coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido; NS - não significativo; * (P<0,05); *** (P<0,001).

As médias das taxas diárias de variação do peso vivo dos ovinos, entre pesagens sucessivas (períodos de pesagem), são apresentadas no quad. 2.24 e ilustradas na fig 2.19. Da observação do gráfico, ressalta a variação sazonal muito marcada, nas taxas de variação do peso vivo. Nos meses de Verão, os ovinos perdem peso (quad. 2.24) a uma taxa relativamente moderada, mas que devido à extensão desta época, resulta numa perda de peso acumulada significativa (-6,6 kg). No fim do Verão e coincidindo com o início da época das

chuvas, as taxas de perda de peso aumentaram muito, chegando os animais a perderem, no curto espaço de 3 semanas, quase tanto como durante todo o Verão (± 6 kg). A exaustão qualitativa e quantitativa das pastagens e a aceleração da sua degradação, provocada pelas chuvas, contribuem, com certeza, para a acentuada queda de peso observada nesta altura do ano. A recuperação de peso dá-se, principalmente, no Outono e 1ª parte da Primavera. Nos meses de Inverno, verificou-se um ligeiro aumento de peso enquanto que, no fim da Primavera, os animais apresentaram, em média, um peso constante.

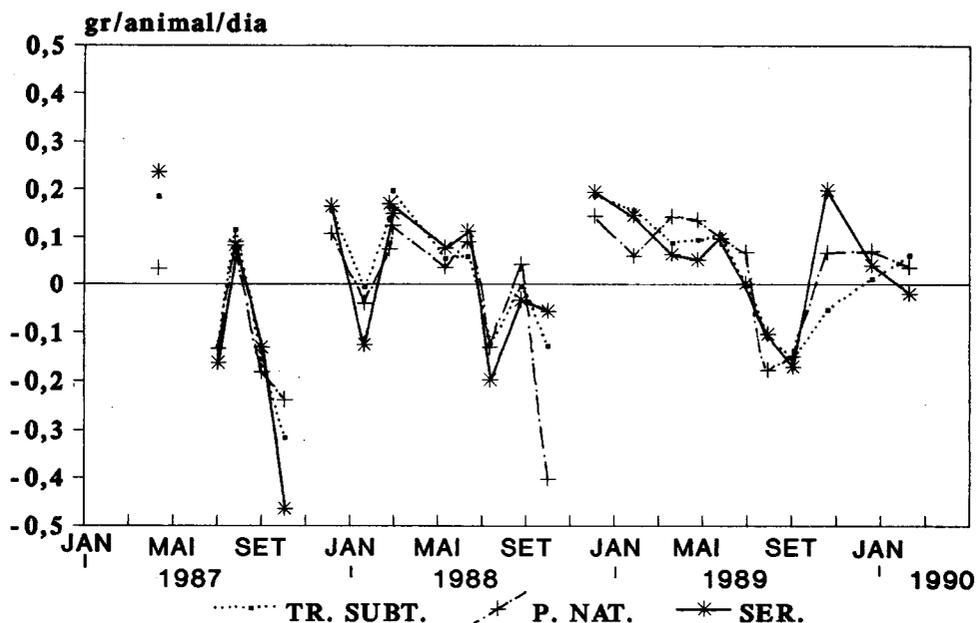


FIGURA 2.19 Variação de peso vivo (g/dia) dos ovinos.

A análise de variância (anexo 14) revelou não existirem diferenças significativas ($P > 0,05$) entre pastagens. Ao longo dos 3 anos de ensaio, a média das variações de peso nas 3 pastagens foi de 5 g/dia, tendo sido de 18 g/dia no Tr. Subt., -7 g/dia na P. Nat. e 7 g/dia na

Ser.. Estes valores mostram que, apesar de se terem verificado grandes perdas de peso, que chegaram a atingir mais de 400 g/dia e aumentos diários de 300 g, os ovinos conseguiram equilibrar as perdas com os ganhos de peso vivo, de tal forma que o balanço final foi praticamente zero. A mesma análise demonstra existirem diferenças significativas entre épocas ($P < 0,01$) sendo os seus valores médios todos diferentes entre si, excepto os referentes ao Outono e início da Primavera, que eram semelhantes ($P > 0,05$).

QUADRO 2.25 Variação média de peso (g/dia) dos ovinos nas 3 pastagens e referentes aos períodos de colheitas esofágicas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

ÉPOCAS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM	SIGN.
OUTONO	182 ± 30	140 ± 30	190 ± 31	170 ^a	18	
INVERNO	118 ± 25	88 ± 26	124 ± 26	110 ^b	15	
INI. PRIM.	179 ± 25	120 ± 25	113 ± 24	137 ^b	14	***
FIM PRIM.	- 7 ± 30	2 ± 39	- 36 ± 33	- 14 ^c	19	
VERAO	-139 ± 26	-148 ± 27	-134 ± 27	-140 ^d	15	
\bar{X}	67	45	55			
EPM	12	13	13			
SIGN.		NS				

Na mesma coluna, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido; NS - não significativo ; * ($P < 0,05$); *** ($P < 0,001$).

A análise das variações de peso vivo referentes aos períodos de colheitas esofágicas resulta em algumas diferenças em relação à totalidade dos dados. Nesta análise

voltamos a considerar 5 épocas já que nunca efectuámos colheitas esofágicas durante a 6ª época. No quad. 2.25, apresentam-se os valores médios para cada época e pastagem. Comparando estes valores com os do quad. 2.24, resalta que os aumentos ou diminuições de peso vivo se dão nas mesmas épocas, com o máximo de taxa de crescimento no Outono e o máximo de perda de peso no Verão. Todavia, os valores são algo diferentes, apresentando crescimentos bastante mais acentuados no Outono e principalmente no Inverno e perdas de peso no fim da Primavera e Verão, que aumentam quase que para o dobro. No início da Primavera, os valores são muito semelhantes. Estas diferenças poderão ficar a dever-se ao período mais restrito das observações, referentes às colheitas esofágicas, que possivelmente se localizaram em alturas mais favoráveis (Outono e Inverno) ou mais desfavoráveis (fim da Primavera e Verão) das respectivas épocas. Outra hipótese seria a diferença entre os animais utilizados para as colheitas fecais e os restantes animais. Contudo uma análise de variância realizada para detectar possíveis diferenças na variação de peso vivo, entre os dois grupos de ovinos (anexo 15), demonstrou não haver diferenças significativas ($P < 0,05$) entre eles.

A análise de variância dos dados correspondentes ao quad. 2.25 (anexo 16) revela continuarem a não existir diferenças significativas ($P > 0,05$) entre pastagens, enquanto que, entre estações, a diferença é altamente significativa ($P < 0,001$). Os ovinos ganharam mais peso no Outono do que na

1ª parte da Primavera ($P < 0,05$) e mais nesta, do que no Inverno (quad. 2.25), embora a diferença não seja significativa ($P > 0,05$). As perdas de peso foram mais elevadas no Verão, do que na 2ª metade da Primavera ($P < 0,05$). Comparando estes resultados com os da IMO (quad. 2.17), pode notar-se a coincidência nas épocas entre as variações de peso vivo e a $IMO/P^{0,75}$.

Esta coincidência já não se verifica quando comparamos com a MOD (quad. 2.14) e a ingestão de $MOD/P^{0,75}$ (quad. 2.17). Todavia, estas duas variáveis, conjuntamente com a época, % de material vegetal verde, peso máximo dos animais e a % de PB, foram incluídas na equação de regressão múltipla (Eq. 1 do quad. 2.26), que melhor conseguiu explicar a variação na taxa de ganho ou perda de peso. Todas as variáveis têm uma acção positiva sobre a variação do peso vivo, à excepção da ÉPOCA e da DIG, que têm uma acção negativa. Este efeito negativo da DIG só se pode justificar pelo facto de os animais terem aumentado mais de peso durante o Outono, enquanto que a digestibilidade foi superior no Inverno e 1ª parte da Primavera. No Outono, os ovinos vêm de uma situação de subnutrição, encontrando-se com pesos vivos bastante abaixo dos seus pesos máximos, podendo ter-se verificado um crescimento compensatório ou um ganho de peso vivo com um valor energético mais baixo. Na Primavera, os animais já recuperaram bastante peso, muitos deles atingindo o seu peso máximo, o que faz com que os custos de manutenção sejam mais elevados do que no Outono,

assim como a energia retida por unidade de aumento de peso vivo. Só desta forma se pode justificar que, apesar de disporem de maior quantidade de pastagem de melhor qualidade, os ovinos na 1ª metade da Primavera aumentem menos de peso do que no Outono e que a digestibilidade tenha um efeito negativo sobre as variações de peso vivo. Na fig. 2.20, apresentam-se as variações de peso observadas e as calculadas a partir da Eq. 1, notando-se algumas discrepâncias entre os pares de valores, aliás como seria de

QUADRO 2.26 Equações de regressão múltipla lineares que melhor descrevem as relações entre as diversas variáveis e a variabilidade nas variações de peso vivo por dia. Eq. 1- equação geral; Eq. 2- Iní. Primavera; Eq. 3- Tr. Subt.; Eq.4- P. Nat.; Eq. 5- Ser..

$$\text{VPV (kg/dia)} = 0,1045^{\text{NS}} - 0,06 \times \text{ÉPOCA}^{***} + 0,0037 \times \text{IMOD}^{***} + 0,0009 \times \text{VERDE}^{***} + 0,0016 \times \text{PMA}^* - 0,0042 \times \text{DIG}^{**} + 0,0058 \times \text{PB}^* \quad \text{Eq. 1}$$

$$r^2 = 0,65 \quad n = 173 \quad S_{yx} = 0,090 \quad F = 50,509^{***}$$

$$\text{VPV (kg/dia)} = 0,327^{\text{NS}} + 0,0038 \times \text{PMA}^{**} - 0,0086 \times \text{DIG}^{**} - 0,0055 \times \text{IMO}^{***} - 0,0331 \times \text{ADL}^{**} \quad \text{Eq. 2}$$

$$r^2 = 0,69 \quad n = 43 \quad S_{yx} = 0,071 \quad F = 20,826^{***}$$

$$\text{VPV (kg/dia)} = -0,133^{\text{NS}} + 0,0206 \times \text{PB}^{***} + 0,0247 \times \text{ADL}^{***} - 0,0140 \times \text{CEL}^{***} - 0,016 \times \text{LEG}^{***} + 0,0017 \times \text{VERDE}^{***} \quad \text{Eq. 3}$$

$$r^2 = 0,79 \quad n = 61 \quad S_{yx} = 0,072 \quad F = 41,278^{***}$$

$$\text{VPV (kg/dia)} = 0,305^* + 0,0026 \times \text{IMO}^* - 0,0079 \times \text{NDF}^{***} + 0,0019 \times \text{OUT}^* \quad \text{Eq. 4}$$

$$r^2 = 0,60 \quad n = 55 \quad S_{yx} = 0,096 \quad F = 25,447^{***}$$

$$\text{VPV (kg/dia)} = -0,074^{\text{NS}} - 0,065 \times \text{ÉPOCA}^{***} + 0,0037 \times \text{IMOD}^{***} + 0,0091 \times \text{P}^{0,75} \quad \text{Eq. 5}$$

$$r^2 = 0,67 \quad n = 57 \quad S_{yx} = 0,089 \quad F = 35,269^{***}$$

Significância: NS- não significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

esperar a partir do r^2 e do S_{yx} da regressão. Estas diferenças poderão querer indicar a necessidade de incluir um termo que se relacione mais estreitamente com as necessidades nutritivas dos animais. Outras variáveis, como as condições climáticas e o estado corporal dos animais poderiam contribuir para uma melhor explicação das variações de peso vivo observadas.

Só para a 1ª metade da Primavera se encontrou uma relação entre variáveis que explicasse razoavelmente as variações observadas (Eq. 2 do quad. 2.26), pois para as outras épocas, as melhores equações de regressão múltipla encontradas não tinham qualquer significado biológico, apresentando todas r^2 inferiores a 0,3. As equações referentes a cada pastagem incluem variáveis diferentes, o que indica que os principais factores responsáveis pelo ganho ou

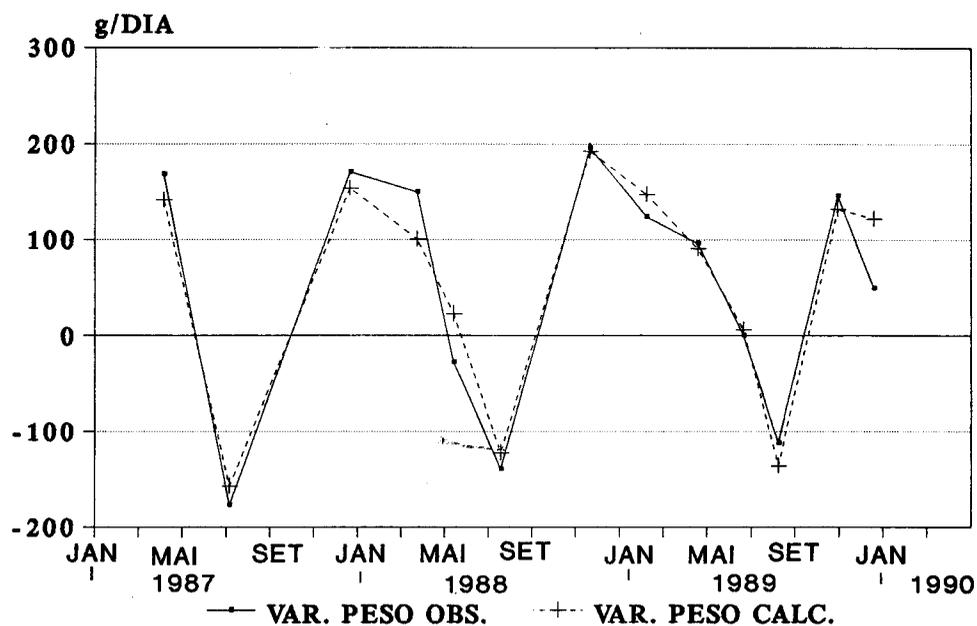


FIGURA 2.20 Variação média de peso (g/dia) observada e calculada a partir da Eq. 1 (quad. 2.26).

perda de peso diferiram de pastagem para pastagem. Para o Tr. Subt. (Eq. 3), só foram incluídas variáveis relacionadas com a qualidade da dieta, que são responsáveis, no seu conjunto, por 79% das variações encontradas no peso vivo dos ovinos. Nas outras duas pastagens (Eq. 4 e 5), a qualidade da dieta também está presente através do NDF, da percentagem de outras espécies vegetais ou, indirectamente, através da ÉPOCA e ainda de variáveis mais relacionadas com o animal como o $P^{0,75}$ ou a IMO.

PURSER (1981) refere que os ovinos em pastagens anuais perdem peso durante o Outono, enquanto que ROGER *et al.* (1982) prolongam o período de perda de peso até ao Inverno, o que não se verificou nos nossos ensaios. Pelo contrário, foi no Outono que os ovinos atingiram a taxa máxima de aumento de peso vivo, que se manteve, embora a taxas mais moderadas, durante o Inverno. Já as variações de peso vivo, referidas por CRESPO e ANTUNES (1978), em ovelhas, estão mais de acordo com os nossos resultados, exceptuando, é claro, as perdas de peso que se verificam com a parição. EGAN e DOYLE (1982) observaram uma perda de peso de 162 g/dia em ovinos castrados, alimentados com feno de trevo subterrâneo, colhido na fase senescente, valor que é ligeiramente superior ao por nós encontrado para o Verão. As discrepâncias entre os resultados de PURSER (1981) e ROGER *et al.* (1982) e os nossos podem ter ficado a dever-se, ou aos mais baixos encabeçamentos por nós utilizados, o que poderá ter conduzido a uma maior disponibilidade de pastagem

por animal, ou ao facto de as nossas pastagens se localizarem sob coberto de azinho, o que permite o acesso a outro tipo de alimentos, para além da pastagem, como a folhas de arbustivas ou à bolota, que funciona como um suplemento energetico da pastagem.

2.9 INGESTÃO DE ENERGIA E DE PROTEÍNA BRUTA

A valorização energética, em termos de EM/kg de MS, das dietas ingeridas, é apresentada no quad. 2.27. Os valores distribuem-se, quer para as pastagens quer para as épocas, do mesmo modo que na MOD (quad. 2.14), o que não é de estranhar, uma vez que os valores de EM são calculados a partir dos de MOD. A 1ª metade da Primavera destaca-se com o valor mais elevado, enquanto que o Verão se apresenta com o valor mais baixo. A diferença entre pastagens acentua-se, como se pode ver pela análise de variância (anexo 16), destacando-se o Tr. Subt. com um valor médio mais elevado ($P < 0,05$) do que nas outras 2 pastagens. Os valores de EM determinados são relativamente baixos, quando comparados com os de ABREU *et al.* (1982), principalmente os referentes à primeira fase de desenvolvimento (9,93 MJ versus 11,82 MJ) e ao pasto seco de Verão (7 MJ versus 8,15 MJ), enquanto que os valores referentes à Primavera são mais próximos.

Utilizando os métodos de cálculo indicados no cap. de Material e Métodos, calcularam-se, separadamente, as variações de peso induzidas pela ingestão de EM e de PB. O

resultado desses cálculos apresentam-se na fig. 2.21, juntamente com as variações de peso observadas. Pelos cálculos

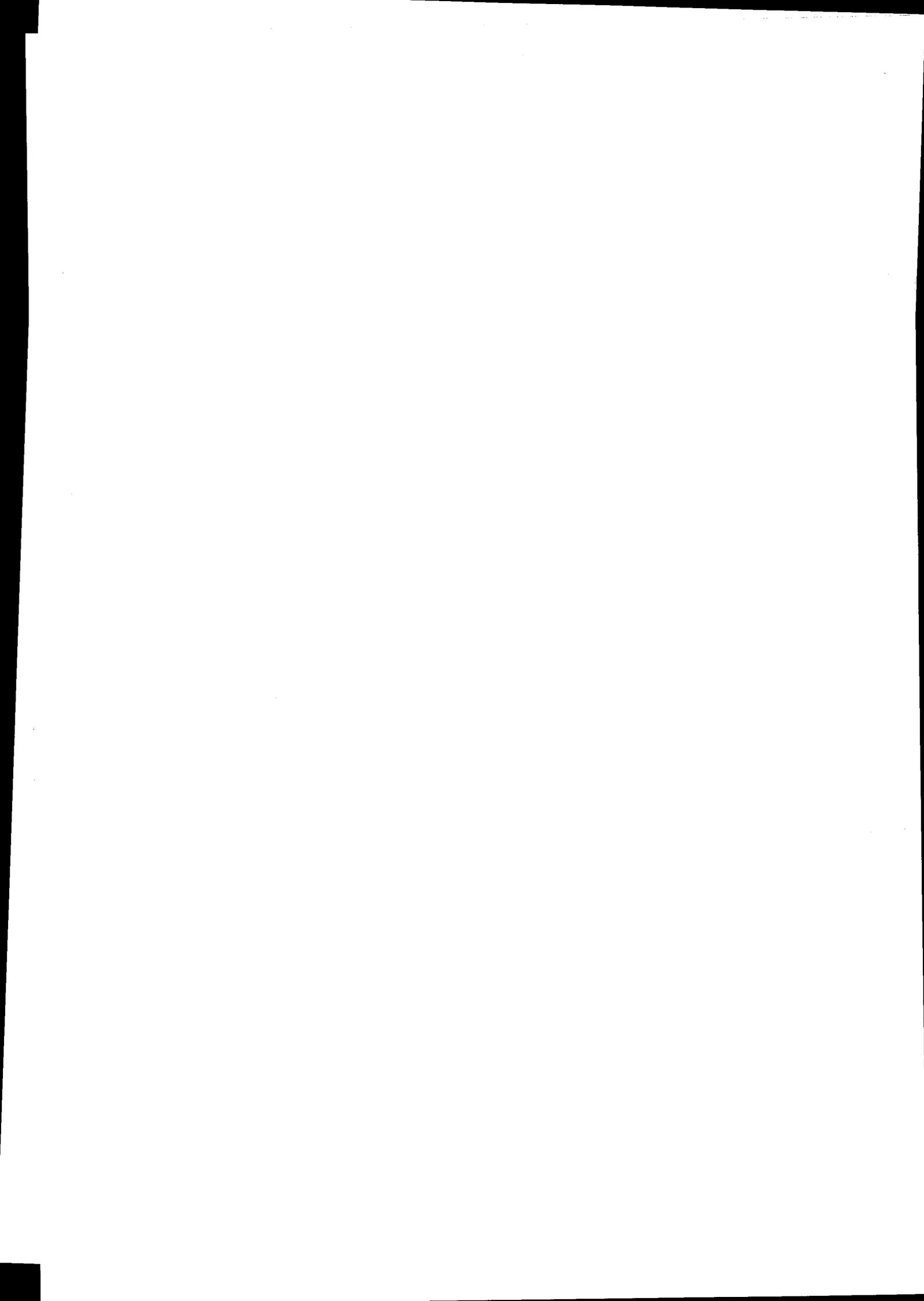
QUADRO 2.27 Energia Metabolizável (MJ/kg de MS) das amostras esofágicas ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

ÉPOCAS	TR. SUBT.	P. NAT	SER.	\bar{X}	EPM	SIGN.
OUTONO	9,64 \pm 0,28	9,27 \pm 0,28	8,84 \pm 0,29	9,26 ^c	0,16	
INVERNO	10,61 \pm 0,24	9,30 \pm 0,24	9,82 \pm 0,24	9,93 ^b	0,14	
INI. PRIM.	11,07 \pm 0,24	10,24 \pm 0,24	10,51 \pm 0,23	10,61 ^a	0,13	***
FIM PRIM.	8,75 \pm 0,28	9,39 \pm 0,36	8,34 \pm 0,31	8,78 ^c	0,18	
VERAO	6,78 \pm 0,24	7,27 \pm 0,25	6,98 \pm 0,25	7,00 ^d	0,15	
\bar{X}	9,44 ^a	9,10 ^b	9,0 ^b			
EPM	0,11	0,12	0,12			
SIGN.			*			

Na mesma coluna ou na mesma linha, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido; * ($P < 0,05$); *** ($P < 0,001$).

efectuados, só por duas vezes, nos Verões de 87 e 89, a quantidade de PB ingerida não conseguiu satisfazer as necessidades para a manutenção dos ovinos. Em ambos os períodos, as perdas de peso calculadas são muito superiores às observadas. Estas diferenças poderão ter várias origens: uma baixa valorização proteica da perda de peso; subvalorização da PB da dieta ou da ingestão de MO; redução da excreção urinária de ureia (PRESTON e LENG, 1987), que provocaria uma diminuição das necessidades em N para a manutenção.

No Verão de 89, também a perda de peso, calculada a partir da ingestão de EM, é superior à observada, o que nos



3 DISCUSSÃO GERAL

Procurámos, ao desenvolver os nossos ensaios, que a quantidade de pastagem disponível não influenciasse o nível de ingestão de MO. Este objectivo parece ter sido alcançado, visto que, em nenhuma das equações múltiplas estabelecidas para a ingestão de MOD (quad. 2.21), a quantidade de MO/ha disponível influenciou, positivamente, a ingestão. Contudo, quer na equação geral (Eq. 1), quer na referente ao Inverno (Eq. 3), esta variável surge a influenciar, negativamente, a ingestão. No 1º caso, não conseguimos encontrar uma explicação lógica para este facto, enquanto que no 2º, ele pode estar ligado à diminuição da digestibilidade, à medida que aumenta a disponibilidade de pastagem (Eq. 3 do quad. 2.15). Este efeito negativo da quantidade de pastagem disponível sobre a digestibilidade só se verifica no Inverno, pois, pelo contrário, na 1ª metade da Primavera, no Verão, na P. Nat. e na Ser., o aumento da disponibilidade da pastagem provoca um aumento da digestibilidade (quad. 2.15). O aumento da disponibilidade parece, assim, favorecer a selecção de uma dieta mais digerível. Segundo as equações apresentadas no quad. 2.26, a disponibilidade de pastagem parece, também, não ter tido influência na variação diária de peso vivo dos ovinos. Gostaríamos ainda de referir que, no Outono e Inverno, a baixa disponibilidade de pastagem pode ter sido mascarada pelas disponibilidades de bolota e de arbustivas, que não foram avaliadas e que poderão ter fornecido grande parte do material ingerido, compensando a baixa quantidade de MO fornecida pela pastagem.

No quad. 3.1 apresentamos o resultado da análise, por regressão múltipla, do efeito da composição química da pastagem na qualidade da amostra esofágica (ae) e no IS.

QUADRO 3.1 Equações de regressão múltipla que melhor descrevem as relações entre a qualidade da pastagem (p) e da amostra esofágica (ae) e do IS.

$PB_{ae} (\%) = 37,52^{***} - 0,457 \times ADF_p^{***}$	Eq. 1
$r^2 = 0,51 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 3,87 \quad F = 38,97^{***}$	
$NDF_{ae} (\%) = 18,105^{**} + 3,744 \times \acute{E}POCA^{***} + 0,416 \times NDF_p^{***}$	Eq. 2
$r^2 = 0,72 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 5,4 \quad F = 45,53^{***}$	
$ADF_{ae} (\%) = 3,041^{NS} + 4,748 \times \acute{E}POCA^{***} + 0,493 \times CEL_p^{***}$	Eq. 3
$r^2 = 0,86 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 3,8 \quad F = 106,3^{***}$	
$ADL_{ae} (\%) = -0,388^{NS} + 0,212 \times CEL_p^{***}$	Eq. 4
$r^2 = 0,40 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 2,01 \quad F = 24,45^{***}$	
$IS \ PB = 2,484^{***} - 0,07 \times PB_p^{***}$	Eq. 5
$r^2 = 0,44 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 0,5 \quad F = 28,85^{***}$	
$IS \ PB = 2,069^{***} \times PB_p^{-0,686}^{***}$	Eq. 5a
$r^2 = 0,55 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 0,28 \quad F = 45,34^{***}$	
$IS \ ADF = 0,782^{NS} + 0,082 \times \acute{E}POCA_p^{***} - 0,025 \times ADL_p^{**}$	Eq. 6
$r^2 = 0,61 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 0,12 \quad F = 28,37^{***}$	
$IS \ ADL = 1,558^{***} - 0,084 \times ADL_p^{***}$	Eq. 7
$r^2 = 0,31 \quad n = 39 \quad S_{yx} = 0,32 \quad F = 16,91^{***}$	

Significância: NS- não significativo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Além das variáveis apresentadas nas equações, foi ainda testado o efeito da disponibilidade de MO/ha, a qual não foi incluída em nenhuma delas. Os coeficientes de determinação de algumas das equações são relativamente baixos. Contudo, optámos

por apresentá-las, uma vez que são altamente significativas ($P < 0,001$) e nos dão indicações sobre as tendências dominantes.

Para aquelas equações que incluíam apenas uma variável, testámos outros modelos além do linear. O r^2 só melhorou em relação ao IS da PB, através de um modelo multiplicativo (Eq. 5 e 5a), enquanto que, para as restantes, o modelo linear foi sempre superior.

O teor de PB da amostra esofágica foi influenciado, negativamente, pelo teor de ADF da pastagem, enquanto que o IS da PB se correlacionou, negativamente, com o teor em PB da pastagem, quer no modelo linear, quer no modelo multiplicativo. Esta última relação indica-nos que, à medida que a PB da pastagem diminui, os animais tornam-se mais selectivos, conseguindo compensar, parcialmente, o abaixamento da qualidade da pastagem em N. O NDF e ADF da dieta ingerida aumentam, respectivamente, com o aumento do teor em NDF e CEL da pastagem e ainda, à medida que se progride, do Outono para o Verão. O IS do ADF correlaciona-se positivamente com a época em que é medido, o que denota uma certa dificuldade de os ovinos manterem o nível de ingestão deste componente, à medida que a pastagem envelhece. Correlacionava-se ainda negativamente com o teor em ADL, o que indica que, com a lenhificação da pastagem, os animais conseguem seleccionar uma dieta mais pobre em ADF. Aparentemente, a relação destas duas variáveis com o IS do ADF parece contradizer-se, mas, como já foi frisado, e se pode observar no quad. 2.5, o teor em ADL foi superior no Outono e

Inverno, podendo residir neste facto a razão para as relações encontradas. O teor em ADL da amostra esofágica parece depender do teor em CEL da pastagem, enquanto que o IS, para aquela fracção, tende a ser influenciado, negativamente, pelo teor em ADL da pastagem, o que resultou num IS inferior a 1, no Outono, Inverno e 1ª metade da Primavera, e superior àquele valor, nas restantes épocas. O tipo de pastagem influenciou a composição da amostra esofágica, através da composição química da erva disponível, mas não teve influência significativa sobre o IS, enquanto que as épocas tiveram uma acção marcada sobre ambos os valores.

A qualidade da dieta ingerida tem uma grande influência na digestibilidade da MO, a par com a composição florística e a disponibilidade de MO/ha, como se pode observar no quad. 2.15. A DMO média do Tr. Subt. foi superior à das outras pastagens, apontando para um valor nutritivo mais elevado, enquanto que a Ser. apresentou o valor médio mais baixo. A digestibilidade mais elevada foi determinada na 1ª metade da Primavera (75,4%), seguindo-se o Inverno (68,4%), o Outono (62%) e 2ª metade da Primavera (61,9%), com valores praticamente idênticos, e o Verão (49%), com o valor mais baixo. A superioridade da DMO observada, tanto no Tr. Subt. como no início da Primavera, não se mantém, no que diz respeito à ingestão de MO/kg $P^{0,75}$ (quad. 2.16), registando-se os máximos de ingestão na P. Nat. e no Outono. A ingestão de MOD/kg $P^{0,75}$ (quad. 2.17) volta a ser superior no início da Primavera, mantendo-se a superioridade da P. Nat.. Mais acentuada ainda é a discrepância entre os valores de

digestibilidade e os de ingestão, quer de MO, quer de MOD, entre o Outono e a 2ª metade da Primavera. Apesar de os valores da DMO serem praticamente idênticos e os de PB muito semelhantes, as ingestões são muito inferiores no fim da Primavera. A principal diferença, existente entre estas duas épocas, reside nos teores, bastante mais elevados, do NDF, ADF e CEL, no fim da Primavera. Estas diferenças, associadas ao facto de a CEL ser a única variável incluída na equação de regressão, estabelecida para a ingestão de MOD no fim da Primavera (Eq. 5 do quad. 2.21), leva a crer que os teores em fibra da dieta sejam os factores fundamentais na redução da ingestão da MOD, nesta época do ano. As diferenças na ingestão da MOD, entre estas duas épocas, refletem-se, ainda mais, na variação diária do peso vivo dos ovinos que ganharam, em média, 170 g/dia no Outono e perderam 14 g/dia na 2ª metade da Primavera.

A superioridade do Tr. Subt., no que diz respeito à digestibilidade da MO, volta a manifestar-se na variação diária de peso vivo. Embora as diferenças entre pastagens não sejam significativas (quad. 2.25), no Tr. Subt. os ovinos ganharam, em média, mais 12 g/dia do que na Ser. e mais 22 g/dia do que na P. Nat..

No Inverno, apesar de a ingestão de MOD e os teores em constituintes da parede celular serem semelhantes aos registados no Outono, e de o teor em PB e da digestibilidade serem superiores, os ovinos ganharam menos peso. Segundo MacRAE (1976), em pastagens de zonas temperadas muito jovens, e embora

o valor em N da erva seja elevado, a absorção de proteína utilizável pode ter limitado o ganho de peso vivo dos animais. Na situação descrita, a digestibilidade dos compostos azotados é bastante elevada, mas a quantidade de N, sob a forma de ácidos aminados, absorvida a partir do intestino delgado, é cerca de metade do N digerido (MacRAE e ULYATT, 1974). A proteína contida em pastagens jovens é normalmente muito solúvel e a extensão da sua degradação microbiana, em ácidos aminados e amónia, excede, em muito, a capacidade de os microorganismos utilizarem estes metabolitos, para a produção da sua própria proteína. A falta de energia disponível a nível retículo-ruminal limitaria a síntese de γ -ATP, ou seja, de massa microbiana. Grandes quantidades de amónia em excesso serão, então, absorvidas, fazendo com que as quantidades de N que abandonam o retículo-rúmen e que entram no intestino delgado, sejam consideravelmente menores do que as quantidades ingeridas (MacRAE, 1976). O mesmo efeito pode ter-se manifestado nos nossos ensaios, durante o Inverno, fazendo com que a quantidade de ácidos aminados absorvidos no intestino seja limitante, quer da síntese directa de proteína, quer da gluconeogénese, condicionando o aumento do peso vivo (MacRAE et al., 1985). Como vimos em 2.1.3 (Parte I), a eficiência de utilização da EM para a produção pode baixar, pela falta de precursores da glucose- propionato e ácidos aminados glucogénicos- o que é muito comum nos ruminantes alimentados exclusivamente com pastagem, agravando-se, na situação que vimos descrevendo, pela baixa quantidade de ácidos aminados absorvidos no intestino. A redução da eficiência de utilização da EM para a engorda, causada pelos mecanismos acima descritos, pode justificar as

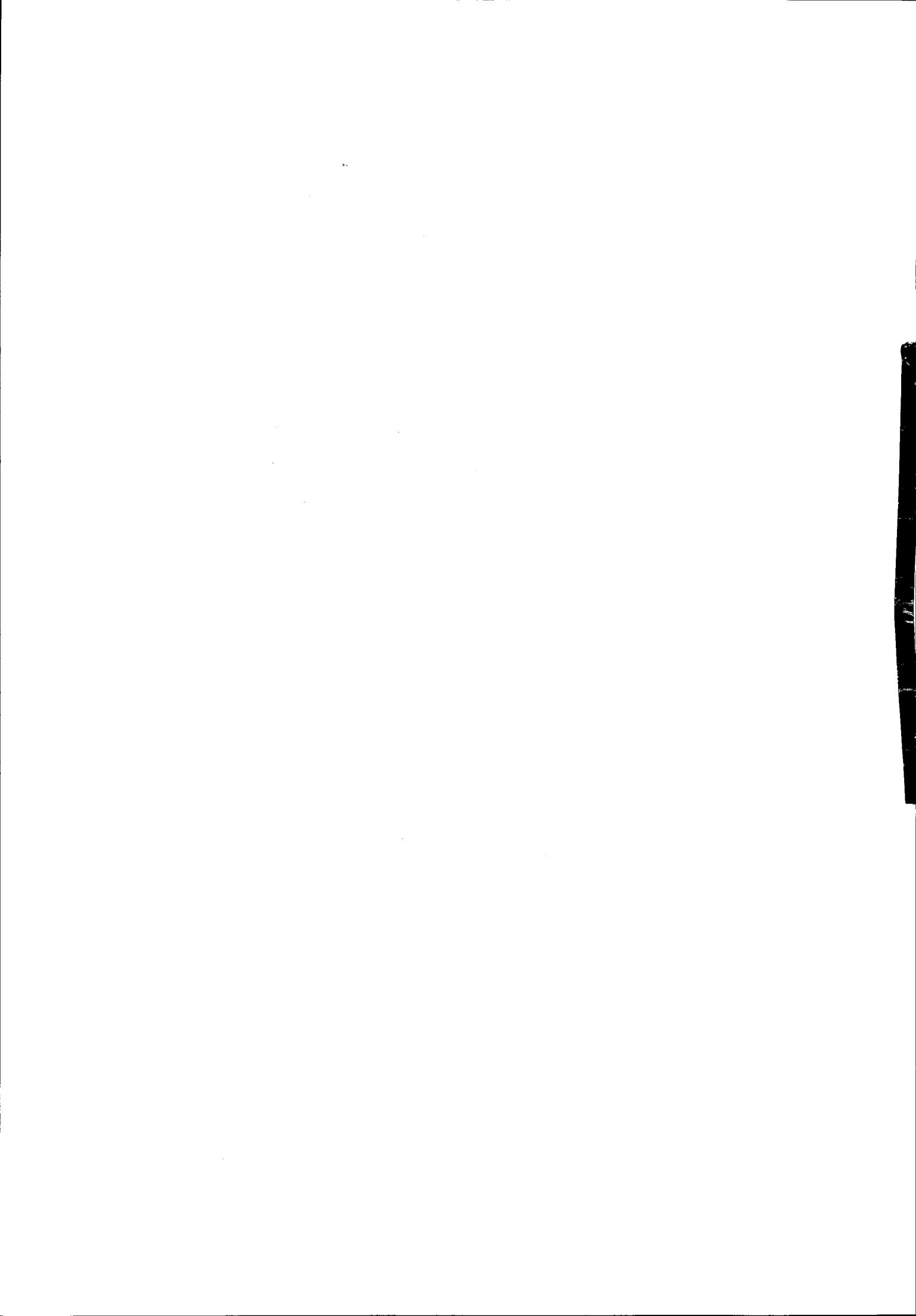
diferenças observadas, entre o Outono e o Inverno, nos ganhos médios diários dos ovinos.

As perdas de peso que se verificam no Verão parecem-nos estar, fundamentalmente, ligadas às baixíssimas ingestões de MO e MOD e à disponibilidade, a nível metabólico, de glucose ou seus precursores. A ingestão, segundo a Eq. 6 do quad. 2.21, é condicionada pela digestibilidade da dieta e pelo $p^{0,75}$ dos ovinos. Contudo, as condições climatéricas e, principalmente, as temperaturas elevadas podem limitar o esforço alimentar dos animais (ARNOLD, 1981). Com temperaturas superiores a 26 °C verifica-se mesmo uma redução acentuada da ingestão (PRESTON e LENG, 1987). O efeito das altas temperaturas sobre a ingestão pode, ainda, acentuar-se devido à falta de metabolitos adequados à utilização mais eficiente do acetato, levando à sua oxidação ou a reações químicas não ligadas, responsáveis pelo aumento da produção interna de calor (PORTUGAL, 1992). As temperaturas médias em Julho, nos 3 anos de ensaio, situaram-se entre 22 e 26 °C (fig. 2.1), ultrapassando-se, facilmente, durante o dia, o valor indicado por PRESTON e LENG (1987). Este factor pode ter influenciado, negativamente, a ingestão dos ovinos. No decorrer dos nossos ensaios, pudemos observar que, nesta altura do ano, os ovinos não pastavam durante o dia, embora dispusessem de muitas sombras. Iniciavam o pastoreio ao anoitecer e cessavam-no com o aparecimento da luz do dia, o que lhes deixava um curto espaço de tempo para ingerirem alimento. Os baixos valores da digestibilidade da MO, observados no Verão, foram induzidos, segundo a Eq. 6 do quad. 2.15, pelo aumento do teor em NDF e PB

da dieta, enquanto que o aumento do teor em HEM e a disponibilidade de MO/ha provocavam o seu aumento. O efeito do NDF sobre a digestibilidade era previsível (VAN SOEST, 1982), enquanto que o efeito da PB é mais difícil de explicar. Tem sido referido que ovinos, ingerindo trevo subterrâneo maturo, excretam mais azoto fecal, por 100 g de MO ingerida, do que ovinos utilizando as mesmas pastagens em verde (HUME e PURSER, 1975). Estes autores puderam observar uma diminuição na digestibilidade do azoto de origem alimentar, sobretudo ao nível do rúmen, concluindo ser esta diminuição a responsável pelo aumento da excreção do azoto. A diminuição da degradabilidade do N alimentar no rúmen, estava associada a uma diminuição da digestão ruminal da MO. O mesmo pode ter sucedido nos nossos ensaios, apesar do nível de PB da dieta ser relativamente elevado (12,8%), sofrendo, os ovinos, de uma deficiência de N solúvel a nível do retículo-rúmen, refletindo-se no nível dos ácidos aminados de origem microbiana absorvidos no intestino. Esta deficiência de azoto pode, por sua vez, ter um efeito indirecto negativo sobre a ingestão de alimento (HUME e PURSER, 1975).

Os resultados apresentados mostram que as pastagens testadas, independentemente do seu tipo, conseguiram garantir as necessidades de conservação dos ovinos no Outono, Inverno e 1ª metade da Primavera, permitindo, ainda, um ganho de peso vivo. Este foi maior no Outono (170 g/dia) e mais baixo no Inverno (110 g/dia) e 1ª metade da Primavera (137 g/dia). Na 2ª metade da Primavera, as necessidades de manutenção foram praticamente

satisfeitas, só se tendo verificado uma ligeira perda de peso (14 g/dia). No Verão, a baixa ingestão de alimento provocou uma deficiência em energia e proteína, responsável por uma perda de peso de 140 g/dia. As três pastagens testadas apresentaram um valor produtivo semelhante, com ligeiras vantagens para o Tr. Subt., seguindo-se a Ser. e por último a P. Nat.. Em qualquer delas, os ovinos conseguiram compensar as perdas de peso, observadas durante o Verão, com os ganhos nas épocas seguintes, conseguindo, ainda, um balanço ligeiramente positivo. A maior quantidade de MO/ha disponível no Tr. Subt. aponta para a possibilidade de se poder aumentar o encabeçamento, nesta pastagem.



4 CONCLUSÕES

Embora este tipo de trabalhos pretenda chegar a conclusões gerais, não pode deixar de ter-se em conta, em cada caso, as condições particulares em que decorreram os ensaios e a metodologia utilizada. Apresentam-se, de seguida, as conclusões consideradas de maior interesse, a que se chegou a partir das observações realizadas.

- 1 - A evolução da produção e da acumulação de MO/ha foi idêntica nas três pastagens. A Primavera foi a única altura do ano em que a produção de pastagem ultrapassou o consumo e a deterioração, permitindo a constituição de reservas de alimento para o Verão e início do Outono seguintes. As quantidades de pastagem disponível foram superiores no Tr. Subt..
- 2 - No Outono e Inverno, as leguminosas não contribuíram, de forma positiva, para o valor nutritivo e alimentar das pastagens. Pelo contrário, no fim da Primavera, elas contribuíram para um aumento da digestibilidade da MO.
- 3 - A composição química das pastagens influenciou a qualidade da dieta ingerida. A pastagem à base de trevo subterrâneo apresentou, em média, uma composição química mais favorável, com teores de PB mais elevados, e de ADF e ADL mais baixos do que os

das outras pastagens.

- 4 - Em todas as estações do ano, os ovinos conseguiram ingerir, em relação à pastagem disponível, uma dieta mais rica em N e com valores mais baixos de fibra e, em princípio, nutricionalmente mais favorável.
- 5 - A digestibilidade da MO resultou de relações complexas entre alguns dos componentes químicos da dieta e a composição florística e disponibilidade da pastagem. Os parâmetros e as relações entre eles variam de época para época e de pastagem para pastagem, o que torna difícil a sua determinação, a partir de amostras colhidas da pastagem.
- 6 - O valor nutritivo, quando expresso em termos de digestibilidade da MO, foi superior no Tr. Subt. (65,7%) em relação ao das outras pastagens (63,6% e 62,6% respectivamente na P. Nat. e Ser.), embora a diferença, em relação ao da P. Nat. não tenha sido significativa. Os valores de EM (MJ/kg de MS) ordenaram-se da mesma maneira, com 9,44 para o Tr. Subt., 9,1 para a P. Nat. e 9 na Ser..
- 7 - O valor nutritivo mais elevado foi observado na 1ª metade da Primavera (75,4%), registando-se os valores seguintes no Inverno (68,4%), Outono (62%) e 2ª metade da Primavera (61,9%) e Verão (49%). Os valores de EM (MJ/kg de MS) das amostras esofágicas calculados

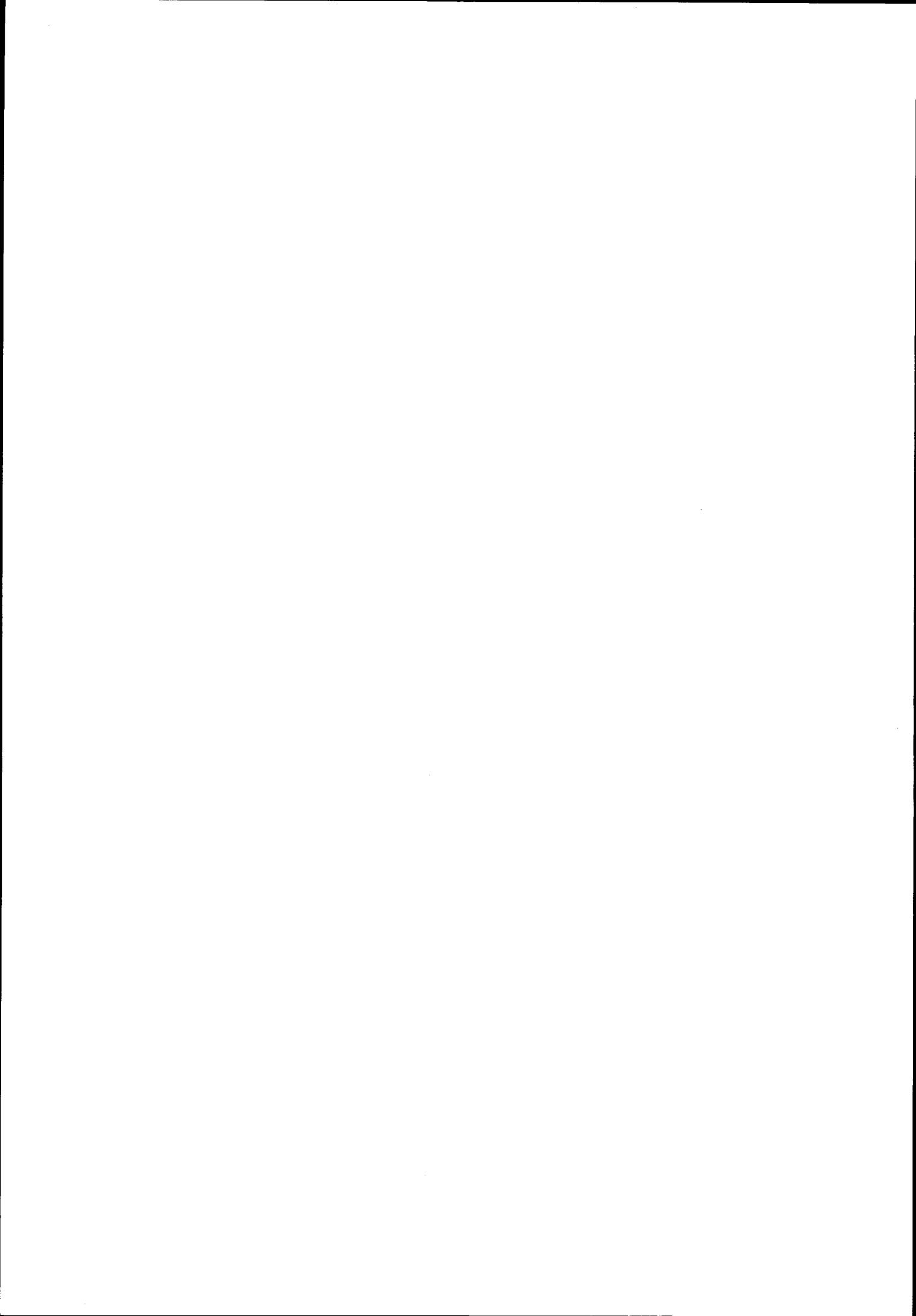
foram de 10,61 para o início da Primavera, 9,93 para o Inverno, 9,26 para o Outono, 8,78 para o fim da Primavera e 7 para o Verão.

- 8 - O valor nutritivo e alimentar das pastagens, caiu abruptamente entre a 1ª e 2ª metade da Primavera, devido, sobretudo, ao aumento do teor em ADF.
- 9 - No fim do Verão e início do Outono, no curto espaço de tempo de 3 semanas, os ovinos apresentaram uma quebra, muito acentuada, do peso vivo (± 6 kg).
- 10- A ingestão de matéria orgânica digestível por kg de peso metabólico foi superior na P. Nat. ($34,1 \text{ g/P}^{0,75}$), embora não significativamente diferente da observada no Tr. Subt. ($31,6 \text{ g/P}^{0,75}$).
- 11 - Os ovinos ingeriram maior quantidade de MOD/kg $\text{P}^{0,75}$ no início da Primavera (39,7 g), seguindo-se, por ordem decrescente, o Outono (35,6 g), Inverno (35,2 g), fim da Primavera (27,9 g) e Verão (17 g).
- 12- Nenhuma das pastagens apresentou um valor alimentar significativamente superior, embora o ganho de peso vivo, no Tr. Subt., tenha sido ligeiramente superior ao das outras pastagens.
- 13- Verificaram-se grandes diferenças, entre épocas, no

valor alimentar das pastagens, destacando-se o Outono, com o valor mais elevado (170 g/dia) e seguindo-se, por ordem decrescente, o início da Primavera (137 g/dia), Inverno (110 g/dia), fim da Primavera (-14 g/dia) e Verão -140 g/dia). Quando se analisam os valores de variação de peso para todas as pesagens e divididas por 6 épocas, os resultados são ligeiramente diferentes. Assim, o ganho de peso vivo é idêntico no Outono (136 g/dia) e no início da Primavera (130 g/dia), seguindo-se o Inverno (70 g/dia), fim da Primavera (-1 g/dia), Verão (-74 g/dia) e fim do Verão (-285 g/dia).

- 14- As observações realizadas apontam, ainda, para a existência de diferenças, entre épocas, na eficiência de utilização da EM para a engorda.
- 15- A determinação correcta do valor alimentar das pastagens exige a medição simultânea da composição química e da digestibilidade da dieta ingerida, do nível de ingestão alimentar e da eficiência de utilização da EM.
- 16- A suplementação azotada, no Verão, poderá contribuir para uma melhor utilização digestiva e metabólica do pasto seco, melhorando, desse modo, o seu valor produtivo, nomeadamente sob formas de N-solúvel que mantenham concentrações constantes ao longo do dia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- ABOU AKKADA, A.R. (1988). Availability and utilization of feed resources with special reference to Middle East. In: "Ruminant production in the dry subtropics: constraints and potentials". EEAP publication nº 38, Pudoc, Wageningen, p. 17-23.
- ABREU, J.M.F. (1984). A qualidade da forragem e o comportamento alimentar do ruminante. Aplicação no estudo de um segundo corte de Bersim utilizando carneiros em gaiolas de digestibilidade. Tese de doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 266 pp.
- ABREU, J.M.; CALOURO, M.F. E SOARES, A.M.B. (1982). Tabelas de valor alimentar. Forragens mediterrânicas cultivadas em Portugal. 1ª contribuição, ed. I.S.A. e L.E.N.A, 185 p.
- ACOSTA, R.A.; KOTHMANN, M.M. (1978). Chemical composition of esophageal-fistula samples as influenced by drying method and salivary leaching. *J. Anim. Sci.* 47:691-698.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC), (1990). AFRC technical committee on responses to nutrients, report number 5, nutritive requirements of ruminant animals: energy. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)* 60:729-804.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUICIL (ARC), (1980). The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock, CAB, London, 351 pp.
- AGUIAR, F.B. e GRILLO, J.T. (p/ publicação). Carta de solos da Herdade da Mitra, Universidade de Évora, Évora.
- ATTCHISON, E.M.; GILL, M. and OSBOURN, D.F. (1986). The effect of supplementation with maize starch and level of intake of perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Endura) hay on the removal of digesta from the rumen of sheep. *Brit. J. of Nut.* 56:477-486.
- AKIN, D.E. (1986). Chemical and biological structure in plants as related to microbial degradation of forage cell walls. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 139-157.
- ALLDEN, W.G. (1981) Energy and protein supplementation for grazing livestock. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B 1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, p. 289-307.
- ALLDEN, W.G. e JENNINGS, A.C. (1969). The Summer nutrition of immature sheep: the nitrogen excretion of grazing sheep in relation to supplements of available energy and protein in a mediterranean environment. *Aust. J. Agrc. Res.* 20:125-140.
- ALLDEN, W.G. E TUDOR, G.D. (1976). Energy and nitrogen



- supplementation of grazing beef cattle in a mediterranean environment. *Proc. of Aust. Soc. Anim. Prod.* 11:345-348.
- ALMEIDA, J.P.F. (1988). O melhoramento de pastagens de sequeiro em olivais marginais, na região de Castelo Branco. *Pastagens e Forragens* 9 (1):83-94.
- ANDERSON, W.K.; PARKIN, R.J. e DOVEY, M.D. (1982). Relations between stocking rate, environment and scorch disease on grazed subterranean clover pasture in Western Australia. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 22:182-189.
- ARMSTRONG, R.H.; COMMON, T.G. e DAVIES, G.J. (1989). The prediction of the *in vivo* digestibility of the diet of sheep and cattle grazing indigenous hill plant communities by *in vitro* digestion, faecal nitrogen concentration or "indegestible" acid detergent fiber. *Grass and Forage Sci.* 44:303-313.
- ARNOLD, G.W. (1962). Effect of pasture maturity on the diet of sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 13:701-706.
- ARNOLD, G.W. (1970). Regulation of food intake in grazing ruminantes. In: "Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant". Ed. A.T. Phillipson, Oriel Press, England, p. 264-276.
- ARNOLD, G.W. (1981). Grazing behaviour. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B 1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, p. 79-104.
- ARNOLD, G.W. (1987). Influence of the biomass, botanical composition and sward height of annual pastures on foraging behaviour by sheep. *J. Applied Ecology* 24:759-772.
- ARNOLD, G.W. e DUDZINSKI, M.L. (1963). The use of faecal nitogen as an index for estimating the herbage intake of grazing animals. *J. Agric. Sci., Camb.* 61:33-43.
- ARNOLD, G.W.; McMANUS, W.R.; BUSH, I.G. e BAL, J. (1964). The use of sheep fitted with oesophageal fistulas to measure diet quality. *Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb.* 4:71-79.
- ARNOLD, G.W.; BALL, J.; McMANUS, W.R. e BUSH, I.G. (1966). Studies on the diet of the grazing animal 1-Seasonal changes in the diet of sheep grazing on pastures of different availability and composition. *Aust. J. Agric. Res.* 17:543-556.
- ARNOLD, G.W.; CAMPBELL, N.A. E GALBRAITH, K.A. (1977). Mathematical relationships and computer routines for a model of food intake, liveweight change and wool production in grazing sheep. *Agricultural Systems* 2:209-226.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), (1975). Official Methodes of Analysis (12th. ed.), AOAC, Washington, D.C.

- AUFRÈRE, J. (1982). Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootec.* 31:111-130.
- AZEVEDO, J.P.; COSTA, M.J.D.S. e CHICAU, J.M. (1963). Sobre a determinação do valor nutritivo das pastagens. *Melhoramento* 16:111-137.
- BAILE, C.A. e McLAUGHLIN, C.L. (1987). Mechanisms controlling feed intake in ruminantes: a review. *J. Anim. Sci.* 64:915-922.
- BAKER, R.D. (1982). Estimativ herbage intake from animal performance. In: "Herbage Intake Handbook". Ed. J.D. Leaver, Bri. Grass. Soc., Berkshire, p. 77-93.
- BARRY, T.N. (1981). Protein metabolism in growing lambs fed on fresh ryegrass (*Lolium perenne*) - clover (*Trifolium repens*) pasture *ad libitum*. 1-Protein and energy deposition in response to abomasal infusion of casein and methionine. *Brit. J. Nutr.* 46:521-532.
- BARTH, K.M.; CHANDLER, J.E.; FRYER, M.E. e WANG, A.C. (1970). Effects of saliva and drying temperature on composition and digestibility of forage samples collected through esophageal fistulas. *J. Anim. Sci.* 31:794-798.
- BARTH, K.M. e KAZZAL, N.T. (1971). Separation of true selective grazing by cattle from effects of the esophageal fistula. *J. Anim. Sci.* 33:1124-1128.
- BARTHAM, G.T.; GRANT, S.A. (1984). Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep. *Grass. and For. Sci.* 39:211-219.
- BARTIAUX-THILL, N. E OGER, R. (1986). The indirect estimation of the digestibility in cattle of herbage from belgian permanent pasture. *Grass. and For. Sci.* 41:269-272.
- BATH, D.L.; WEIR, W.C. e TORELL, D.T. (1956). The use of esophageal fistula for the determination of consumption and digestibility of pasture forage by sheep. *J. Anim. Sci.* 15:1166-1171.
- BAUMGARDT, B.R.; KRABILL, L.F.; GOBBLE, J.L. e WANGNESS, P.J. (1976). Estimating feed intake for cattle, sheep and swine. In: "Proc. of the 1st. Int. Symp. Feed Composition, Animal Nutrient Requirements and Computerization of diets". Utah State University, Logan, Utah, p. 464-469.
- BEEVER, D.E.; LOSADA, H.R.; CAMEL, S.B.; EVANS, P.T. e HAINES, M.J. (1986). Effect of forage species and season on nutrient digestion and supply in grazing cattle. *Brit. J. Nut.* 56:209-225.
- BEEVER, D.E. e SIDDON, R.C. (1986). Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A.

- Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 479-497.
- BELLIDO, M.M. (1989). Produccion animal en el Suroeste Espanol. *Pastagens e Forragens* 10:309-326.
- BERGER, L.; KLOPFENSTEIN, T. e BRITTON, R. (1979). Effect of sodium hydroxide on efficiency of rumen digestion. *J. Anim. Sci.* 49:1317-1323.
- BIDDISCOMBE, E.F. (1987). The productivity of mediterranean and semi-arid grasslands. In: "Managed Grasslands" (Ecosystems of the World, 17B). Ed. R.W. Snaydon, Elsevier Scientific Publication Co., Amsterdam, p. 19-27.
- BIDDISCOMBE, E.F.; ARNOLD, G.W.; GALBRAITH, K.A. e BRIEGEL, D.J. (1980). Dynamics of plant and animal production of a subterranean clover pasture grazed by sheep: part 1-field measurements for model calibration. *Agricultural Systems* 6:3-22.
- BIRD, P.R.; WATSON, M.J. e CAYLEY, J.W. (1989). Effects of stocking rate, season and pasture characteristics on liveweight gain of beef steers grazing perennial pastures. *Aust. J. Agric. Res.* 40:1277-1291.
- BIRREL, H.A. (1981). Some factores wich affect the liveweight change and wool growth of adult corriedale wethers grazed at various stocking rates on perennial pastures in southern Victoria. *Aust. J. Agric. Res.* 32:353-370.
- BIRREL, H.A. (1989). The influence of pasture and animal factors on the consumption of pasture by grazing sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 40:1261-1275.
- BISHOP, J.P. e FROSETH, J.A. (1970). Improved techniques in esophageal fistulation of sheep. *Amer. J. Vet. Res.* 31:1505-1507.
- BLACK, J.L. e KENNEY, P.A. (1984). Factors affecting diet selection by sheep. II- Height and density of pasture. *Aust. J. Agric. Res.* 35:565-578.
- BLAXTER, K.L.; WAINMAN, F.W. e WILSON, R.S. (1961). The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.* 3:51-61.
- BLAXTER, K.L.; FOWLER, V.R. e GILL, J.C. (1982). A study of the growth of sheep to maturity. *J. Agric. Sci., Camb.* 98:405-420.
- BOCQUIER, F.; THERIEZ, M.; PORACHE, S. e BRELURUT, A. (1988). Alimentation des Ovins. In: "Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins". Ed. INRA, Paris, p. 249-275.
- BOLLAND, M.D.A. (1985). Serradela (*Ornithopus sp.*): maturity range and hard seed studies of some strains of five species. *Aust. J. Exp. Agric.* 25:580-587.

- BROOM, D.M. e ARNOLD, G.W. (1986). Selection by grazing sheep of pasture plants at low herbage availability and responses of the plants to grazing. *Aust. J. Agric. Res.* 37:527-538.
- BUNTIG, S.C. e REGO, F.C. (1988). Human impact on Portugal's vegetation. *Rangelands* 10:251-255.
- BURRIT, E.A.; PFISTER, J.A. e MALECHEK, J.C. (1988). Effects of drying methods on the nutritive composition of esophageal fistula forage samples: influence of maturity. *J. of Range Manag.* 41:346-349.
- BURTON, J.H. e REID, J.T. (1969). Interrelationships among energy input, body size, age and body composition of sheep. *J. Nutr.* 97:517-524.
- CAMMELL, S.B. (1977). Equipment and techniques used for research into the intake and digestion of forage by sheep and calves. *Grassland Research Inst. Technical Report n24*.
- CAMMEL, S.B.; BEEVER, D.E.; THOMSON, D.J.; AUSTIN A.R.; LOSADA, H.R.; EVANS, R.T.; SPOONER, M.C. e TERRY, R.A. (1983). Energy and protein digestion, supply and utilization on two contrasting forages fed to growing steers. *Anim. Prod.* 36:501.
- CAMPLIG, R.C. (1970). Physical regulation of voluntary intake. In: "Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant". Ed. A.T. Philipson, Oriel Press, England, p. 226-234.
- CAMPLING, R.C. e LEAN, I.J. (1983). Food characteristics that limit voluntary intake. In: "Nutritional Physiology of Farm Animals". Ed. J.A.F. Rook, P.C. Thomas, Logman, New York, p. 457-475.
- CARRIÓN, T.L.; MOZO, J.J.; ESPEJO DÍAZ, M. e BARRETO, L.J.G. (1981). Análisis de los sistemas de explotación de ganado ovino en la dehesa extremeña. *Pastos* 11:383-395.
- CARTER, E.D. (1982). The pasture and livestock potential of the Alentejo region of Portugal. An interim report based on a short-term consultancy at the University of Évora as part of the Portugal University Institutes Development, Project of Purdue University, policopiado, 21 pp.
- CASQUINHA, J.F.; CARVALHO, M.L.; RIBEIRO, J.M. e SANDERS, J.H. (1982) Intensificação da produção ovina no Alentejo: resultados de uma experiência na Universidade de Évora. Policopiado.
- di CASTRIS, F. (1981). Mediterranean-type shrublands of the world. In: "Mediterranean-type shrublands" (Ecosystems of the World, 11). Ed. F. di Castris, D.W. Goodall, R.L. Specht, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 1-52.
- CHACON, E. e STOBBS, T.H. (1977). The effect of fasting prior to sampling and diurnal variation on certain aspects of

- grazing behaviour in cattle. *Appl. Anim. Ethol.* 3:163-171.
- CHENOST, M. (1986). Aspect méthodologiques de la prévision de la digestibilité de l'herbe pâturée par le mouton, les bovins et le cheval à partir de bols de l'oesophage et de diverses caractéristiques fécales. *Ann. Zootech.* 35:1-20.
- CHESSON, A. (1986). The evaluation of dietary fiber. In: "Feedings-tuffs Evaluation. Modern Aspects- Problems- Future Trends". Ed. R.M. Livingstone, Rowett Res. Inst., Aberdeen, p. 18-25.
- CLAR, U.; STEINGASS, H. e MENKE, K.H. (1988). Polyethylenpulver und unverdauliche Gerüstsubstanzenfraktionen nach van Soest als Indikatoren zur Schätzung der Futteraufnahme beim Schaf. *Arch. Anim. Nutr., Berlin*, 38:1-11.
- COATS, D.B.; SCHACHEMAN, P. e JONES, R.J. (1987). Reliability of extrusa samples collected from steers fistulated at the oesophagus to estimate the diet of resident animals in grazing experiments. *Aust. J. Exp. Agric.* 27:739-745.
- COCHRAN, R.C.; VANZANT, E.S. e DEL CURTO, T. (1988). Evaluation of internal markers isolated by alkaline hydrogen peroxide incubation and acid detergent lignin extraction. *J. Anim. Sci.* 66:3245-3251.
- COHEN, R.D.H. (1979). Factors influencing the estimation of the nutritive value of the diet selected by cattle fistulated at the oesophagus. *J. Agric. Sci., Camb.* 93:607-618.
- COLEBROOK, W.F.; BLACK, J.L.; PURSER, D.B.; COLLINS, W.J. e ROSSITER, R.C. (1990). Factors affecting diet selection by sheep. V- Observed and predicted preference ranking for six cultivars of subterranean clover. *Aust. J. Agric. Res.* 41:957-967.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D. e HIBBS, J.W. (1964). Regulation of feed intake in dairy cows. I- Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. of Dairy Sci.* 47:54-62.
- CORBETT, J.L. (1978). Measuring animal performance. In: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L't Marnette, Bulletin 52, CAB, Hurley, p. 163-231.
- CORBETT, J.L. (1980a). Feeding standards for ruminants. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 13:19-24.
- CORBETT, J.L. (1980b). Grazing ruminants: evaluation of their feeds and needs. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.* 40:138-144.

- CORBETT, J.L. (1981a). Determination of the utilization of energy and nutrients by grazing animals. In: "Forage Evaluation: Concepts and Techniques". Ed. J.L. Wheeler, R.D. Mocherie, Publ. American Forage and Grassland Council, CSIRO, p. 383-399.
- CORBETT, J.L. (1981b). Measurement of the forage intake of grazing animals. In: "Forage Evaluation: Concepts and Techniques". Ed. J.L. Wheeler, R.D. Mocherie, Publ. American Forage and Grassland Council, CSIRO, p. 287-297.
- CORBETT, J.L. e PICKERING, F.S. (1983). Estimation of daily flows of digesta in grazing sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 34:193-210.
- COTTA, M.A. e HESPELL, R.B. (1986) Protein and amino acid metabolism of rumen bacteria. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 122-136.
- CRESPO, D.G. (1980). Problems and potentialities of pasture and forage production in Portugal. *Melhoramento* 26:151-176.
- CRESPO, D.G. (1986). Portuguese grassland. In: *Grassland Facing The Energy Crisis*. 11th. Gen. Meet. of the E.G.F. Ed. F.M. Borba e J.M. Abreu, Troia, p. 24-38.
- CRESPO, D.G. e ANTUNES, J.H.S.C. (1978). Produção animal em pastoreio. Jornadas de Pastagens e Forragens, XV Feira Nacional de Agricultura, Santarém, vol. II.
- CURTIS, K.M.S.; DUNLOP, A.C. e ALBERTSON, T.O. (1989). Effect of grazing on pasture production in south-west Western Australia. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1105-1106.
- CZERKAWSKI, J.W. (1986). Degradation of solid feeds in the rumen: spatial distribution of microbial activity and its consequences. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 158-172.
- DALE, M.B. (1978). Pattern seeking methods in vegetation studies. In: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L't Mannelje, Bulletin 52, CAB, Hurley, p. 232-252.
- de JONG (1986). The role of metabolites and hormones as feedbacks in the control of food intake in ruminants. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 459-478.
- DEHORITY, B.A. e JOHNSON, R.R. (1961). Effect of particle size upon *in vitro* cellulose digestibility of forage by rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 44:2242-2249
- DELANEY, D.S.; POND, K.R.; LANSCANO, C.E. e ELLIS, W.C. (1981).

Comparison of fecal output as estimated by two marker methods. *Beef Cattle Res. in Texas* 1981:34-36.

- DEMMENT, M.W. e GREENWOOD, G.B. (1988). Forage ingestion: effects of sward characteristics and body size. *J. Anim. Sci.* 66:2380-2392.
- DILLON, P. e STAKELUM, G. (1988). The use of N-alkanes and chromic oxide as markers for determining feed intake, faecal output and digestibility in dairy cows. Proc. of the 12th Gen. Meet. of the Europ. Grass. Feder., Dublin, Ireland, p. 154-158.
- DOVE, H.; McCORMACK, H.A. (1986). Estimation of the ruminal degradation of forage rape after incubation in nylon bags in the rumen of sheep. *Grass and Forage Sci.* 41:129-136.
- DOVE, H.; FOOT, J.Z. e FREER, M. (1989a). Estimation of pasture intake in grazing ewes using the alkanes of plant cuticular waxes. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1091-1092.
- DOVE, H.; MAYES, R.W.; FREER, M.; COOMBE, J.B. e FOOT, J.Z. (1989b). Fecal recoveries of the alkanes of plant cuticular waxes in penned and in grazing sheep. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1093-1094.
- DOYLE, P.T. (1988). Utilization of clover diets by sheep. III. Palatability of a mature subterranean clover hay. *Aust. J. Agric. Res.* 39:891-898.
- DOYLE, P.T.; EGAN, J.K. e THALEN, A.J. (1982). Parotid saliva of sheep. I- Effects of level of intake and type of roughage. *Aust. J. Agric. Res.* 33:573-584.
- DOYLE, P.T.; EGAN, J.K. e THALEN, A.J. (1984). Intake, digestion and nitrogen and sulfur retention in angora goats and merino sheep fed herbage diets. *Aust. j. Exp. Agric. Anim. Husb.* 24:165-169.
- DOYLE, P.T. e McLAREN, C.E. (1988). Utilization of clover diets by sheep. II- Intake, digestion and utilization of nitrogen and sulfur. *Aust. J. Agric. Res.* 39:881-890.
- EGAN, A.R.; BODA, K. e VARADY, J. (1986). Regulation of nitrogen metabolism and recycling. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 386-402.
- EGAN, J.K. e DOYLE, P.T. (1982). The effect of stage of maturity in sheep upon intake and digestion of roughage diets. *Aust. J. Agric. Res.* 33:1099-1105.
- ELAM, C.J.; REYNOLDS, P.J.; DAVIS, R.E. e EVERSON, D.O. (1962). Digestibility studies by means of chromic oxide lignin and total collection techniques with sheep. *J. Anim. Sci.* 21:189-192.

- ELLIS, W.C. (1978). Determination of grazed forage intake and digestibility. *J. of Dairy Sci.* 61:1828-1840.
- ELLIS, W.C.; BAILY, E.M. e TAYLOR, C.A. (1984). A silicone esophageal cannula, its surgical installation and use in research with grazing cattle, sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 59:204-209.
- ELSEN, J.M.; WALLACH, D. e CHARPENTEAU, J.L. (1988). The calculation of herbage intake of grazing sheep: a detailed comparison between models. *Agricultural Systems* 26:123-160.
- ERFLE, J.D.; SAVER, F.D. e MAHADEVAN, S. (1986). Energy metabolism in rumen microbes. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 81-99.
- ESPEJO DIAZ, M.; BERNARDO, J.; MONTERO, I. e GARCIA BARRETO, L. (1989). The influence of some factores on the production of mediterranean pastures. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1565-1566.
- FAHEY, G.C. e JUNG, H.G. (1983). Lignin as a marker in digestion studies: a review. *J. Anim. Sci.* 57:220-225.
- FAICHNEY, G.J. (1986). The kinetics of particulate matter in the rumen. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 173-195.
- FAO (1988). 1987 Production yearbook 41. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FELS, H.E.; MOIR, R.J. e ROSSITER, R.C. (1959). Herbage intake of grazing sheep in south-western Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 10:237-247.
- FIERRO, L.C. e BRYANT, F.C. (1990). Grazing activities and bioenergetics of sheep on native range in southern Peru. *Small Rum. Res.* 3:135-146.
- FISHER, D.S.; BURNS, J.C. e POND, K.R. (1989). Esophageal plug and fasting effects on particle size distribution and quality of extrusa from grass pasture. *Agron. J.* 81:129-132.
- FORBES, J.M. (1986). The voluntary food intake of farm animals. Butherworth and Co. Ltd., London, 206 pp.
- FORBES, T.D.A. (1988). Researching the plant-animal interface- the investigation of ingestive behavior in grazing animals. *J. Anim. Sci.* 66:2369-2379.
- FORBES, T.D.A. e BEATTIE, M.M. (1987). Comparative studies of ingestive behaviour and diet composition in oesophageal-fistulated and non-fistulated cows and sheep. *Grass and Forage Sci.* 42:79-84.

- FRAME, J. (1981). Herbage mass. In: "Sward Measurement Handbook". Ed. J. Hodgson, R.B. Baker, A. Davies, A.S. Laidlaw e J.D. Leaver, Bri. Grass. Soc., p. 39-69.
- FRANCE, J.; NEAL, H.D.S. e POLLOTT, G.E. (1982). Using a programmable calculator for rationing pregnant ewes. *Agricultural Systems* 9:267-279.
- FREER, M. (1981). The control of food intake by grazing animals. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 105-124.
- FREER, M. e JONES, D.B. (1984). Feeding value of subterranean clover, lucerne, phalaris and wimmera ryegrass for lambs. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 24:156-164.
- GALL, C. (1988). Small ruminant production. In: "Ruminant production in the dry subtropics: constraints and potenciales". EEAP publication n° 38, Pudoc, Wageningen, p. 46-51.
- GODRON, M.; GUILLERM, J.L.; POISSONET, J.; POISSONET, P.; THIAULT, M. e TRABAUD, L. (1981). Dynamics and management of vegetation. In: "Mediterranean-Type Shrublands" (Ecosystems of the World, 11). Ed. F. di Castri, D.W. Guadall, R.L. Specht, Elsevier scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 317-344.
- GOERING, H.K. e VAN SOEST, P.J. (1970). Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agr. Handbook* 379, U.S.D.A..
- GRAHAM, N.McC. (1969). The net energy value of artificially dried subterranean clover harvested before flowering. *Aust. J. Agric. Res.* 20:365-373.
- GRANT, S.A.; SUCKLING, D.E.; SMITH, H.K.; TORVELL, L.; FORBES, T.D.A. e HODGSON, J. (1985). Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: the hill grasslands. *J. Ecology* 73:987-1004.
- GREEN, J.O. (1982). Grassland in Britain. In: "Efficient Grassland Farming". Ed. A.J. Corral, Ocas. Symp. n°14, Brit. Grass. Soc., p. 3-7.
- GREENWOOD, G.B. e DEMMENT, M.W. (1988). The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. *Grass and Forage Sci.* 43:377-386.
- GRIMES, R.C.; WATKIN, B.R. e MAY, P.F. (1965). The botanical and chemical analysis of herbage samples obtained from sheep fitted with oesophageal fistula. *J. Brit. Grass. Soc.* 20:168-173.
- HARDWICK, N.E. (1954a). Changes in the major chemical constituents of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) during growth. I- The carbohydrates. *Aust. J. Agric. Res.* 5:372-382.

- HARDWICK, N.E. (1954b). Changes in the major chemical constituents of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) during growth. II- The non-carbohydrates fractions and their relationships to the carbohydrates. *Aust. J. Agric. Res.* 5:383-391.
- HARRINGTON, G.N. (1981). Grazing arid and semi-arid pastures. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 181-202.
- HARRIS, L.E.; LOFGREEN, G.P.; KERCHER, C.J.; RALEIGH, R.J. e BOHMAN, V.R. (1967). Techniques of research in range livestock nutrition. Bulletin 471, Utah Agric. Exp. Stat., 86 pp.
- HATFIELD, R.D. (1989). Structural polysaccharides in forages and their degradability. *Agr. J.* 81:39-46.
- HODGSON, J. (1981). Sward studies: objectives and priorities. In: "Sward Measurement Handbook". Ed. J. Hodgson, R.B. Baker, A. Davies, A.S. Laidlan, J.D. Leaver, Brit. Grass. Soc., p. 1-14.
- HODGSON, J. (1982). Ingestive behaviour. In: "Herbage Intake Handbook". Ed. J.D. Leaver, Brit. Grass. Soc., Hurley, England, p. 113-138.
- HODGSON, J. (1985a). The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proc. Nut. Soc.* 44:339-346.
- HODGSON, J. (1985b). Grazing behaviour and herbage intake. In: "Grazing". Ed. J. Frame, Occa. Symp. n°19, Brit. Grass. Soc., p. 51-64.
- HOEHNE, O.E.; CLANTON, D.C. e STREETER, C.L. (1967). Chemical changes in esophageal fistula samples caused by salivary contamination and sample preparation. *J. Anim. Sci.* 26:628-631.
- HOGAN, J.P. (1973). Intestinal digestion of subterranean clover by sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 24:587-598.
- HOLECHEK, J.L. e VAVRA, M. (1983). Fistula sample number required to determine cattle diets on forest and grass land ranges. *J. Range Manag.* 36:323-326.
- HOLLING, G.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Ann. Rev. Ecol. and Syst.* 4:1-23.
- HOLLOWAY, J.W.; ESTELL, R.E. e BUTTS jr., W.T. (1981). Relationship between fecal components and forage consumption and digestibility. *J. Anim. Sci.* 52:836-848.
- HOLMES, W. (1980). Grazing management. In: "Grass, its Production and Utilization". Ed. W. Holmes, Brit. Grass. Soc., p. 125-173.
- HORN, F.P. (1981a). Direct measurement of voluntary intake of

- grazing livestock by telemetry. In: "Forage Evaluation: Concepts and Techniques". Ed. J.L. Wheeler, R.D. Mocherie, Publ. American Forage and Grassland Council, CSIRO, p. 367-372.
- HORN, F.P. (1981b). Basic animal performance criteria for range and humid pastures. In: "Forage Evaluation: Concepts and Techniques". Ed. J.L. Wheeler, R.D. Mocherie, Publ. American Forage and Grassland Council, CSIRO, p. 299-312.
- HUDSON, R.J. e BUNNELL, F.L. (1981). Grazing in Tundra and northern boreal environments. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 203-223.
- HUGHES, T.P.; POPPI, D. e SYKES, A.R. (1980). Some implications of sward chemical and physical characteristics for the nutrition of grazing ruminants. *Proc. New Zeal. Soc. of Anim. Prod.* 40:681-684.
- HUME, I.D. e PURSER, D.B. (1974). Ruminal and post-ruminal protein digestion in sheep fed on subterranean clover harvested at four stages of maturity. *Aust. J. Agric. Res.* 26:199-208.
- HUMPHREYS, L.R. (1989). Future directions in grassland science and its applications. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1705-1710.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA) (1988). Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA, Paris, 471 pp.
- JACOBS, B. (1975). Indigestible fiber components as possible internal markers. Master Thesis, Texas A & M University.
- JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C.; DULPHY, J.P.; HODEN, A.; ROBELIN, J.; BERANGE, C.; GEAY, Y.; JOURNET, M.; MALTERRE, C.; MICOL, D. e PETIT, M. (1986). The INRA "fill unit" system for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: a review. *J. Anim. Sci.* 63:1737-1758.
- JOURNET, M. (1986). Regulation of food intake on ruminants. In: "New Developments and Future Perspectives in Research on Rumen Function". Ed. A. Neimann-Sorensen, Commission of the European Communities, Luxembourg, p. 141-156.
- JUDKINS, M.B.; KRYSL, L.J. e BARTON, R.K. (1990). Estimating diet digestibility: a comparison of 11 techniques across six different diets fed to rams. *J. Anim. Sci.* 68:1405-1415.
- JUNG, H.G. (1989). Forage lignin and their effects on fiber digestibility. *Agr. J.* 81:33-38.
- KARN, J.F. (1986). Microwave-oven drying of forage samples collected via esophageal fistula. *J. Anim. Sci.* 63:595-602.

- KARN, J.F. (1991). Chemical composition of forage and feces as affected by microwave oven drying. *J. Range Manag.* 44:512-515.
- KENNY, P.T. (1984). The growth of weaner sheep on clover or grass pastures during summer in western Victoria. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hus.* 24:144-149.
- KLAPP, E. (1977). Prados e pastagens. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 872 pp.
- KOCK, S.N. E PRESTON, R.L. (1979). Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. *J. Anim. Sci.* 48:319-327.
- KONING, C.T. e CARTER, E.D. (1989). The survival of seeds of subterranean clover following ingestion by sheep. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1031-1032.
- KRYSL, L.J.; GALYEAN, M.L.; ESTELL, R.E. e SOWELL, B.F. (1988). Estimating digestibility and faecal output in lambs using internal and external markers. *J. Agric. Sci., Camb.* 111:19-25.
- LE DU, Y.L.P. e PENNING, P.D. (1982). Animal based techniques for estimating herbage intake. In: "Herbage Intake Handbook". Ed. J.D. Leaver, Brit. Grass. Soc., p. 37-75.
- LE HOUÉROU, H.N. (1981). Impact of man and his animals on mediterranean vegetation. In: "Mediterranean-type shrublands" (Ecosystems of the World, 11). Ed. F. di Castris, D.W. Goodall, R.L. Specht, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 479-521.
- LEBEAU, R. (1986). Les grands types de structures agraires dans le monde. Ed. Masson-Dipsa, 170 pp.
- LEE, J. (1982). The spatial pattern of grassland production in Europe. In: "Efficient Grassland Farming". Ed. A.J. Corral, Occ. Symp. nº14, Brit. Grass. Soc., p. 11-20.
- LENG, R.A. (1973). Salient features of the digestion of pastures by ruminantes and other herbivores. In: "Chemistry and Biochemistri of Herbage, vol. 3". Ed. G.W. Butler, R.W. bailey, Academic Press Inc., London, p. 88-129.
- LENG, R.A. (1986). Drought feeding strategies- theory and practice. Ed. Peel Valley Printers, Tamworth, New South Wales, 146 pp.
- LENG, R.A. (1990). Factores affecting the utilization of "poor quality" forages by ruminantes, particulary under tropical conditions. *Nutr. Res. Rev.* 3:277-303.
- LESPERANCE, A.L.; BOHMAN, V.R. e MARBLE, D.W. (1960a). Development of techniques for evaluating grazed forage. *J. of Dairy*

Sci. 43:682-689.

- LESPERANCE, A.L.; JENSEN, E.H.; BOHMAN, V.R. e MADSEN, R.A. (1960b). Measuring selective grazing with fistulated steers. *J. of Dairy Sci.* 43:1615-1622.
- LESPERANCE, A.L.; CLANTON, D.C.; NELSON, A.B. e THEURER, C.B. (1974). Factors affecting the apparent chemical composition of fistula samples. Publ. of the Western Regional Com. #8, Agric. Exp. Station, University of Nevada Reno, 30pp.
- LIPPKE, H.; ELLIS, W.C. e JACOBS, B.F. (1986). Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diet. *J. of Dairy Sci.* 69:403-412.
- LLOYD DAVIES, H. e GREENWOOD, E.A.N. (1972). Liveweight and wool growth of sheep in response to the quantity and botanical composition of animal pasture induced by nitrogen fertilizer and stocking treatments. *Aust. j. Agric. Res.* 23:1101-1111.
- LOSADA, M.G. e MACIAS, P.M.P. (1989). Contribuición de pratenses anuales em la explotación de pastos naturales de la dehesa extremeña. *Pastagens e Forragens* 10:213-222.
- MacRAE, J.C. (1976). Utilization of the protein of green forage by ruminants at pasture. In: "From Plant to Animal Production". Ed. T.M. Suntherlan, University of New England, Armidale, p. 93-98.
- MacRAE, J.C. (1986). An appraisal of current systems for the evaluation of the energy and protein needs of ruminants. In: "Feedingstuffs Evaluation. Modern Aspects- Problems-Future Trends". Ed. R.M. Livingstone, Rowett Res. Inst., Aberdeen, p. 11-17.
- MacRAE, J.C. e LOBLEY, G.E. (1986). Interactions between energy and protein. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 367-385.
- MacRAE, J.C. e ULYATT, M.J. (1974). Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. II. The site of digestion of some nitrogenous constituents. *J. Agric. Sci., Camb.* 82:309-319.
- MacRAE, J.C.; SMITH, J.S.; DEWEY, P.J.S.; BREWER, A.C.; BROWN, D.S. e WALKER, A. (1985). The efficiency of utilization of metabolizable energy and apparent absorption of amino-acids in sheep given Spring and Autumn harvested dried grass. *Brit. J. Nutr.* 54:197-209.
- MALATO-BELIZ, J. (1989). Composição florística e suas relações com o binário pastoreio/solo nas pastagens naturais dos montados. *Pastagens e Forragens* 10:11-26.
- MANGAN, J.L. (1982). The nitrogenous constituents of fresh forage.

- In: "Forage Protein in Ruminant Animal Production". Ed. D.J. Thomson, D.E. Beever e R.G. Gunn. Brit. Soc. of Animal Prod., Oc. Publ. n°6, p. 25-40.
- MANNETJE, L't. (1978a). An introduction to grassland vegetation and its measurement. In: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L't. Mannelje, Bull. n°52, CAB, England, p. 1-7.
- MANNETJE, L't. (1978b). Measuring quantity of grassland vegetation. In: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L't. Mannelje, Bull. n°52, CAB, England, p. 63-95.
- MASSON, P. e GINTZBURGER, G. (1989). Potentiel des légumineuses annuelles a ressemis en France. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1639-1640.
- MATCHES, A.G. (1981). Fill versus shrunk weights to estimate gain of cattle. In: "Forage Evaluation: Concepts and Techniques". Ed. J.L. Wheeler, R.D. Mocherie, Publ. American Forage and Grassland Council, CSIRO, p. 357-365.
- MAYES, R.W.; LAMB, C.S. e COLGROVE, P.M. (1986). The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *J. Agric. Sci. Camb.* 107:161-170.
- McDONALD, W. (1968). The nutrition of grazing ruminantes. *Nut. Abst. and Rev.* 38:381-399.
- McINTYRE, G.A. (1978). Statistical aspects of vegetation sampling. In: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L't. Mannelje, Bull. n°52, CAB, England, p. 8-21.
- McLAREN, C.E. e DOYLE, P.T. (1988). Utilization of clover diets by sheep. I- Intake and digestion of organic matter and cell wall constituents. *Aust. J. Agric. Res.* 39:871-880.
- McLEAN, R.W.; McCOWN, R.L.; LITTLE, D.A.; WINTER, W.H. e DANCE, R.A. (1983). An analysis of cattle live-weight changes on tropical grass pasture during the dry and early wet seasons in northern Australia. 1- The nature of weight changes. *J. Agric. Sci. Camb.* 101:17-24.
- McMANUS, W.R. (1981). Oesophageal fistulation technique as an aid to diet evaluation of the grazing ruminant. In: "Forage Evaluation: Concepts and Techniques". Ed. J.L. Wheeler, R.D. Mocherie, Publ. American Forage and Grassland Council, CSIRO, p. 249-260.
- MECHEL, A. (1988). Erhebung von botanischer Zusammensetzung, Ertrag und Leistung dreier Weiden unterschiedlicher Vorbehandlung im Alentejo (Portugal). Diplomarbeit, Universität Hohenheim, 93 pp.

- MEHREZ, A.Z.; EL-SHINNAWY, M.M.; EL-ASHRY, M.A. e EAD, H.M.E. (1983). Assessment of the associative effect of roughages and concentrates. *J. Anim. Sci.* 57(Supl.1):452.
- MEIJS, J.A.C. (1981). Herbage intake by grazing cows. Agric. Res. Report 909, Pudoc, Wageningen, 264 pp.
- MEIJS, J.A.C.; WALTERS, R.J.K. e KEEN, A. (1982). Sward methods. In: "Herbage Intake Handbook". ed. J.D. Leaver, Brit. Grass. Soc., England, p. 11-36.
- MENEZES, M.C. (1985). Herdade da Mitra, a flora, a vegetação e a acção humana. Relatório do trabalho de Fim de Curso da licenciatura em Eng. Biofísica., Univ. de Évora, 176 pp.
- MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D. e SCHNEIDER, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci., Camb.* 93:217-222.
- MEURET, M.; BARTIAUX-THILL, N.; BOURBOUZE, A. (1985). Evaluation de la consommation d' un troupeau de chèvre laitières sur parcours forestier- méthode d' observation directe des coups de dents- méthode du marqueur oxyde de chrome. *Ann. Zootech.* 34:159-180.
- MILLER, E.L. (1982). The nitrogen needs of ruminantes. In: "Forage Protein in Ruminant Animal Production". Ed. D.J. Thomson, D.E. Beever, R.G. Gunn, Occ. Publ. Brit. Soc. Anim. Prod. nº6, p. 79-87.
- MINSON, D.J. (1981). Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 143-157.
- MINSON, D.J. (1982). Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: "Nutritional Limites to Animal Production from Pastures". ed. J.B. Hacker, Farnham-Royal, CAB, p. 167-182.
- MINSON, D.J. (1987). Plant factores affecting intake. In: "Managed Grassland" (Ecosystems of the World, 17B). Ed. R.N. Snaydon, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 137-144.
- MOE, P.W.; TYRREL, H.F. e FLATT, W.P. (1971). Energetics of body tissue mobilization. *J. of Dairy Sci.* 54:548-553.
- MORAND-FEHR, P. (1989). Goat nutrition and its particularities in the dry subtropics. In: "Ruminant production in the dry subtropics: constraints and potenciales". EEAP publication nº 38, Pudoc, Wageningen, p. 215-229.
- MORLEY, F.H.W. (1961). Subterranean clover. *Adv. Agronomy* 13:57-123.

- MORLEY, F.H. (1978). Animal production studies. In: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L't. Mannetje, Bull. n°52, CAB, England, p. 103-162.
- MUNRO, J.M.M. e WALTERS, R.J.K. (1985). The feeding value of grass. In: "Herbage Utilization". Ed. J. Frame, Occ. Symp. n°19, Brit. Grass. Soc., p. 65-78.
- NAHAL, I. (1981). The mediterranean climate from a biological viewpoint. In: "Mediterranean-Type Shrublands" (Ecosystems of the World, 11). Ed. F. di Castris, D.W. Goodall, R.L. Specht, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 63-86.
- NOY-MEIR, I. e WALKER, B.H. (1986). Stability and resilience in rangelands. In: "Rangelands: a Ressource Under Siege". Ed. P.J. Joss, P.W. Lynch, O.B. Williams, Aust. Acad. of Sci., Camberra, p. 21-25.
- OLEA, L. e PAREDES, J. (1984). Mejora de pastos de secano. Trebol subterraneo. In: "Curso sobre Pastos e Ganaderia Extensiva de Estremadura". Universidade de Estremadura, Badajoz, p. 29-60.
- OLEA, L.; PAREDES, J. e VERDASCO, P. (1986). Influence of the varietal characteristics on the persistence of pasture improved with subterranean clover. In: "Grassland Facing the Energi Crisis". 11th. Gen. Meet. E.G.F. Ed. F.M. Borba e J.M. Abreu. Troia, Portugal, p. 322-328.
- OLEA, L.; PAREDES, J. e VERDASCO, P. (1989). Caracteristicas productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Peninsula Iberica. *Pastagens e Forragens 10*: 147-172.
- OLSON, K. (1991). Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. *J. Range Manag.* 44:515-519.
- OSBOURN, D.F. (1980). The feeding value of grass and grass products. In: "Grass, its production and utilization". Ed. W. Holmes, Brit. Grass. Soc., p. 70-124.
- OWENS, F.N. e GOETSCH, A.L. (1986). Digesta passage and microbial protein synthesis. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 196-223.
- PENNING, P.D. (1983). A technique to record automatically some aspects of grazing and ruminating behaviour in sheep. *Grass and Forage Sci.* 38:89-96.
- PENNING, P.D. e JOHSON, R.H. (1983a). The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 1-Potentially indigestible cellulose and acid insoluble ash. *J. Agric. Sci., Camb.* 100:127-131.
- PENNING, P.D. e JOHSON, R.H. (1983b). The use of internal markers

- to estimate herbage digestibility and intake. 2-Indigestible acid detergent fiber. *J. Agric. Sci., Camb.* 100:133-138.
- PENNING, P.D. e HOOPER, G.E. (1985). An evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. *Grass and Forage Sci.* 40:79-84.
- PITT, M.D. e HEADY, H.F. (1978). Responses of annual vegetation to temperature and rainfall patterns in Northern California. *Ecology* 59:336-350.
- PORTUGAL, A.V. (1972). The rumen and the ruminant. 2º Congresso Mundial de Alimentação Animal, Madrid, p. 13-37.
- PORTUGAL, A.V. (1990). Some aspects of beef production in drought conditions. 41st Ann. Meet. of the Europ. Ass. for Anim. Prod., Toulouse, 19 pp.
- PORTUGAL, A.V. (1991). Ruminant production strategies in warm climates, a case study: the Iberian Peninsula. In: "Animal Husbandry in Warm Climates". Ed. B. Rouchsi, A. Nardone e J.G. Boyazoglu. Pudoc, Wageningen, p. 73-80.
- PORTUGAL, A.V. (1991). Eficácia de la utilización de la energia por los ruminantes: aprovechamiento de los recursos energéticos locales (Dehesa e Montados). I Forum International Sobre Minerales em Alimentation Animal. Cáceres, 14 pp.
- PORTUGAL, A.V. e RIBEIRO, J.M.C.R. (1991). Contribution of nutrition to animal production. I Symposium International de Produccion Animal, Madrid, 43 pp.
- PRESTON, T.R. e LENG, R.A. (1987). Matching ruminante production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Penambul Books, Armidale, 245 pp.
- PURSER, D.B. (1981). Nutritional value of mediterranean pastures. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 159-180.
- RATTRAY, P.V.; GARRET, W.N.; EAST, N.E. e HINMAN, N. (1974). Growth, development and composition of the ovine conceptus and mamary gland during pregnancy. *J. Anim. Sci.* 38:613-626.
- RATTRAY, P.V.; TRIGG, T.E. e URLICH, C.F. (1980) Energy exchange in twin-pregnant ewes. In: "Energy Metabolism". Ed. L.E. Mount, EAAP publi. nº26, Butterwords, London, p. 325-328.
- RAYMOND, W.F.; KEMP, C.D.; KEMP, A.W. e HARRIS, C.E. (1954). Studies in the digestibility of herbage. IV- The use of faecal collection and chemical analysis in pasture studies (b) Faecal index method. *J. Brit. Grass. Soc.* 10:282-296.

- REID, J.T.; WOOLFOLK, P.G.; RICHARDS, C.R.; KAUFMANN, R.W.; LOOSLI, J.K.; TURK, K.L., MILLER, J.I. e BLASER, R.E. (1950). A new indicator method for the determination of digestibility and consumption of forages by ruminantes. *J. of Dairy Sci.* 33:60-71.
- REID, J.T.; WHITE, O.D.; ANRIQUE, R. e FORTIN, A. (1980) Nutritional energetics of livestock; some present boundaries of knowledge and future research needs. *J. Anim. Sci.* 51:1393-1415.
- REID, R.L.; JUNG, G.A. e THAYNE, W.V. (1988). Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: a retrospective study. *J. Anim. Sci.* 66:1275-1291.
- REIS, R.M. da M. e GONÇALVES, M.Z. (1987). O clima de Portugal, fascículo XXXIV- caracterização da região agrícola do Alentejo. I.N.M.G., Lisboa.
- RIDLEY, P.E.R.; DAVIES, H.L. e SOUTHEY, I.N. (1986). The nutritive value of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.); rose clover (*Trifolium hirtum* ALL.) and soft brome grass (*Bromus mollis* L.). *Aust. J. Exp. Res.* 26:665-668.
- ROBARDS, G.E. (1981). Techniques used in practice in forage evaluation in Australia. In: "Forage Evaluation: Concepts and techniques". Ed. J.L. Wheeler, R.D. Monchrie, American Forage and Grassland Council, CSIRO, p. 461-472.
- ROGERS, A.L.; BIDDISCOMBE, E.F.; BARRON, R.J.W. e BRIEGEL, D.J. (1982). Comparative productivity of perennial and annual pastures under continuous grazing by sheep. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 22:364-372.
- ROSSELLÓ, M.E. (1984). La dehesa: genesis y situacion actual. In: "Curso sobre Pastos e Ganaderia Extensiva de Extremadura". Universidade de Extremadura, Badajoz, p. 7-28.
- ROSSITER, R.C. (1952). The effect of grazing on a perennial veldt grass-subterranean clover pasture. *Aust. J. Agric. Res.* 3:148-159.
- ROSSITER, R.C. (1966). Ecology of the mediterranean annual-type pasture. *Adv. Agron.* 18:1-55.
- RYAN, W.J. (1990). Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutr. Abst. and Rev. (Series B)* 60:653-664.
- SAHLU, T.; JUNG, H.G. e MORRIS, J.G. (1989). Influence of grazing pressure on energy cost of grazing by sheep on smooth brome grass. *J. Anim. Sci.* 67:2098-2105.
- SATTER, L.D. e SLYTER, L.L. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in*

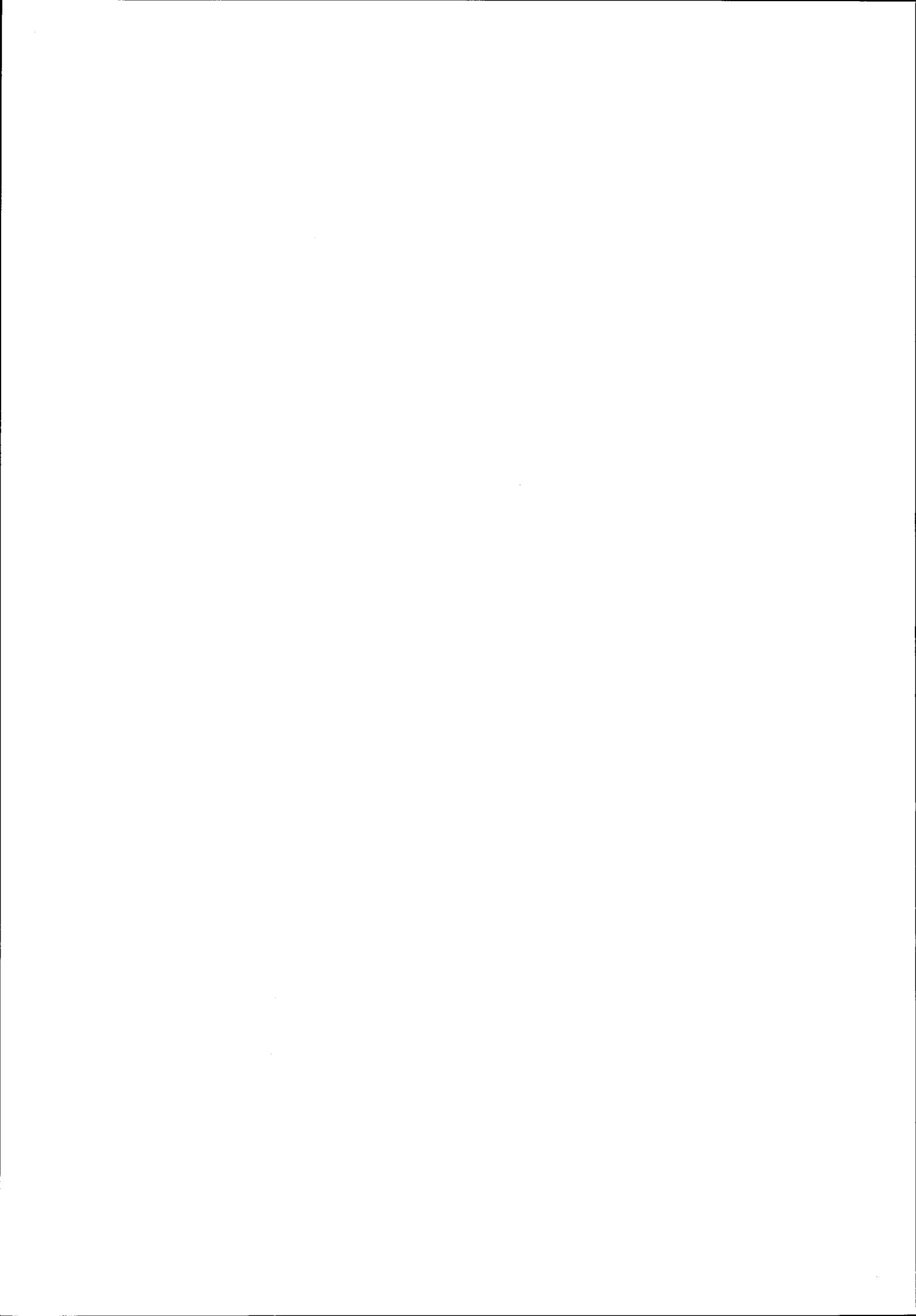
vitro. *Brit. J. of Nutr.* 32:194-208.

- SAVILLE, D.G. (1982). Management and feeding of grazing animals during drought. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 335-346.
- SCALES, G.H.; STREETER, C.L.; DENHAM, A.H. e WARD, G.M. (1974a). Effect of mastication, salivary contamination and leaching on the chemical composition of forage samples collected via esophageal fistula. *J. Anim. Sci.* 38:1278-1283.
- SCALES, G.H.; STREETER, C.L.; DENHAM, A.H. e WARD, G.M. (1974b). A comparison of indirect methods of predicting *in vivo* digestibility of grazed forage. *J. Anim. Sci.* 38:192-199.
- SCHNEIDER, B.H. e FLATT, W.P. (1975). The avaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press, Athens, E.U.A, 423pp.
- SÉONE, J.R. (1982). Relationships between the physico-chemical characteristics of hays and their nutritive value. *J. Anim. Sci.* 55:422-431.
- SÉONE, J.R.; CÔTÉ, M. e VISSER, S.A. (1982). The relationships between voluntary intake and the physical properties of forages. *Can. J. Anim. Prod.* 62:473-480.
- SHAFIE, M.M. (1988). Environmental constraints on animal productivity. In: "Ruminant production in the dry subtropics: constraints and potentials". EEAP publication nº 38, Pudoc, Wageningen, p. 10-16.
- SIDAHMED, A.E.; MORRIS, J.G.; WEIR, W.C. e TORELL, D.T. (1977). Effect of the length of fasting on intake, *in vitro* digestibility and chemical composition of forage samples collected by esophageal fistulated sheep. *J. Anim. Sci.* 45:885-890.
- SIMM, G. (1991). *In vivo* carcass evaluation for selection in sheep. Cong. Int. Zoot., Universidade de Évora, Portugal.
- SMITH, R.C.G.; BIDDISCOMBE, E.F. e STERN, W.R. (1972). Evaluation of five mediterranean annual pastures species during early growth. *Aust. J. Agric. Res.* 23:703-716.
- SNAYDON, R.W. (1981). The ecology of grazed pastures. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 13-31.
- STREETER, C.L. (1969). A review of techniques used to estimate the *in vivo* digestibility of grazed forage. *J. Anim. Sci.* 29:757-768.
- TALAMUCCI, P. e CHAULET, C. (1989). Contraintes et évolution des ressources fourragères dans le bassin méditerranéen. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 1731-1739.

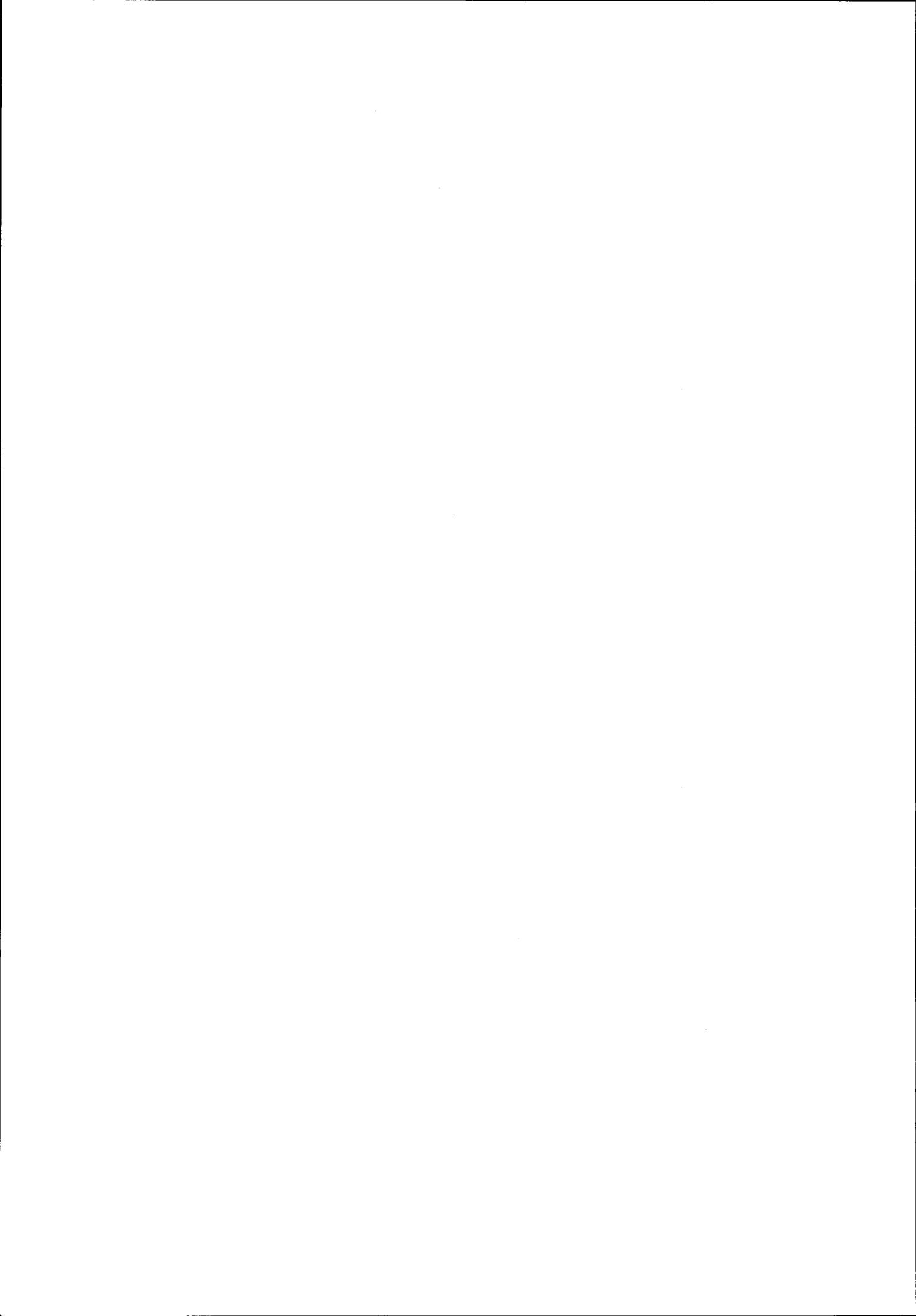
- TAYLOR, G.B.; ROSSITER, R.C.; PURSER, D.B. e COLLINS, W.J. (1989). The intake and digestibility of dry mature subterranean clover. XVI Int. Grass. Cong., Nice, France, p. 809-810.
- THOMSON, E.F.; GINGINS, M.; BLUM, J.W.; BICKEL, H. e SCHURCH, A. (1980). Energy metabolism of sheep during nutritional limitation and realimentation. In: "Energy Metabolisme". Ed. L.E. Mout, EEAP Publ. n^o26, Butterworth, London, p. 427-430.
- TILLEY, J.M.A. e TERRY, R.A. (1963). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grass. Soc.* 18:104-111.
- TORELL, D.T. (1954). An oesophageal fistula for animal nutrition studies. *J. Anim. Sci.* 13:878-884.
- TOTHILL, J.C. (1978). Measuring botanical composition of grassland. In: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L't. Mannelje, Bull. n^o52, CAB, England, p. 22-62.
- ULYATT, M.J. (1973). The feeding value of herbage. In: "Chemistry and Biochemistry of Herbage". Ed. G.W. Buttler, R.W. Bailey, Academic Press, London, p. 131-178.
- ULYATT, M.J. (1981). The feeding value of temperate pastures. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 125-141.
- ULYATT, M.J. e MacRAE, J.C. (1974). Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. 1- The site of digestion of organic matter, energy, readily fermentable carbohydrate, structural carbohydrate and lipid. *J. Agric. Sci., Camb.* 82:295-307.
- ULYATT, M.J.; DELLON, D.W.; JOHN, A.; REID, C.S.W. e WAGHORN, G.C. (1986). Contribution of chewing during eating and rumination to the clearance of digesta from the ruminoreticulum. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminantes". Ed. L.P. Milligan, W.L. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New-Jersey, p. 498-515.
- UNDERSANDER, D.J.; COLE, N.A. e NAYLOR, C.H. (1987). Digestibility by lambs of water-stressed alfalfa as determined by total collection or internal markers. *J. of Dairy Sci.* 70:1719-1723.
- VAN DYNE, G. e HEADY, H.F. (1965). Dietary chemical composition of cattle and sheep grazing in common on dry-annual range. *J. Rang. Manag.* 18:78.
- VAN DYNE, G.M. e LOFGREEN, G.P. (1964). Comparative digestion of dry annual range forage by cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 23:823-832.

- VAN DYNE, G.M. e MEYER, J.H. (1964). Forage intake by cattle and sheep on dry annual range. *J. Anim. Sci.* 23:1108-1115.
- VAN DYNE, G.M. e TORELL, D.T. (1964). Development and use of the esophageal fistula: a review. *J. Range Manag.* 17:7-19.
- VAN ES, A.J.H. e VAN DER MEER, J.M. (1980). Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. 106pp.
- VAN SOEST, P.J. (1964). Symposium on nutrition of forage and pastures: new chemical procedures for evaluating forages. *J. Anim. Sci.* 23:838-845.
- VAN SOEST, P.J. (1967). Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forage. *J. Anim. Sci.* 26:119-128.
- VAN SOEST, P.J. (1982). Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Books Inc., Corvallis, Oregon, U.S.A, 374pp.
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. e MOORE, L.A. (1966). Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. Proc. X Int. Grass. Cong., Helsinki, Finland, p. 438-441.
- VAN SOEST, P.J. e ROBERTSON, J.B. (1980). Systems of analysis for evaluating fibrous feed. In: "Standardization of analytical methodology of feeds". Ed. W.J. Pridge, C.C. Balch, M. Graham, Int. Dev. Res. Cent., Ottawa, Canada, p. 49-60.
- VÉRITÉ, R. e PEYRAUD, J.L. (1988). Nutrition azotée. In: "Alimentation des bovins, ovins et caprins". Ed. INRA, Paris, p. 75-93.
- VERMOREL, M. (1988). Nutrition énergétique. In: "Alimentation des bovins, ovins et caprins". Ed. INRA, Paris, p. 57-74.
- VILLAX, E.J. (1963). La culture des plantes fourragères dans la region méditerranéenne occidentale. Inst. National de la Recherche Agron., Rabat, 641 pp.
- VOISIN, A. (1974). Productividad de la Hierba. Ed. Tecnos, Madrid, 499 pp.
- VOISIN, A. (1980). Dinâmica das Pastagens. Ed. Mestre Jou, São Paulo, 406 pp.
- WALKER, B.H. e NOY-MEIR, I (1982). Aspects of the stability and resilience of Savanna ecosystems. In: "Ecology of Tropical Savanna". Ed. B.J. Huntley, B.H. Walker, Springer-verlag, R.F.A, p. 556-590.
- WALLACE, J.D. e DENHAM, A.H. (1970). Digestion of range forage by sheep collected by esophageal fistulated cattle. *J. Anim. Sci.* 30:605-608.

- WALLER, J.; MERCHEN, N.; HANSON, T. e KLOPFENSTEIN, T. (1980). Effects of sampling intervals and digesta markers on abomasal flow determinations. *J. Anim. Sci.* 50:1122-1126.
- WALLACH, D.; ELSEN, J.M. e CHARPENTEAU, J.L. (1984). Maintenance energy requirements of grazing sheep: a detailed comparasion between models. *Agric. Syst.* 15:1-22.
- WALSH, G.L. e BIRREL, H.A. (1987). Seasonal variation in the chemical composition and nutritive value of five pasture species in south-western Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 27:807-816.
- WESTON, R.H. (1982). Animal factors affecting feed intake. In: "Nutritional Limits to Animal Production from Pastures". Ed. J.B. Hacker, Farnham-royal, CAB, U.K., p. 183-197.
- WESTON, R.H. (1988a). Factors limiting the intake of feed by sheep. XI- The effect of pregnancy and early lactation on the digestion of a medium-quality roughage. *Aust. J. Agric. Res.* 39:659-669.
- WESTON, R.W. (1988b). Factors limiting the intake of feed by sheep. XIII- Voluntary roughage consumption in late pregnancy and erly lactation in relation to protein nutrition. *Aust. J. Agric. Res.* 39:679-689.
- WESTON, R.H. e HOGAN, J.P. (1971). The digestion of pasture plants by sheep. V- Studies with subterranean and berseem clover. *Aust. J. Agric. Res.* 22:139-157.
- WILKINS, R.J. e GARWOOD, E.A. (1986). Effects of treading, poaching and fouling on grassland production and utilization. In: "Grazing". Ed. J. Frame, Occ. Symp. n^o19, Brit. Grass. Soc., p. 19-31.
- WILLIAMS, O.B. (1981). Evolution of grazing systems. In: "Grazing Animals" (World Animal Sci., B1). Ed. F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 1-12.
- WILLIAMS, T.E. (1982). Herbage production: grasses and leguminous forage crops. In: "Grasses, its Production and Utilization". Ed. W. Holmes, Brit. Grass. Soc., p. 6-69.
- WILSON, A.D. e HINDLEY, N.L. (1968). The value of seeds, pods and tops of subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) in the summer nutrition of sheep. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 8:168-171.
- WILSON, A.D; WEIR, W.C. e TORELL, D.T. (1971). Comparison of methods of estimating the digestibility of range forage and browse. *J. Anim. Sci.* 32:1046-1050.



ANEXOS



ANEXO 1 Composição química das amostras das pastagens.

TP	DATA	KGMOHA	MS	CINZ	PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL
1	03/24/87	1491.6	16.55	13.73	19.55	56.72	34.53	5.23	22.19	29.30
1	04/28/87	4183.5	15.28	11.53	15.73	59.30	36.03	7.52	23.27	28.15
1	05/14/87	4904.7	28.45	8.58	9.33	68.10	42.02	5.54	26.08	36.48
1	05/28/87	3699.8	49.32	7.47	8.21	70.65	42.88	3.46	27.77	39.42
1	06/12/87	2463.2	76.38	7.78	7.83	74.22	43.78	5.32	30.46	38.44
1	07/12/87	2027.8	86.21	9.81	8.59	71.72	45.93	6.58	25.79	39.35
1	11/05/87	399.7	13.43	17.85	26.54	49.79	32.94	5.42	16.85	27.52
1	12/17/87	368.3	7.65	18.78	34.15	53.61	30.89	4.35	22.72	26.54
1	01/20/87	396.3	11.80	21.50	26.38	43.05	29.95	3.78	13.10	26.17
1	02/26/88	340.7	15.38	42.45	23.68	54.47	32.05	6.55	22.42	25.05
1	03/24/88	636.6	22.75	14.91	19.33	53.18	28.11	3.70	25.07	24.41
1	04/24/88	534.4	19.23	7.72	15.99	53.41	26.00	3.05	27.41	22.95
1	05/10/88	1566.0	24.74	6.56	9.94	69.24	38.49	4.49	40.75	24.00
1	05/30/88	2449.8	35.36	6.50	6.51	76.13	42.74	4.28	33.39	38.46
1	07/10/88	1546.5	77.42	6.20	6.31	82.61	51.06	9.19	31.55	41.87
1	09/13/88	687.8	91.78	6.33	4.17	79.88	52.02	6.03	27.86	45.99
1	11/04/88	976.7	22.54	28.57	15.65	68.06	46.28	8.57	21.78	37.71
1	12/20/88	583.5	17.98	11.57	23.17	46.19	26.59	3.02	19.60	23.57
1	02/16/89	495.4	21.63	11.57	21.88	52.04	25.71	3.70	26.33	22.01
1	04/05/89	1964.6	15.23	10.43	16.32	58.72	33.71	4.26	25.01	29.45
1	05/10/89	3276.2	29.34	7.41	14.26	65.05	39.10	4.73	25.95	34.37
1	06/21/89	1686.5	70.59	6.73	13.52	78.80	49.65	8.12	29.15	41.53
1	07/28/89	1449.6	91.26	7.71	12.75	75.83	53.08	8.13	22.75	44.95
1	09/14/89	1342.3	62.12	7.73	8.80	79.86	51.99	7.83	27.87	44.16
1	10/12/89	1069.3	42.98	9.62	13.18	71.68	47.24	8.49	24.44	38.75
1	12/05/89	578.2	15.10	25.16	22.17	59.40	36.36	6.76	23.04	29.60
1	01/19/90	469.4	10.05	12.75	21.81	48.71	31.05	5.39	17.66	25.66
1	02/15/90	588.4	18.63	26.08	22.42	46.73	28.35	5.15	18.38	23.20
1	03/29/90	2240.1	20.65	9.86	16.07	46.90	28.05	4.19	18.85	23.86
2	03/26/87	826.4	19.85	12.78	17.01	45.97	31.73	6.62	14.24	25.11
2	04/28/87	3064.8	19.49	8.34	14.99	56.09	36.95	4.17	19.14	32.78
2	05/14/87	3163.3	25.62	10.35	9.31	59.93	43.16	7.46	16.77	35.70
2	05/28/87	1975.8	50.56	9.60	6.67	71.84	50.02	5.63	21.82	44.39
2	06/12/87	1266.0	68.79	6.27	4.63	75.01	49.10	6.73	25.91	42.37
2	07/13/87	1622.9	84.01	5.90	5.73	74.14	50.66	7.45	23.48	43.21
2	11/05/87	321.7	23.10	23.42	16.79	56.75	43.18	10.18	13.57	33.00
2	12/18/87	275.6	10.86	28.02	28.47	52.22	39.35	11.78	12.87	27.57
2	01/21/88	270.4	19.37	41.15	20.51	48.13	32.81	13.12	15.32	19.69
2	02/25/88	235.7	20.36	30.25	21.01	48.05	32.78	5.73	15.27	27.05
1	03/24/88	373.9	26.84	10.62	15.63	41.26	25.49	4.90	15.77	20.59
2	04/24/88	618.9	28.05	8.92	12.23	26.36	36.44	10.62	17.82	25.82
2	05/10/88	1174.0	21.26	7.32	10.08	63.57	36.96	4.00	26.61	32.96
2	05/30/88	1380.0	41.43	7.09	6.95	70.11	43.33	4.78	26.78	38.55
2	07/11/88	657.1	91.56	5.21	5.06	79.92	52.32	7.83	27.60	44.49
2	09/13/88	432.5	92.29	6.28	4.40	76.87	52.07	6.78	24.80	45.29
2	11/04/88	477.3	32.53	37.96	19.97	70.84	49.92	13.32	20.92	36.60
2	12/21/88	296.8	28.44	19.52	13.43	57.79	39.02	10.66	18.77	28.36
2	02/16/89	175.3	24.85	25.97	20.37	49.70	31.49	9.37	18.21	22.12
2	04/05/89	271.8	19.77	14.65	19.79	51.89	29.21	9.03	22.68	20.18
2	05/10/89	1409.8	23.26	10.94	13.99	54.72	35.01	7.02	19.71	27.99
2	06/22/89	1043.3	61.19	7.08	14.00	68.85	47.20	8.24	21.65	38.96

ANEXO 1 Cont.

TP	DATA	KGMOHA	MS	CINZ	PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL
2	07/28/89	826.0	90.74	6.43	7.52	71.03	50.36	8.63	20.67	41.73
2	09/15/89	513.9	78.14	5.25	12.81	77.59	54.97	9.35	22.62	45.62
2	10/12/89	513.5	44.07	10.82	11.11	68.40	47.79	12.71	20.61	35.08
2	12/05/89	418.0	16.60	26.50	19.62	50.83	39.60	12.01	11.23	27.59
2	01/19/90	388.8	8.63	14.40	21.40	50.59	35.66	8.61	14.93	27.05
2	02/15/90	378.8	20.67	26.99	22.76	43.46	28.95	8.61	14.51	20.34
2	03/30/90	1229.3	17.03	19.71	16.66	42.42	29.48	4.84	12.94	24.64
3	03/25/87	1388.5	15.33	15.50	16.99	46.75	34.10	5.55	12.65	28.55
3	04/28/87	2845.9	20.28	8.34	13.27	57.82	38.99	6.38	18.83	32.16
3	05/13/87	2932.2	25.81	10.35	9.70	58.27	37.46	5.32	20.81	32.14
3	05/28/87	1855.6	32.04	9.60	11.13	69.43	48.39	7.24	21.04	41.15
3	06/12/87	1866.3	66.38	9.00	9.82	69.81	48.74	9.20	21.07	39.54
3	07/12/87	2401.7	85.05	8.49	8.56	74.44	49.16	8.17	25.28	40.99
3	11/05/87	170.7	24.57	32.12	21.64	59.60	42.18	9.89	17.42	32.29
3	12/17/87	267.5	14.83	43.06	25.36	45.28	33.83	9.25	11.45	24.58
3	01/20/88	388.6	21.03	42.11	19.62	57.95	37.04	12.02	20.91	25.02
3	02/23/88	471.9	17.49	39.81	18.72	59.36	33.78	10.71	25.58	23.07
3	03/23/88	441.9	20.31	18.99	14.62	58.83	36.42	10.94	22.41	25.48
3	04/24/88	643.0	24.94	11.60	12.87	61.60	41.89	10.34	19.71	31.55
3	05/10/88	1354.7	23.78	7.91	11.07	64.09	36.12	5.25	27.97	30.87
3	05/30/88	1518.9	31.41	7.58	9.01	68.02	38.56	5.99	29.46	32.57
3	07/10/88	784.3	66.27	4.82	5.18	80.40	46.53	6.45	33.87	40.08
3	09/13/88	533.8	92.43	6.85	4.80	77.10	50.20	7.56	26.90	42.64
3	11/04/88	403.6	15.34	15.47	17.54	67.90	42.05	7.45	25.85	34.60
3	12/21/88	470.4	30.05	12.24	14.08	62.59	40.07	7.83	22.52	32.24
3	02/16/89	173.9	32.86	11.62	17.36	55.74	36.50	9.65	19.24	26.85
3	04/05/89	549.8	19.28	11.41	17.07	55.56	33.73	6.63	21.83	27.10
3	05/10/89	1648.8	26.71	7.90	14.39	62.24	42.17	7.14	20.07	35.05
3	06/20/89	1755.3	54.67	7.70	12.02	76.53	51.45	8.16	25.08	43.29
3	07/28/89	999.6	89.92	6.40	12.41	79.68	52.26	8.86	27.42	43.40
3	09/14/89	816.0	66.03	7.69	8.72	79.55	55.52	8.79	24.03	46.73
3	10/12/89	627.1	52.04	7.02	11.00	77.18	53.19	10.70	23.99	42.49
3	12/04/89	127.4	13.32	13.72	19.92	59.20	38.82	10.47	20.38	28.35
3	01/19/90	693.3	20.63	15.72	17.10	52.36	34.33	9.18	18.03	25.15
3	02/15/90	812.3	22.55	14.45	15.35	49.05	30.99	6.07	18.06	24.92
3	03/29/90	1549.2	22.64	10.07	12.08	50.89	31.97	5.31	18.92	26.66

TP- pastagem, 1= Tr. Subt., 2= P. Nat., 3= Ser. CINZ.- cinzas %MS.
 PB, NDF, ADF, ADL, HEM, CEL - % MO. DATA- Mês/Dia/Ano.

ANEXO 2 Composição química das amostras esofágicas.

TP	DATA	% MS	% MO						
		CINZ.	PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL	EE
1	04/04/87	11.32	27.22	44.02	25.17	1.81	18.85	23.36	2.13
1	07/04/87	10.00	13.57	70.86	47.80	7.56	23.06	40.24	0.98
1	12/16/87	6.00	13.43	40.24	23.53	6.96	16.71	16.57	6.80
1	03/18/88	14.07	23.29	46.84	26.50	2.20	20.34	24.30	1.71
1	05/07/88	14.26	19.83	65.86	35.45	3.98	30.41	31.47	1.59
1	07/11/88	14.01	17.16	63.38	37.06	4.78	26.32	32.28	1.85
1	11/10/88	6.95	20.04	58.01	23.95	4.05	34.06	19.90	5.83
1	01/27/89	10.85	21.88	46.61	25.74	4.31	20.87	21.43	2.44
1	04/07/89	10.70	25.35	42.97	26.62	5.71	16.35	20.91	3.06
1	06/09/89	10.70	16.55	64.31	41.79	8.60	22.52	33.19	2.26
1	07/26/89	9.66	10.55	70.39	53.44	14.33	16.95	39.11	1.64
1	10/16/89	6.50	15.55	61.92	27.99	7.85	33.93	20.14	3.81
1	12/04/89	6.58	19.93	46.27	22.55	4.27	23.72	18.28	5.55
2	04/04/87	11.90	24.87	48.98	28.21	4.99	20.77	23.22	1.63
2	07/02/87	8.25	8.62	74.51	53.19	8.40	21.32	44.79	0.72
2	12/16/87	12.00	20.39	53.59	28.38	6.03	25.21	22.35	5.02
2	03/18/88	14.64	24.66	49.36	29.11	4.89	20.25	24.22	1.93
2	05/07/88	10.94	15.88	57.57	35.22	6.60	22.35	28.62	1.88
2	07/11/88	11.26	17.41	66.78	44.18	7.06	22.60	37.12	1.78
2	11/04/88	7.83	13.14	45.36	26.93	5.34	18.43	21.59	4.28
2	01/27/89	15.26	22.67	50.31	30.24	4.59	20.07	25.65	2.96
2	04/10/89	11.49	23.65	48.13	28.77	3.39	19.36	25.38	2.12
2	06/12/89	10.23	13.63	59.23	39.51	7.37	19.72	32.14	2.27
2	07/23/89	10.51	8.83	68.07	49.96	8.33	18.11	41.63	1.86
2	10/16/89	4.07	7.80	44.17	20.92	6.24	23.25	14.68	5.49
2	12/04/89	7.12	15.90	55.12	33.12	9.24	22.00	23.88	5.25
3	04/04/87	10.08	22.63	52.29	27.13	3.78	25.16	23.35	1.67
3	07/04/87	10.84	11.10	70.65	50.61	10.68	20.04	39.93	0.88
3	12/16/87	8.90	18.94	52.38	25.41	6.66	26.97	18.75	5.43
3	03/18/88	13.97	21.59	53.20	30.76	4.57	22.44	26.19	1.96
3	05/07/88	10.41	15.65	62.24	38.42	7.02	23.82	31.40	1.81
3	07/11/88	10.89	15.46	71.82	41.57	7.85	30.25	33.72	1.67
3	11/10/88	5.52	15.54	47.46	26.50	7.54	20.96	18.96	4.57
3	01/26/89	8.58	14.72	53.14	31.18	9.71	21.96	21.47	2.73
3	04/10/89	11.00	20.63	48.74	28.42	4.92	20.32	23.50	1.77
3	06/13/89	10.17	12.78	63.29	44.73	10.02	18.56	34.71	2.08
3	07/27/89	9.28	12.10	70.95	52.26	11.00	18.69	41.26	1.55
3	10/21/89	8.39	17.04	56.30	28.32	6.27	27.98	22.05	3.49
3	12/08/89	7.21	17.93	40.78	23.90	5.97	16.88	17.93	6.37

TP- pastagem, 1= Tr. Subt., 2= P. Nat., 3 =Ser.
 DATA - Mês/Dia/Ano.

ANEXO 3 Digestibilidade e ingestão de MO, variação de peso dos ovinos e ingestão/ $P^{0,75}$ nos períodos de colheitas esofágicas e fecais.

TP	PER	OVI	DIG. MO(%)	INGE. MO (g)	P (kg)	VAR. P (g)	INGE $g/P^{0,75}$
1	1	14	82.00	2033.9	66.400	0.341	87.4
1	1	85	80.14	1646.5	76.300	0.455	63.8
1	1	90	79.15	1726.1	57.500	0.182	82.7
1	1	91	81.03	1742.8	67.600	0.273	73.9
2	1	77	76.92	1129.1	78.600	-0.091	42.8
2	1	78	81.11	1155.6	60.100	0.023	53.5
2	1	93	75.53	1539.0	54.900	0.341	76.3
2	1	140	75.35	1168.8	60.400	-0.023	53.9
3	1	7	80.08	2259.5	82.230	0.273	82.7
3	1	96	79.05	1886.4	84.730	0.273	67.5
3	1	79	79.07	1738.2	68.180	0.318	73.3
3	1	86	82.93	787.9	56.090	-0.091	38.4
3	1	88	81.72	995.6	59.090	-0.091	46.7
1	2	91	55.98	813.3	77.000	-0.250	31.3
1	2	92	47.34	748.8	59.450	-0.227	35.0
1	2	123	47.41	626.5	37.390	-0.192	41.4
2	2	77	55.08	890.2	82.460	-0.231	32.5
2	2	78	53.92	662.1	63.252	-0.127	29.5
2	2	79	53.85	947.6	74.450	-0.223	37.4
2	2	85	50.69	972.0	81.950	0.023	35.7
3	2	87	55.26	634.1	68.150	-0.077	26.7
3	2	90	55.02	686.7	62.540	-0.269	30.9
3	2	93	54.37	1062.7	63.392	-0.192	47.3
1	3	85	60.53	785.9	66.245	0.069	33.8
1	3	91	63.32	738.3	73.530	0.224	29.4
1	3	123	62.79	549.9	44.729	0.207	31.8
1	3	983	61.95	440.7	42.173	0.259	26.6
2	3	89	71.99	1291.7	80.285	0.155	48.2
2	3	100	74.33	2102.8	67.444	0.052	89.3
2	3	78	75.24	1446.3	61.930	0.190	65.5
3	3	77	73.61	1325.5	69.528	0.224	55.1
3	3	83	74.84	1354.1	73.330	0.241	54.0
3	3	87	72.83	1611.7	63.490	0.138	71.7
3	3	90	65.49	1485.7	60.687	0.121	68.3
1	4	67	75.67	875.1	45.464	0.176	50.0
1	4	85	79.14	1504.3	73.898	0.207	59.7
1	4	91	77.02	1072.7	82.340	0.110	39.2
1	4	198	76.43	933.8	51.038	0.217	48.9
1	4	983	77.89	1132.1	56.408	0.172	55.0
2	4	78	70.24	936.8	57.204	0.086	45.0
2	4	92	68.87	1133.3	47.068	0.162	63.1
2	4	96	68.29	998.7	80.696	0.107	37.1
2	4	100	67.26	1348.2	69.034	0.131	56.3
2	4	138	64.98	900.7	46.592	0.128	50.5
3	4	77	72.56	1000.9	72.670	0.155	40.2
3	4	83	72.56	1029.7	70.704	0.086	42.2
3	4	87	72.79	1029.2	67.970	0.155	43.5
3	4	89	72.60	1098.9	54.636	0.224	54.7

ANEXO 3 Continuação

TP	PER	OVI	DIG. MO(%)	INGE. MO (g)	P (kg)	VAR. P (g)	INGE g/P ^{0,75}
3	4	90	72.61	1194.3	65.092	0.128	52.1
1	5	83	66.56	881.9	52.658	-0.061	45.1
1	5	85	68.67	1378.2	73.688	0.054	54.8
1	5	91	67.30	934.9	71.062	0.071	38.5
1	5	197	67.56	582.6	42.542	-0.089	35.0
1	5	198	67.13	913.6	50.604	-0.018	48.2
2	5	78	67.84	950.0	54.292	0.036	47.5
2	5	88	68.49	1112.9	45.050	0.025	64.0
2	5	138	67.08	1077.7	45.438	-0.071	61.6
3	5	87	64.51	841.9	63.750	-0.125	37.3
3	5	89	64.06	1097.4	45.792	-0.214	62.3
3	5	90	66.03	1227.3	63.792	0.036	54.4
3	5	991	62.15	941.9	41.896	0.018	57.2
1	6	83	52.74	737.6	51.360	-0.138	38.4
1	6	91	52.13	528.7	67.860	-0.138	22.4
1	6	123	54.02	744.0	52.960	-0.188	37.9
1	6	197	53.41	709.0	43.440	-0.112	41.9
1	6	198	54.68	705.0	52.630	-0.079	36.1
2	6	78	49.95	584.4	55.090	-0.147	28.9
2	6	88	45.39	715.3	47.820	-0.106	39.3
2	6	97	52.32	976.1	61.270	-0.191	44.6
2	6	100	50.75	949.0	66.270	-0.191	40.9
2	6	138	48.75	733.3	47.540	-0.132	40.5
3	6	77	55.58	732.8	67.320	-0.206	31.2
3	6	87	53.57	677.1	61.040	-0.132	31.0
3	6	89	53.02	777.8	54.590	-0.097	38.7
3	6	90	52.82	995.3	62.020	-0.126	45.0
3	6	991	51.13	673.4	42.800	-0.100	40.2
1	7	85	67.59	1455.7	65.924	0.202	62.9
1	7	91	64.96	1012.3	58.196	0.333	48.0
1	7	123	66.55	1162.6	54.712	0.226	57.8
1	7	197	66.36	1152.5	48.572	0.131	62.6
1	7	198	68.36	1212.4	51.728	0.119	62.9
2	7	78	65.04	1245.5	53.780	0.240	62.7
2	7	96	65.78	1758.3	66.648	0.029	75.4
2	7	97	64.77	1216.9	65.212	0.076	53.0
2	7	99	66.07	2231.6	71.996	0.583	90.3
2	7	100	69.42	1540.2	67.080	0.090	65.7
3	7	67	45.15	768.6	44.716	0.143	44.4
3	7	87	51.71	1048.0	60.576	0.148	48.3
3	7	89	53.60	982.1	52.852	0.321	50.1
3	7	90	53.93	1116.8	60.424	0.102	51.5
1	8	85	82.26	1535.5	78.255	0.139	58.4
1	8	91	80.90	1322.0	75.445	0.161	51.6
1	8	123	79.21	1295.8	69.465	0.177	53.9
1	8	197	80.90	1216.8	59.160	0.148	57.0
1	8	67	81.00	1204.2	55.660	0.148	59.1
2	8	78	76.95	1424.7	63.565	0.057	63.3
2	8	96	75.56	1947.2	71.685	0.093	79.0
2	8	97	71.19	1411.7	70.830	0.074	57.8

ANEXO 3 Continuação.

TP	PER	DIG. OVI	DIG. MO(%)	INGE. MO (g)	P (kg)	VAR. P (g)	INGE g/P ^{0,75}
2	8	99	75.12	2468.6	92.470	0.066	82.8
2	8	100	74.31	1562.5	72.545	0.061	62.9
3	8	77	60.50	933.5	72.485	0.093	37.6
3	8	87	56.44	851.9	71.255	0.139	34.7
3	8	89	55.95	1068.9	73.795	0.251	42.5
3	8	90	54.94	1018.2	68.315	0.107	42.8
3	8	93	54.50	933.2	75.755	0.139	36.3
1	9	67	81.24	1416.6	61.288	0.084	64.7
1	9	85	78.52	1272.3	83.644	0.092	46.0
1	9	123	77.60	1162.1	76.860	-0.020	44.8
1	9	197	77.03	1003.0	66.724	0.032	43.0
1	9	198	78.75	1269.6	73.760	0.180	50.4
2	9	78	75.64	1187.6	69.644	0.092	49.3
2	9	96	76.68	1323.8	82.040	0.220	62.3
2	9	97	74.21	1180.7	75.840	0.120	45.9
2	9	99	75.76	2061.4	103.460	0.280	63.5
2	9	100	75.22	1548.8	78.700	0.100	58.6
3	9	77	72.02	801.6	76.700	0.100	30.9
3	9	87	67.93	668.2	77.500	0.000	25.6
3	9	89	70.41	897.4	81.280	0.040	33.2
3	9	90	71.47	839.2	72.420	0.060	33.8
3	9	91	67.49	728.1	81.148	0.064	26.9
1	10	67	55.72	725.6	62.296	-0.017	32.7
1	10	85	59.54	1106.5	84.652	-0.029	39.6
1	10	123	58.92	1130.9	76.740	0.020	43.6
1	10	197	60.40	900.7	68.392	-0.009	37.9
1	10	198	56.01	896.1	78.132	0.011	34.1
2	10	78	64.85	898.2	71.772	0.031	36.4
2	10	96	61.23	1341.8	83.044	0.037	48.8
2	10	131	64.31	1124.4	49.948	-0.046	59.8
3	10	77	51.11	536.9	77.428	-0.006	20.6
3	10	89	51.48	1079.8	84.108	0.009	38.9
3	10	90	53.98	1043.5	73.756	0.063	41.5
3	10	91	51.32	710.1	79.648	-0.071	26.6
1	11	67	40.60	664.0	60.496	-0.078	30.6
1	11	85	40.97	953.1	81.660	-0.130	35.1
1	11	123	40.59	908.3	74.698	-0.139	35.7
1	11	197	42.48	684.3	66.094	-0.117	29.5
1	11	198	40.61	741.4	78.094	-0.017	28.2
2	11	78	48.97	765.2	70.530	-0.109	31.4
2	11	96	47.12	932.9	79.670	-0.235	35.0
2	11	131	49.06	689.8	47.028	-0.104	38.4
3	11	77	38.63	390.6	72.764	-0.252	15.7
3	11	89	37.30	783.7	83.670	-0.035	28.3
3	11	90	38.37	910.8	74.498	-0.039	35.9
3	11	91	39.47	645.5	76.434	-0.087	25.0
1	12	67	57.99	1105.9	61.586	0.179	50.3
1	12	85	64.70	1478.8	78.318	0.077	56.2
1	12	123	64.23	1264.2	72.818	0.177	50.7
1	12	197	61.02	1290.7	66.610	0.165	55.4

ANEXO 3 Continuação.

TP	PER	OVI	DIG. MO(%)	INGE. MO (g)	P (kg)	VAR. P (g)	INGE. g/P ^{0,75}
1	12	198	64.43	1023.1	76.508	0.212	39.5
2	12	2	52.03	1657.5	70.944	0.166	67.8
2	12	8	56.22	1177.7	56.928	0.042	56.8
2	12	10	57.44	1082.9	59.316	0.074	50.7
2	12	78	64.10	952.6	69.682	0.123	39.5
2	12	96	55.97	1262.3	66.786	-0.021	54.0
3	12	77	70.29	1560.8	72.902	0.253	62.6
3	12	89	67.47	1654.2	85.806	0.309	58.7
3	12	90	66.60	1426.3	71.852	0.128	57.8
3	12	91	62.97	1253.3	72.090	0.135	50.7
3	12	131	64.53	1167.7	47.178	0.167	64.9
1	13	67	70.02	878.3	65.576	0.059	38.1
1	13	85	73.47	1218.2	79.880	0.020	45.6
1	13	123	72.03	1236.7	71.496	-0.066	50.3
1	13	197	69.32	919.2	71.004	0.066	37.6
1	13	198	73.16	1353.6	80.116	0.039	50.5
2	13	2	52.41	1260.9	74.376	0.054	49.8
2	13	8	46.37	1004.0	63.196	0.134	44.8
2	13	10	52.67	1010.0	63.256	0.074	45.0
2	13	78	60.83	718.9	73.616	0.064	28.6
2	13	96	50.49	937.0	69.812	0.073	38.8
3	13	77	75.56	1441.1	76.564	0.031	55.7
3	13	89	77.78	1181.8	89.436	0.019	40.6
3	13	90	73.93	1136.2	74.364	0.031	44.9
3	13	91	73.18	1293.1	77.496	0.084	49.5

Nas análises estatísticas a seguir apresentadas a significância dos valores foi estabelecida para probabilidades inferiores a 5% (*), 1% (**) e a 0,1% (**).

ANEXO 4 Análise de variância e significância dos dados relativos à disponibilidade de pastagem e sua percentagem em MS e Cinzas.

Origem da Variação	gl	quadrados médios		
		kg MO/ha	MS	Cinzas
Total	86			
Pastagens	2	3082394,8	56,7	36,3
Épocas	4	8890557,2	11566,4	1080,7
Past. X Épocas	8	335073,4	66,8	15,8
Erro	72	487412,3	142,3	52,8

ANEXO 5 Análise de variância e significância dos dados relativos à composição florística das pastagens.

Origem da Variação	gl	quadrados médios			
		Gram.	Leg.	Out.	Mat. Seco
Total	80				
Pastagem	2	2359,0	52,9	1214,7	452,6
Épocas	4	12144,8	700,3	1982,1	28588,0
Past.X Épocas	8	203,4	112,0	208,7	192,0
Erro	66	200,2	78,7	133,1	131,0

ANEXO 6 Análise de variância e significância dos dados relativos à composição química das pastagens.

Origem da Variação	gl	quadrados médios					
		PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL
Total	86						
Pastagens	2	38,6	102,8	87,7	67,6	229,8	9,5
Épocas	4	571,9	2122,0	1073,1	29,7	234,7	1011,3
Past. X Época	8	14,2	31,5	17,5	8,2	18,1	6,6
Erro	72	12,1	32,7	18,6	3,1	14,1	15,4

ANEXO 7 Análise de variância e significância dos dados relativos à variação de peso dos ovinos com e sem fístula esofágica.

Origem da Variação	gl	quadrado médio	sign.
Total	483		
Entre grupos	1	5,543	NS
Erro	482	25,132	

ANEXO 8 Análise de variância e significância dos dados relativos à composição química das amostras esofágicas.

Origem da Variação	gl	quadrados médios						
		PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL	EE
Total	38							
Pastagens	2	19,5	12,2	24,5	7,7	18,8	11,2	0,3
Época	4	156,0	753,6	760,3	27,5	35,5	549,7	19,7
Past. X Época	8	9,7	56,1	9,6	0,9	28,2	8,7	0,2
Erro	24	8,5	11,4	15,8	4,8	13,8	7,5	1,1

ANEXO 9 Composição química das amostras esofágicas. Valores de T e significância da diferença entre pastagens, duas a duas.

Pastagens	gl	PB	NDF	ADF	ADL	EE
Tr. Subt.-P. Nat.	12	1,93	0,02	1,79	0,58	0,78
		*		***	*	
Tr. Subt.- Ser.	12	2,33	0,88	5,00	2,27	1,50
P. Nat. - Ser.	12	0,09	1,01	0,10	1,80	0,48

ANEXO 10 Análise de variância e significância dos dados relativos ao Índice de Selectividade.

Origem da Variação	gl	quadrados médios					
		PB	NDF	ADF	ADL	HEM	CEL
Total	38						
Pastagens	2	0,02	0,01	0,00	0,28	0,20	0,04
		*	*	***			***
Épocas	4	1,46	0,04	0,23	0,27	0,41	0,24
Past. X Épocas	8	0,11	0,03	0,01	0,05	0,16	0,01
Erro	24	0,42	0,01	0,02	0,15	0,10	0,02

ANEXO 11 Análise de variância e significância dos dados relativos à digestibilidade da MO e ingestão da MO e MOD.

Origem da Variação	gl	quadrados médios		
		Dig. MO	Ing. MO	Ing. MOD
Total	172			
Pastagens	2	197,0	844,9	370,8
		***	***	***
Épocas	4	3755,9	2603,3	3004,9
			*	
Past. X Épocas	8	64,8	205,1	133,8
Erro	158	43,2	141,6	104,6

ANEXO 12 Análise de variância e significância dos dados relativos à ingestão de MO e MOD (períodos de colheitas).

Origem da Variação	gl	quadrados médios	
		Ing. MO	Ing. MOD
Total	172		
Pastagens	2	885,4 ***	409,2 ***
Períodos	12	1301,4 ***	1391,5 ***
Past. X Per.	24	358,8	332,3
Erro	134	76,1	36,9

ANEXO 13 Análise de variância e significância dos dados relativos ao número de ovinos/ha e ao total de peso vivo/ha.

Origem da Variação	gl	quadrados médios	
		Ovinos/ha	Tot. kg/ha
Total	74		
Pastagens	2	0,65	8725,3
Erro	72	1,65	4027,8

ANEXO 14 Análise de variância e significância dos dados relativos ao peso vivo dos ovinos e das variações diárias de peso, todas as pesagens distribuídas por 6 épocas.

Origem da Variação	gl	quadrados médios	
		Peso vivo	Var. de Peso
Total	632		
Pastagens	2	705,0 *	0,03
Épocas	5	1586,0 ***	1,73 ***
Past. X Época	10	110,8	0,01
Erro	615	216,7	0,02

ANEXO 15 Análise de variância e significância dos dados relativos à variação de peso dos ovinos com e sem arreios de colheita fecal.

Origem da Variação	gl	quadrado médio	sign.
Total	323		
Entre grupos	1	0,029	NS
Erro	322	0,028	

ANEXO 16 Análise de variância e significância dos dados relativos à variação de peso vivo, correspondente aos períodos de colheitas esofágicas, e EM das amostras esofágicas.

Origem da Variação	gl	quadrados médios	
		Var. de Peso	EM
Total	172		
Pastagens	2	0,013	3,68 *
Épocas	4	0,582	72,79 ***
Past. X Época	8	0,005	2,24 **
Erro	158	0,009	0,78

ANEXO 17 Análise de variância dos dados relativos à MO disponível/ha nos diversos anos de ensaio.

Origem da Variação	gl	quadrado médio	sign.
Total	77		
Pastagens	1	3035883	**
Épocas	4	6309643,1	***
Anos	2	5235509,2	***
Past.xÉpocas	8	241978,7	NS
Past.xAnos	4	112884,7	NS
ÉpocasxAnos	8	963958,9	NS
Past.xÉpo.XAno	16	95852	NS
Erro	33	435236,7	

ANEXO 18 Análise de variância da biomassa animal/ha corrigida para o número de ovinos.

Origem da Variação	gl	quadrado médio	sign.
Covariante Nº de Ovinos		224301,6	***
Total	74		
Épocas	24	1887,2	**
Erro	49	772,7	