

OFÉLIA PEREIRA BENTO

**ESTUDO COMPARATIVO DO VALOR ALIMENTAR DA  
AVEIA x ERVILHACA CONSERVADA COMO FENO E  
SILAGEM**

ÉVORA

1990

OFÉLIA PEREIRA BENTO

**ESTUDO COMPARATIVO DO VALOR ALIMENTAR DA  
AVEIA x ERVILHACA CONSERVADA COMO FENO E  
SILAGEM**



86 141

Dissertação apresentada à Universidade de  
Évora, para obtenção do grau de Doutor em  
Ciências Agrárias, especialidade de Nutrição  
e Alimentação

ÉVORA

1990

*A minha filha Sofia*

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece reconhecidamente:

Ao Professor Doutor Joaquim Manuel Efe Serrano, pela disponibilidade manifestada ao aceitar ser nosso orientador científico, bem como pelo apoio e inúmeras sugestões generosamente dispensados ao longo da realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor José Afonso Antunes de Almeida, com quem temos o prazer de trabalhar como assistente das disciplinas de Anatomia e Fisiologia Animais I e II, pelo estímulo e conselhos transmitidos ao longo dos muitos anos de trabalho conjunto, pela leitura crítica desta dissertação, não esquecendo igualmente o facto de ter assegurado integralmente a docência das disciplinas enquanto estivémos dispensados do serviço docente.

Aos Professores Doutores Apolinário Vaz Portugal, José dos Santos Pires da Costa e João Ramalho Ribeiro, todas as facilidades concedidas na utilização de algumas estruturas da Estação Zootécnica Nacional.

Ao Professor Doutor Nuno Maria de Villas Boas Potes e Dr. José Luís Tirapicos Nunes, pela realização da fistulação dos animais utilizados em alguns dos ensaios realizados.

Aos Professores Doutores Artur Marinho e José Avó, assim como, aos Drs. Manuel Cancela de Abreu, Maria Elvira Baptista e Eng. Carlos Roquete, colegas de Departamento, pela leitura, discussão e apoio no tratamento estatístico de algumas partes deste trabalho. Ao Professor Doutor José Avó agradeço ainda a colaboração prestada, enquanto Gestor da Herdade da Mitra, na disponibilização de máquinas e estruturas necessárias à realização do trabalho experimental, agradecimento extensivo aos trabalhadores desta Herdade



Experimental.

Ao Professor Doutor José Peça, a colaboração prestada na tradução do resumo para Inglês.

Ao Eng. José António Lopes de Castro, a colaboração na desmancha e dissecação das carcaças dos borregos.

A Carlos Alberto Raposo e Raúl Fernandes a colaboração prestada no desenho e preparação das ilustrações apresentadas neste trabalho.

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

Aos então alunos estagiários Rosa Maria Bernardino, Jorge dos Santos Garcia e Henrique Santos, pela preciosa ajuda que nos prestaram na colheita de dados de alguns dos ensaios incluídos neste trabalho.

A meu marido, pela colaboração técnica prestada na colheita de dados, em especial no abate, desmancha e dissecação das carcaças dos borregos, bem como pelo estímulo, apoio e compreensão sempre carinhosamente manifestados.

A minha filha por ter permitido que algum do tempo que lhe era devido fosse dedicado à elaboração deste trabalho.

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

## RESUMO

### ESTUDO COMPARATIVO DO VALOR ALIMENTAR DA AVEIA X ERVILHACA CONSERVADA COMO FENO E SILAGEM

OFÉLIA PEREIRA BENTO

Universidade de Évora

Apartado 94 - 7001 Évora Codex

O objectivo deste trabalho foi estudar o efeito da ensilagem, como método de conservação alternativo à fenação, no valor alimentar da forragem de aveia x ervilhaca. Numa 1ª experiência comparámos o valor alimentar do feno de aveia x ervilhaca, cortado em duas épocas de corte (F1 e F2), e a da silagem obtida simultâneamente com o feno na 1ª época (S1). A ingestão de MS total (g/Kg PVO<sup>0.75</sup>) observada em carneiros adultos alimentados com as dietas S1 (39,9), F1 (44,8) e F2 (37,4) foi baixa, não diferindo significativamente entre si. A silagem apresentou as maiores digestibilidades aparentes da NDF (66,8 %), ADF (63,5 %) e PB (61,3 %) que foram superiores (P<0,05) às apresentadas pelo F1 para os mesmos parâmetros (63,0 %; 56,1 % e 49,3 %, respectivamente). O atraso da época de corte originou reduções significativas (P<0,05), de 52 % no teor proteico da forragem, e de 18 % e 65 % nas digestibilidades aparentes da MO e PB, respectivamente. As quantidades de azoto retido (g/dia) com as dietas S1 (+ 2,6) e F1 (+ 0,8) não diferiram significativamente, mas foram superiores (P<0,05) às observadas com a dieta F2 (- 1,4). O azoto (N) urinário (% do N ingerido) não diferiu significativamente nas três dietas, sugerindo uma boa eficiência de utilização do N da silagem no rúmen.

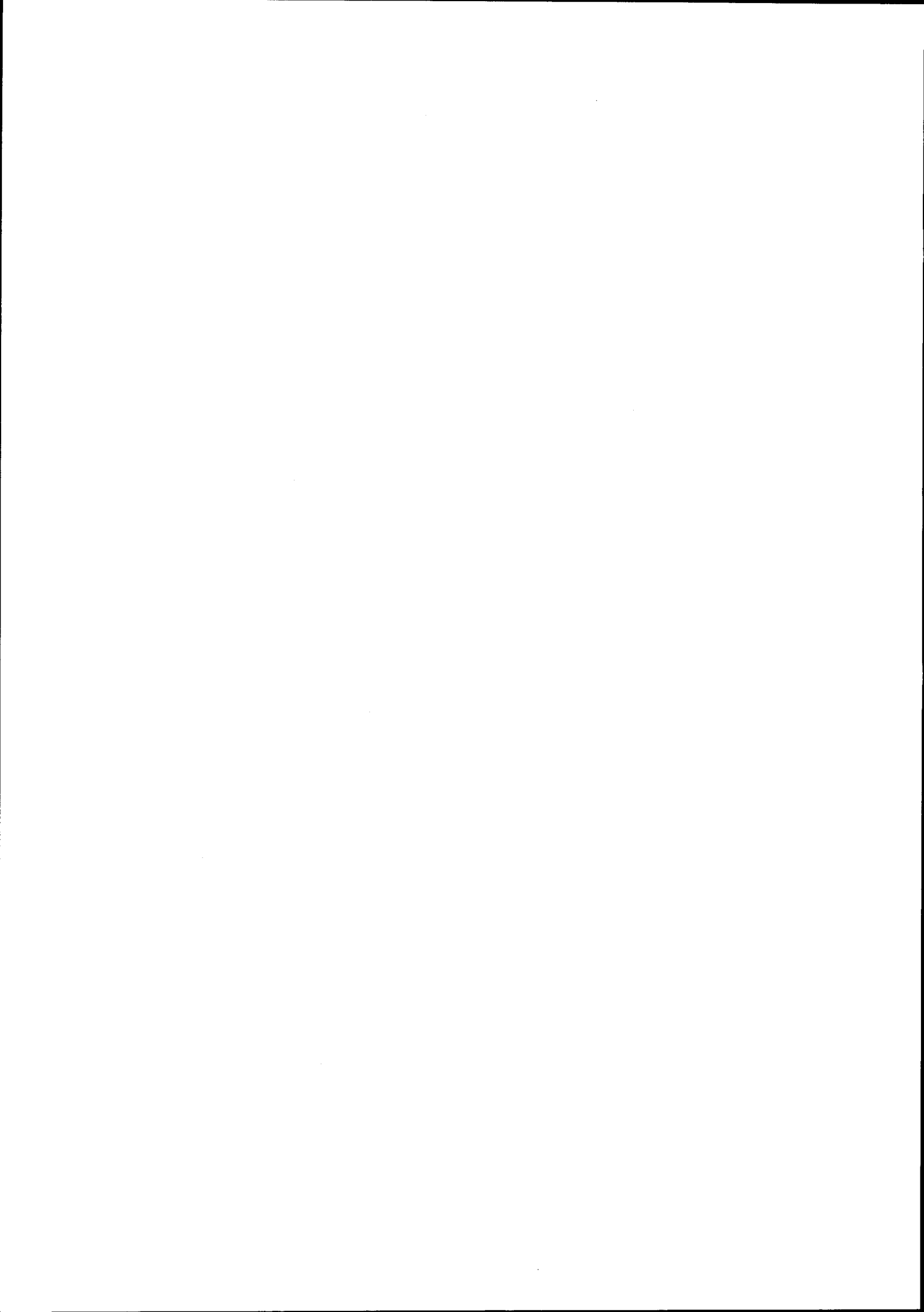
Numa 2ª experiência estudaram-se as modificações originadas pelas três forragens conservadas testadas no padrão fermentativo ruminal de carneiros adultos, alimentados em regime ad libitum. O pH ruminal foi inferior (P<0,05) na dieta F1 (7,07), relativamente ao observado nas

dietas S1 (7,24) e F2 (7,24). Não se verificaram diferenças significativas na concentração ruminal de N-NH<sub>3</sub> (mg/100 ml de fluido ruminal) com as três dietas (S1= 8,5; F1= 10,3; F2= 5,9). No entanto, a flutuação dos valores de N-NH<sub>3</sub> ruminal ao longo do dia foi mais acentuada na dieta F1 que nas dietas S1 e F2. A par com o menor valor de pH ruminal e a maior (P<0,05) taxa de digestão de MS in sacco observados na dieta F1, verificou-se uma tendência para uma concentração ruminal superior de ácidos gordos voláteis nesta dieta (65,9 mmol/l), relativamente à observada nas dietas S1 (56,3 mmol/l) e F2 (50,9 mmol/l). A concentração de ácido propiónico foi inferior (P<0,05) nas dietas S1 e F2, face à verificada na dieta F1. A percentagem molar de ácido acético foi muito elevada (84-86 %) em qualquer das dietas estudadas.

Os animais alimentados com a dieta S1 apresentaram menores (P<0,05) taxas de passagem da fase sólida no rúmen (2,1 %/h), do que os alimentados com a dieta F1 (3,8 %/h). Estes resultados poderão justificar os maiores coeficientes de digestibilidade da NDF da S1, uma vez que não se observaram diferenças significativas nas taxas de digestão do NDF em qualquer das três forragens. O F2 apresentou um tempo de latência superior (P<0,05) na digestão in sacco da NDF, e uma degradabilidade potencial da MS inferior (P<0,05) à das outras duas forragens.

Numa 3ª experiência foram comparados os ganhos médios diários e as características das carcaças de borregos alimentados com dietas à base de feno (F) ou silagem (S), suplementadas com um concentrado energético e proteico incorporado nas dietas em dois níveis: 30 g (N1) e 50 g (N2) por Kg/PV<sup>0.75</sup>. O incremento da suplementação do N1 para o N2 causou aumentos significativos (P<0,001) na ingestão total de MS e no ganho médio diário, da ordem de 16 % e 48 %, respectivamente. Os rendimentos corrigidos de carcaça e peças nobres não foram significativamente afectados pelos tratamentos. O método de conservação apenas afectou significativamente a % de músculo na carcaça e a relação músculo/osso, que foram inferiores (P<0,01) nos animais alimentados com silagem. O incremento da suplementação para o nível mais elevado aumentou significativamente (P<0,01) o peso de carcaça em 21 %, a percentagem de gordura da carcaça em 19 %, a relação músculo/osso em 9 %, e diminuiu (P<0,01) a percentagem de osso da carcaça, que foi muito elevada (25 %) em todos os tratamentos.

Concluiu-se que a ensilagem permite uma preservação do valor alimentar desta forragem idêntica à verificada com a fenação, quando efectuada no mesmo estado fenológico. A menor dependência da ensilagem relativamente às condições pluviométricas permite uma antecipação da época de corte, e assim tirar partido dum melhor valor alimentar da forragem em estados de maturação mais precoces. A viabilidade económica da opção pela ensilagem deverá, no entanto, ser estudada, face à melhoria observada no valor alimentar desta forragem, aos investimentos requeridos em maquinaria e à produção de MS/ha passível de ser obtida em estados de maturação mais precoces.



## ABSTRACT

### A COMPARISON BETWEEN OATS X VETCH HAY AND SILAGE - - THE EFFECT ON FEEDING VALUE AND ANIMAL PERFORMANCE

OFÉLIA PEREIRA BENTO

Universidade de Évora

Apartado 94 - 7001 Évora Codex

The objective of the work reported in this thesis was the study of the effect of ensiling, as an alternative method to hay-making, on the feeding value of oats and vetch forage. In a first experiment the nutritive value of hay, cut at two different stages of maturity (F1 and F2), was compared with silage (S1), harvested simultaneously at first stage of maturity. Mean dry matter intake (g/Kg LW<sup>0.75</sup>) for wether sheep fed *ad libitum* was: 39.9 for diet S1; 44.8 for diet F1 and 37.4 for diet F2; therefore, there were no significant differences between diets. The coefficients of digestibility presented by S1 for NDF (66.8 %), ADF (63.5 %) and nitrogen (61.3%) were higher ( $P < 0.05$ ) than those presented by F1 for same parameters (63.0 %; 56.1% and 49.3%, respectively). Delaying cut to a more advanced stage of maturity (F2) decreased ( $P < 0.05$ ) nitrogen content of the forage by 52% and organic matter and nitrogen digestibility by 18 % and 65%, respectively. Nitrogen retention for diets S1 (2.6 g/day) and F1 (0.8 g/day) did not differ significantly, being both higher ( $P < 0.05$ ) than the values observed for diet F2 (-1.4 g/day). There were no differences between forages on urinary nitrogen (% of N intake), suggesting a good efficiency on the N utilisation of silage in the rumen.

A second experiment studied the effect of the method of conservation and the stage of maturity on the pattern of rumen fermentation. Rumen pH was lower ( $P < 0.05$ ) in wether sheep fed with F1 (7.07) than on those fed with S1 (7.24) and F2 (7.24) diets. There were no significant differences between diets on the levels of rumen N-NH<sub>3</sub> (mg/100 ml), as shown by the following values: S1=8.5; F1=10.3; F2=5.9). However, the fluctuation over

the day period was more significant on sheep fed with diet F1 than on those fed with S1 and F2 diets. According to the lowest ( $P < 0.05$ ) ruminal pH and the highest ( $P < 0.05$ ) rate of digestion of dry matter, it was observed a tendency to a higher level of total volatile fatty acids in the rumen of the animals fed with F1 (65.9 mmol/l), compared to those fed with S1 (56.3 mmol/l) and F2 (50.9 mmol/l) diets. The molar proportions of ruminal acetic acid were high (84-86 %) in all diets.

Rates of digestion of NDF did not differ between treatments. The higher NDF digestibility of silage was associated with a lower ( $P < 0.05$ ) rate of passage of particulate matter in the rumen observed in sheep fed with this diet (2.1 %/h). As comparison the same rate in sheep fed with F1 was 3.8 %/h. Lag time for diet F2 was the highest ( $P < 0.05$ ) and potential degradability of dry matter for the same diet was the lowest ( $P < 0.05$ ).

A third experiment was carried out to examine growth and carcass composition of lambs fed with basal diets of either hay or silage supplemented with a protein and energy concentrate at two levels: 30 g (N1) and 50 g (N2) per  $\text{Kg/LW}^{0.75}$ . Higher level of supplementation increased ( $P < 0.05$ ) total dry matter intake and liveweight gain by 16 % and 48%, respectively. Corrected killing-out rate and percentage of leg + loin + saddle were not affected by treatments. Percentage of lean meat and meat/bone rate were lower ( $P < 0.01$ ) in the lambs fed with silage. The higher supplement rate increased significantly ( $P < 0.05$ ) carcass weight by 21 %, the proportion of fat in the carcass by 19 % and meat/bone rate by 9 %, and decreased ( $P < 0.05$ ) the proportion of bone in the carcass, which in any treatment was very high (25 %).

For this forage, it was concluded that silage and hay, providing they were cut at same stage of maturity, have similar feeding value. Since silage is less affected by weather conditions, it allows an earlier cut, taking therefore advantage of a better stage of maturity. However, the economical viability of silage making option must be studied, relating the observed increasing in the feeding value, the required investment on equipment and dry matter production/ha that could be obtained in earlier stages of maturity.

## ÍNDICE

### PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>FACTORES CONDICIONANTES DO VALOR ALIMENTAR E PRODUTIVO DAS FORRAGENS CONSERVADAS.....</b>	<b>1</b>
<b>1. A utilização da aveia como cultura forrageira.....</b>	<b>3</b>
1.1. Factores que afectam a produção de matéria seca da aveia.....	5
1.2. Factores que afectam o valor alimentar da aveia.	10
1.2.1. A composição química da aveia.....	11
1.2.2. A utilização dos nutrientes.....	17
1.2.3. A ingestibilidade.....	19
<b>2. Modificações na composição química da forragem devidas ao método de conservação.....</b>	<b>22</b>
2.1. Modificações devidas à fenação.....	22
2.2. Modificações devidas à ensilagem.....	24
<b>3. A ingestão nos ruminantes.....</b>	<b>34</b>
3.1. Regulação da ingestão nos ruminantes.....	34
3.2. Factores que intervêm na regulação da ingestão..	36
3.2.1. Palatibilidade.....	37
3.2.2. Repleção gastro-intestinal.....	37
3.2.3. Estimulos termostáticos e fotoperíodo....	42
3.2.4. Estimulos quimiostáticos.....	43
3.2.4.1. Ácidos gordos voláteis.....	43
3.2.4.2. Glucose.....	44
3.2.4.3. Ácidos gordos livres.....	45
3.2.4.4. pH.....	45
3.2.4.5. Osmolalidade.....	46



3.3. A ingestão de fenos e silagens.....	47
3.3.1. Efeito dos constituintes azotados.....	51
3.3.2. Efeito dos ácidos orgânicos.....	53
3.3.3. Efeito da suplementação.....	56
4. O valor alimentar e o potencial produtivo das forragens conservadas.....	58
4.1. Digestibilidade das forragens conservadas.....	58
4.2. A energia metabolizável das forragens conservadas.....	66
4.3. A eficiência de utilização da energia metabolizável.....	67
4.4. A utilização dos constituintes azotados.....	72
4.5. Produção animal permitida pelas forragens conservadas.....	79
5. Objectivos do trabalho experimental.....	83

## PARTE II - TRABALHO EXPERIMENTAL

### CAPÍTULO 1

<b>EFEITO DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO E DA ÉPOCA DE CORTE NO VALOR ALIMENTAR DA FORRAGEM DE AVEIA X ERVILHACA.....</b>	<b>87</b>
1.1. Introdução.....	87
1.2. Materiais e métodos.....	89
1.2.1. Dietas.....	89
1.2.2. Animais e manejo.....	90
1.2.3. Análises químicas.....	92
1.2.4. Análise estatística.....	95
1.3. Resultados e discussão.....	96
1.3.1. Composição química das forragens conservadas e características de conservação da silagem.....	96

1.3.2. Ingestão de MS e água.....	103
1.3.3. Digestibilidades aparentes da MO, NDF, ADF e PB.....	108
1.3.4. Azoto retido.....	116
1.4. Conclusões.....	120

## CAPÍTULO 2

<b>EFEITO DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO E DA ÉPOCA DE CORTE NAS CARACTERÍSTICAS DA FERMENTAÇÃO RUMINAL DA FORRAGEM DE AVEIA X ERVILHACA.....</b>	<b>123</b>
---	------------

2.1. Introdução.....	123
2.2. Materiais e métodos.....	126
2.2.1. Animais e manejo.....	126
2.2.2. Determinação das taxas de digestão <u>in situ</u> .....	128
2.2.3. Determinação das taxas de passagem da "digesta" no tracto gastro-intestinal....	132
2.2.4. Análises químicas.....	136
2.2.5. Análise estatística.....	137
2.3. Resultados e discussão.....	138
2.3.1. Variação do pH, azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis.....	138
2.3.2. Taxas de digestão.....	148
2.3.3. Taxas de passagem.....	161
2.4. Conclusões.....	170

## CAPÍTULO 3

<b>EFEITO DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO E DO NÍVEL DE SUPLEMENTAÇÃO NO VALOR PRODUTIVO DA FORRAGEM DE AVEIA X ERVILHACA.....</b>	<b>173</b>
---	------------

3.1. Introdução.....	173
3.2. Materiais e métodos.....	175
3.2.1. Dietas.....	175

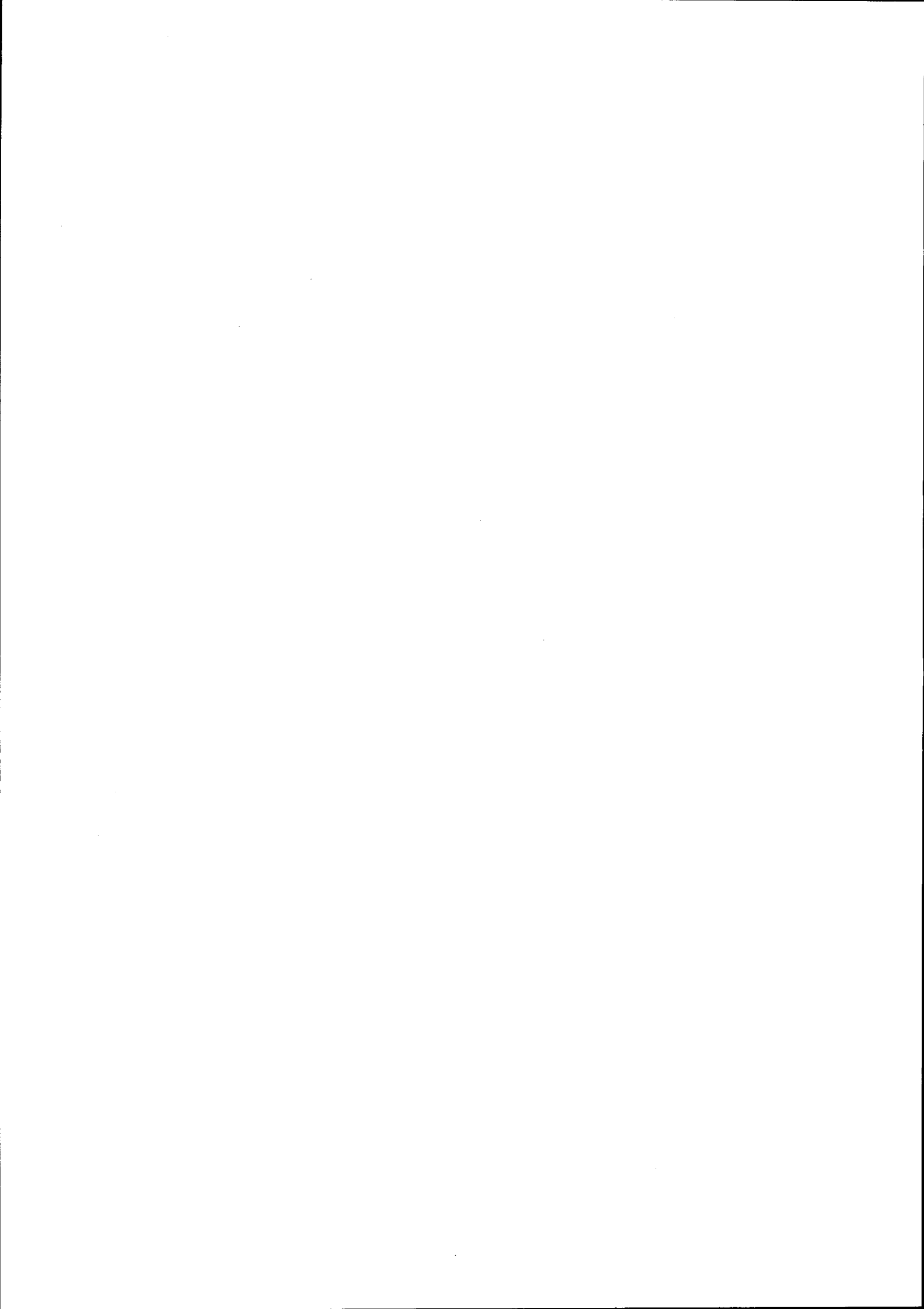
3.2.2. Animais e manejo.....	177
3.2.3. Abate e medições nas carcaças.....	181
3.2.4. Análise estatística.....	183
3.3. Resultados e discussão.....	183
3.3.1. Composição química das forragens conser- vadas e características de conservação da silagem.....	183
3.3.2. A ingestão de MS e o ganho médio diário..	189
3.3.3. Qualidade das carcaças.....	201
3.4. Conclusões.....	209

#### CAPÍTULO 4

DISCUSSÃO GERAL.....	211
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	217
ANEXOS.....	241

**PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**FACTORES CONDICIONANTES DO VALOR ALIMENTAR  
E PRODUTIVO DAS FORRAGENS CONSERVADAS**



## 1. A utilização da aveia como cultura forrageira

Na Bacia Mediterrânea, a produção de forragem apresenta-se limitativa à intensificação da produção animal (VILLAX, 1963; LELIÈVRE, 1981; OUKNIDER e JACQUARD, 1986). A escassez de forragens de qualidade, durante algumas épocas do ano, é consequência directa do clima, caracterizado por uma longa seca estival. Com efeito, na maior parte da Península Ibérica não há praticamente chuva no período do Verão, durante pelo menos 3 a 4 meses, situação que se pode prolongar até 6 meses (VILLAX, 1963). O efeito do período seco traduz-se numa rápida evolução vegetativa das plantas, e os animais dependem então dos restolhos dos cereais, das plantas espontâneas secas, dos grãos caídos na terra, dos rizomas e algumas vezes de raízes (VILLAX, 1963). O "déficit" qualitativo dos alimentos é compensado, em parte, pela mobilização das reservas corporais dos animais, que emagrecem progressivamente.

A conservação de plantas forrageiras anuais, sob a forma de feno ou de silagem, poderia minimizar as consequências da escassez de forragem natural durante o período de Verão (VILLAX, 1963; LELIÈVRE, 1981; PARDO e GARCIA, 1983; OUKNIDER e JACQUARD, 1986). Os cereais, pela sua adaptação a uma vasta gama de solos e condições de cultivo, têm sido frequentemente utilizados como plantas

forrageiras (FRIBOURG, 1973), e a sua utilização como forragem, cortada na fase de grão leitoso-pastoso, altura em que a sua conservação como silagem é possível, tem sido preconizada por vários autores (POLAN *et al.*, 1968; BURGESS *et al.*, 1972; DEVUYST *et al.*, 1975; BRUNDAGE *et al.*, 1979; MARTEN, 1982; JASTER *et al.*, 1985). Para as condições edafo-climáticas de Chipre, HADJICHRISTODOULOU (1976) considera, mesmo, que os cereais constituem a melhor alternativa para a produção de forragem na Primavera.

Também na Península Ibérica, a utilização de cereais como forragem, entre os quais se destaca a aveia, tem sido prática corrente (PARDO e GARCIA, 1983). A sua elevada potencialidade para a produção de matéria seca, como cultura forrageira aproveitada num único corte durante a formação do grão, foi referida por vários autores (PARDO e GARCIA, 1983; MOREIRA, 1986-b; POLO *et al.*, 1989).

Embora preferindo climas moderados, frescos, mais ou menos húmidos, a aveia tem evidenciado capacidade de adaptação ao clima mediterrânico (VILLAX, 1963). Cultivada para palha e grão, também é utilizada como forragem destinada a ser consumida em verde, fenada ou ensilada. Nestes casos é geralmente semeada em consociação com uma leguminosa (ervilhaca), sendo particularmente apropriada para sustentar os seus caules trepadores (PARDO e GARCIA 1983). A este respeito VILLAX (1963), HENSON e SCHOTCH (1968), LEFFEL (1973) referem o interesse da utilização da consociação da

aveia com a Vicia villosa, variedade mais adaptada a condições de acidez e baixa fertilidade dos solos.

Os fenos de aveia, ou desta gramínea associada a uma leguminosa (ervilhaca ou tremocilha), constituíram as principais forragens conservadas em amostragens efectuadas no Sul de Portugal (ALMEIDA *et al.*, 1987; SILVA e SERRANO, 1990). Nesses trabalhos é evidenciada a fraca qualidade dessas forragens, caracterizadas por valores energéticos e proteicos muito baixos. Um dos factores apontado como causador desse baixo valor nutritivo seria o corte tardio das forragens, que os agricultores da região justificam pela obtenção de maiores produções de matéria seca e pelo receio de condições climatéricas adversas à fenação, se o corte fôr realizado mais cedo.

### **1.1. Factores que afectam a produção de matéria seca da aveia**

Embora a aveia seja um cereal com elevada potencialidade para a produção de matéria seca (MS) nas condições edafo-climáticas da Península Ibérica, a sua produção pode ser fortemente condicionada pelas técnicas de cultivo (datas e densidade de sementeira, número de cortes, consociação com leguminosas, cultivares utilizadas, adubações) (PARDO e GARCIA, 1983; MOREIRA, 1986-b; OUKNIDER e JACQUARD, 1986) e ainda pelo seu estado vegetativo.

A produção de MS da aveia aumenta ao longo do seu ciclo



evolutivo, dando-se o maior incremento entre as fases de encanamento e de grão leitoso (BURGESS *et al.*, 1972; BRUNDAGE *et al.*, 1979; MOREIRA, 1981; TRINDADE e MOREIRA, 1987; POLO *et al.*, 1989). BRUNDAGE *et al.* (1979) referem mesmo incrementos da ordem dos 75%, entre o espigamento e a fase de grão leitoso. Atrasando o corte até ao estado de grão pastoso, GARDNER e WIGGANS (1961), conseguiram o dobro da produção relativamente à obtida por corte durante a fase de emborrachamento. Estes autores concluíram que, embora o teor de proteína bruta (PB) diminuísse, o grande incremento na produção de MS, parte da qual era grão, justificava o atraso do corte até ao estado de grão pastoso.

Este último estado tem sido frequentemente referido como aquele que permite a obtenção de produções máximas de energia e PB por ha, e por isso, recomendado como a altura mais aconselhável ao corte da aveia (WALTON, 1975; MARTEN, 1982; JASTER *et al.*, 1985 e POLO *et al.*, 1989). No entanto, BRUNDAGE *et al.* (1979) não encontraram diferenças entre a produção obtida no estado de grão leitoso ou pastoso, e OUKNIDER e JACQUARD (1986), referem mesmo quedas na quantidade de MS produzida a partir do grão leitoso. A partir do estado de grão pastoso, as quedas observadas na produção resultam da perda de folhas e sementes, e senescência da planta (SMITH, 1960).

Em condições de baixa pluviosidade, que determinem condições de humidade no solo potencialmente causadoras de

stress nas plantas, a produção de MS e PB não aumentaria com o avanço da maturação (HADJICHRISTODOULOU, 1976). Nestas condições, o autor aconselha que o momento óptimo de corte seja determinado pelas condições pluviométricas prevalentes no ano agrícola.

A introdução de leguminosas (ervilhaca ou ervilha forrageira) provocou, na maioria dos ensaios em que foram semeadas conjuntamente com a aveia, decréscimos na produção total de MS (WALTON, 1975; BRUNDAGE *et al.*, 1979; MOREIRA, 1986-b; OUKNIDER e JACQUARD, 1986; POLO *et al.*, 1989). Por essa razão, MOREIRA (1986-b) aconselha que a participação da ervilhaca não seja superior a 25% da densidade total de sementeira.

ROBINSON (1960) observou diferentes respostas à introdução de leguminosas (ervilha e ervilhaca) consoante o tipo de solos em que foram testadas. Em solos arenosos, as consociações de aveia x leguminosas foram superiores à gramínea estreme nas quantidades de forragem e PB produzidas, sendo a associação com ervilha a mais produtiva. A consociação com leguminosas foi sempre mais favorável para a produção de PB, mesmo em solos mais férteis, embora não se tenham verificado diferenças na quantidade de MS produzida. Resultados similares são referidos por WALTON (1975). Para POLO *et al.* (1989), as misturas de cereal x leguminosas representam, no entanto, uma escassa vantagem em relação aos cereais, quando utilizadas em solos com baixa fertilidade e

pH ácido, e sob condições climatéricas que não favoreçam o crescimento de leguminosas.

A participação da leguminosa numa consociação com gramíneas depende sempre da compatibilidade das espécies, das suas proporções na consociação e sobretudo do momento do corte (BEN TAMALLAH, 1987). De uma maneira geral a ervilhaca tem tendência a desaparecer face à agressividade da aveia que monopoliza ar e luz, sobretudo após o encanamento da gramínea (BEN TAMALLAH, 1987). HAYNES (1980) refere que as leguminosas estão sempre em desvantagem competitiva face às gramíneas em relação à luz, nutrientes e água. Esta desvantagem é exagerada pelo facto das gramíneas serem mais altas, com crescimento mais rápido, resultando num sombreamento da leguminosa. Para além disso, este mesmo autor salienta que o tipo de raízes das gramíneas, mais finas e ramificadas, lhes permite explorar um grande volume de solo, favorecendo a competição pelos nutrientes.

A este respeito, OUKNIDER e JACQUARD (1986) referem que quando a densidade da aveia é elevada, o desenvolvimento da ervilhaca sob coberto é afectado, dando-se o inverso quando a densidade da aveia é inferior a 30%. A contribuição da ervilhaca estaria, segundo os mesmos autores, muito dependente das condições climáticas serem ou não favoráveis ao desenvolvimento da gramínea. Ensaçando as mesmas densidades de sementeira, mas em regime de regadio, a percentagem de ervilhaca obtida na altura do corte foi

inferior, tendo concluído que a irrigação criou condições favoráveis ao desenvolvimento da aveia (Fig. 1.1).

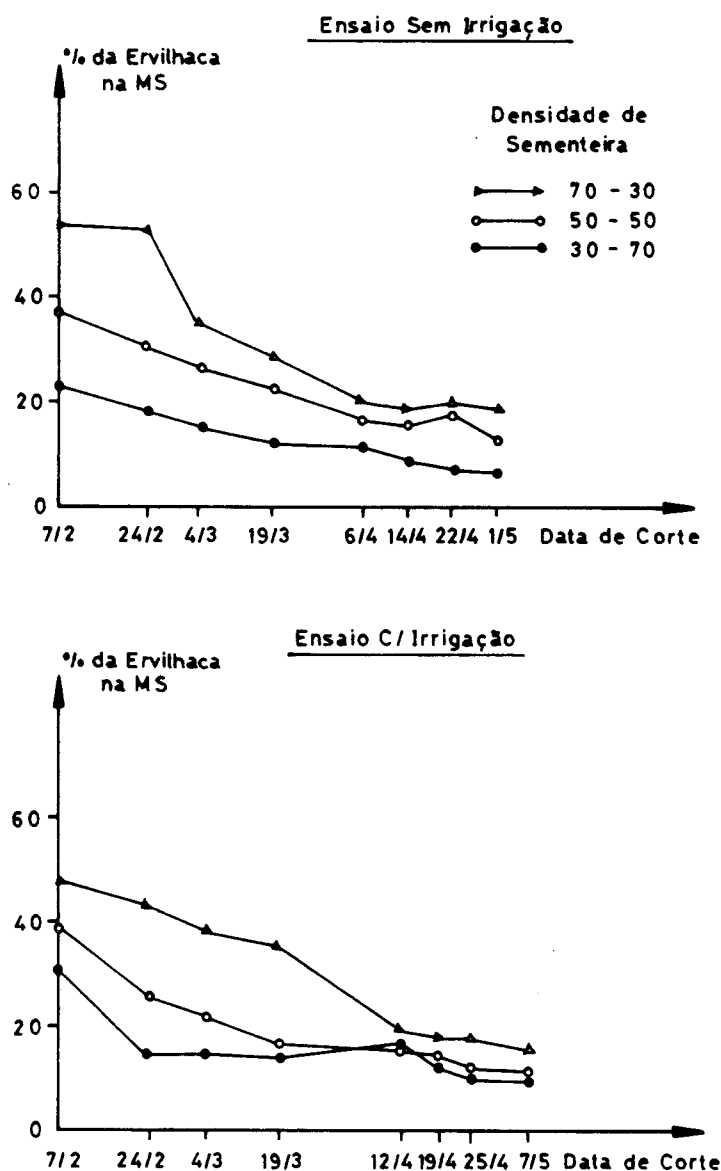


FIGURA 1.1. Evolução da % de ervilhaca ao longo do processo de maturação da consociação, sujeita a dois regimes hídricos (OUKNIDER e JACQUARD, 1986).

A competição do cereal (aveia) parece ser mais acentuada quando se encontra associado à Vicia villosa do

que à Vicia sativa, especialmente quando se trata de cultivares de ciclo mais curto (CABALLERO e GOICOECHEA, 1980). Nestas condições, o cereal passa a ser o principal componente da consociação, nos estados mais avançados de maturação, já que a Vicia villosa, variedade mais tardia, se encontra dependente das chuvas primaveris tardias para o seu crescimento.

A incapacidade da Vicia villosa para acompanhar o desenvolvimento da aveia, é salientada nos ensaios realizados por BEN TAMALLAH (1987). Este autor comparou a consociação de aveia com duas espécies de leguminosas: Vicia villosa e Hedysarum coronarium. Graças aos seus fortes caules, esta última espécie acompanhou o crescimento da aveia, contrariamente à Vicia villosa, permitindo a obtenção de maiores produções de MS e proteína digestível (PD) por hectare.

Comparando várias consociações de cereal x leguminosas, MOREIRA (1986-a) encontrou, contrariamente àqueles resultados, melhores participações da Vicia villosa (22%) que da Vicia sativa (6%) na MS produzida.

## 1.2. Factores que afectam o valor alimentar da aveia

A qualidade da forragem à base de cereais praganosos varia consoante as variedades, estado de maturação, condições de cultivo e método de conservação. Quando as produções de MS

são elevadas, o valor alimentar dos cereais é relativamente baixo, dada a sua reduzida ingestibilidade e digestibilidade (WALKER, 1959; CANNELL e JOBSON, 1968; DEVUYST *et al.*, 1975). Esta redução no valor alimentar resulta, em parte, das alterações que se vão operando na sua composição química com o avanço do estado fenológico.

### 1.2.1. A composição química da aveia

Entre os vários factores apontados como limitantes do valor alimentar da aveia, o seu baixo teor proteico é frequentemente referido (EAGLES *et al.*, 1979; THORLACIUS e BEACOM, 1981; GOIC e THIERMANN, 1986). Os valores apresentados na literatura são, no entanto, muito dispares para o mesmo estado fenológico e variam, por exemplo, para a aveia no estado de grão pastoso entre 4,0 e 12,6% da matéria seca. Parte desta variabilidade resultará da utilização de diferentes cultivares e condições de cultivo. Com efeito, WELCH e YONG (1980) constatarão diferenças entre variedades americanas e europeias apresentando aquelas teores superiores de PB, quer na palha, quer no grão. O menor teor proteico das variedades de palha alta foi, também, salientado por STUTHMAN e MARTEN (1972) e TINGLE e DAWLEY (1974).

O recurso à fertilização azotada tem resultado geralmente num incremento do teor proteico da aveia (ROBINSON, 1960; CANNEL e JOBSON, 1968; MOREIRA 1986-b). HOGAN e WESTON (1969) observaram, no entanto, que este

aumento do teor proteico se faz essencialmente à custa da elevação de nitratos e azoto solúvel, que elevariam os teores de amónia ruminal e originariam maiores perdas de azoto durante a digestão ruminal.

A consociação da aveia com leguminosas também tem sido utilizada com o intuito de melhorar o valor proteico da forragem (ROBINSON, 1960; KLEBESADEL, 1969; BRUNDAGE *et al.*, 1979; MOREIRA, 1986-a/b). Contudo, a utilização de elevadas percentagens de cereal nas consociações, pode ocasionar pequenas contribuições da leguminosa, que se traduzem numa ligeira melhoria do teor proteico da forragem (MOREIRA, 1982), ou mesmo em nenhuma melhoria (CARTER e LARSON, 1964; POLO *et al.*, 1989).

O teor proteico da aveia diminui acentuadamente ao longo do seu processo de maturação. O seu valor mínimo é atingido no estado de grão leitoso, a partir do qual se mantém constante ou sobe ligeiramente (NICHOLSON, 1957; WALKER, 1959; SMITH, 1960; DEMARQUILLY, 1970; LAWES e JONES, 1971; DEVUYST *et al.*, 1975; BRUNDAGE *et al.*, 1979). Mas nem sempre isto acontece, e a diminuição acentuada até à maturação plena da aveia foi verificada por vários outros autores (STALLCUP e HORTON, 1957; NOLLER *et al.*, 1959, GARDNER e WIGGANS, 1961; KLEBESADEL, 1969; BURGESS *et al.*, 1972; ABREU *et al.*, 1982; MARTEN, 1982; OUKNIDER e JACQUARD, 1986). Para este declínio contribui bastante a queda, durante a maturação, dos valores de PB nas folhas e no caule, que

podem no entanto ser compensados pelo incremento na espiga, durante o enchimento do grão ( KILCHER e TROELSEN, 1973; CHERNEY e MARTEN, 1982-b).

Os valores de proteína encontrados na Bacia Mediterrânea, para a forragem de aveia no estado de grão pastoso, são bastante baixos, mesmo quando em consociações com leguminosas, variando entre 5,5 e 12,35% (SERRANO, 1978; ABREU *et al.*, 1982; MOREIRA, 1982; QUINTANA e PRIETO, 1982 - cit. por PARDO e GARCIA, 1983; MOREIRA, 1986-a; OUKNIDER e JACQUARD, 1986; BENTO *et al.*, 1987; POLO e BELLIDO, 1987; LETO *et al.*, 1988; POLO *et al.*, 1989). Os valores mais elevados foram obtidos quando a contribuição da leguminosa se cifrava em cerca de 25-30% da matéria seca (OUKNIDER e JACQUARD, 1986; BENTO *et al.*, 1987).

Nas ervilhacas observa-se um declínio no teor proteico até à fase de sementes maduras (TREVINO *et al.*, 1979; OUKNIDER e JACQUARD, 1986). Segundo este último autor, este declínio está essencialmente ligado ao teor proteico dos caules, que desce abruptamente. O teor proteico das folhas permanece constante durante o processo de maturação, daí a importância da sua conservação aquando da fenação.

Os elevados teores de constituintes da parede celular constituem outro dos factores condicionantes à utilização das forragens de aveia na produção animal. FISHER e FOWLER (1975), OLTJEN e BOLSEN (1980), CHERNEY e MARTEN (1982-a) e



JASTER *et al.* (1985), referem valores mais elevados de fibra insolúvel em detergente neutro (NDF) e fibra insolúvel em detergente ácido (ADF) nas forragens de aveia quando comparadas com outros cereais secundários. O efeito negativo destes constituintes na ingestão e digestibilidade das forragens tem sido assinalado por vários autores (VAN SOEST, 1965; FISHER e FOWLER, 1975; OLTJEN e BOLSEN, 1980; MINSON, 1982; JASTER *et al.*, 1985).

O incremento nos constituintes da parede celular dá-se até à fase de grão leitoso, verificando-se depois uma diminuição durante a fase de enchimento do grão (NICHOLSON, 1957; MEYER *et al.*, 1957; SMITH, 1960; BRUNDAGE e SWEETMAN, 1967; KLEBESADEL, 1969; BRUNDAGE e KLEBESADEL, 1970; DEMARQUILLY, 1970; DEVUYST *et al.*, 1975; BRUNDAGE *et al.* 1979). No entanto, também foi observado uma estabilização dos valores de NDF e ADF durante a fase de enchimento do grão (STUTHMAN e MARTEN, 1972; GERVAIS, 1984) ou um aumento desses valores até à maturação (FISHER e FOWLER, 1975; JASTER *et al.*, 1985).

A razão aparente desta variabilidade de resultados estaria ligada à contribuição da inflorescência na planta, já que a concentração de NDF na inflorescência aumenta durante as primeiras fases de desenvolvimento das estruturas da inflorescência, diminuindo profundamente à medida que o grão enche. Esta diminuição no teor de NDF da inflorescência, associada a uma paragem na progressão dos teores do caule e

bainha das folhas, resultaria numa ligeira queda, seguida duma estabilização dos teores de NDF de toda a planta durante as últimas fases de maturação (CHERNEY e MARTEN, 1982-b).

O contínuo aumento nos teores de lenhina até à maturação, é especialmente pronunciado no caule (KILCHER e TROELSEN, 1973; CHERNEY e MARTEN, 1982-b). No entanto, estes autores verificaram também aumentos consideráveis na bainha e lâmina das folhas.

Nas ervilhacas, TREVINO *et al.* (1979) referem aumentos nos teores de NDF, acompanhados duma estabilização nos valores de ADF e lenhina, desde a floração até fase de sementes maduras. A explicação destes resultados reside, segundo os mesmos autores, na participação crescente das vagens, cujos teores de ADF e lenhina são bastante baixos.

À medida que os cereais vão maturando, a concentração de Ca, P, K e Mg vai diminuindo (CHERNEY e MARTEN, 1982-a; GERVAIS, 1984). O declínio ocorre gradualmente para o K e P (SMITH, 1960; KLEBESADEL, 1969; ABREU *et al.*, 1982 ; POLO *et al.*, 1989), sendo geralmente mais acentuado para o K. ABREU *et al.* (1982) e POLO *et al.* (1989) referem oscilações nos teores de Ca, resultantes dum incremento na altura da formação do grão, seguido duma diminuição até à fase de grão pastoso duro.

Na figura 1.2 estão representadas as principais

alterações que ocorrem durante o processo de maturação dos cereais.

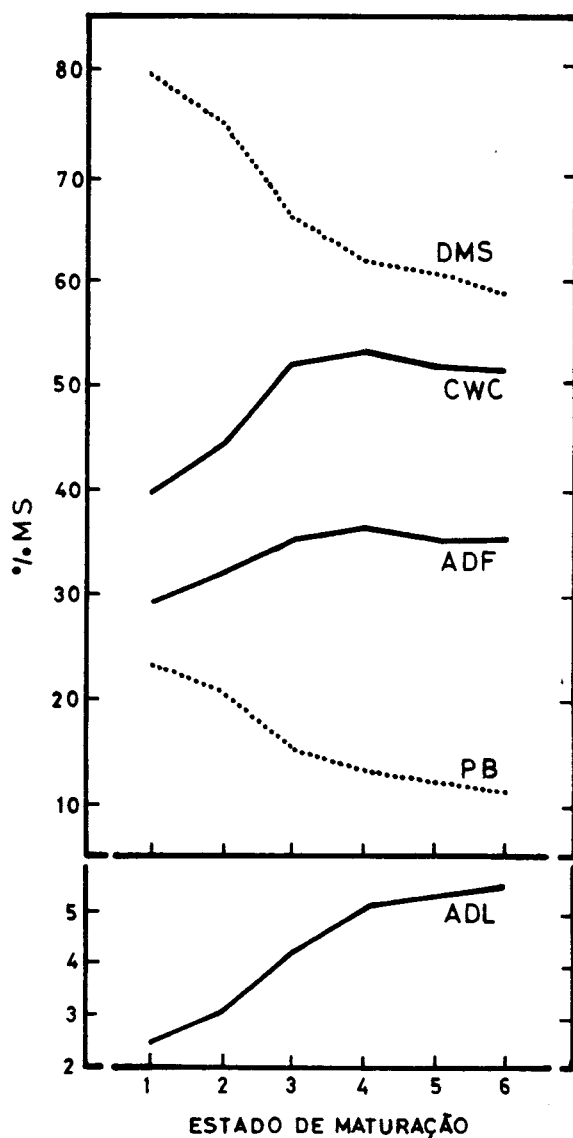


FIGURA 1.2. Alterações devidas ao processo de maturação dos cereais secundários na DMS, constituintes da parede celular (CWC), ADF, PB e leninha (ADL) (CHERNEY e MARTEN, 1982-a). (1) Ligula da folha superior visível; (2) Emergência da inflorescência; (3) 7 dias depois de (2); (4) 14 dias depois de (2); (5) 21 dias depois de (2); (6) 28 dias depois de (2).

### 1.2.2. A utilização dos nutrientes

A digestibilidade da matéria seca (DMS) da aveia diminui ao longo do seu processo de maturação (NOLLER *et al.*, 1959; HOGAN e WESTON, 1969; DEMARQUILLY, 1970; LAWES e JONES, 1971; FISHER e FOWLER, 1975; ABREU *et al.*, 1982; MARTEN, 1982; POLO e BELLIDO, 1987), podendo, no entanto estabilizar durante a fase de enchimento do grão (Fig 1.3) devido à acumulação de material muito digestível na inflorescência (KILCHER e TROELSEN, 1973).

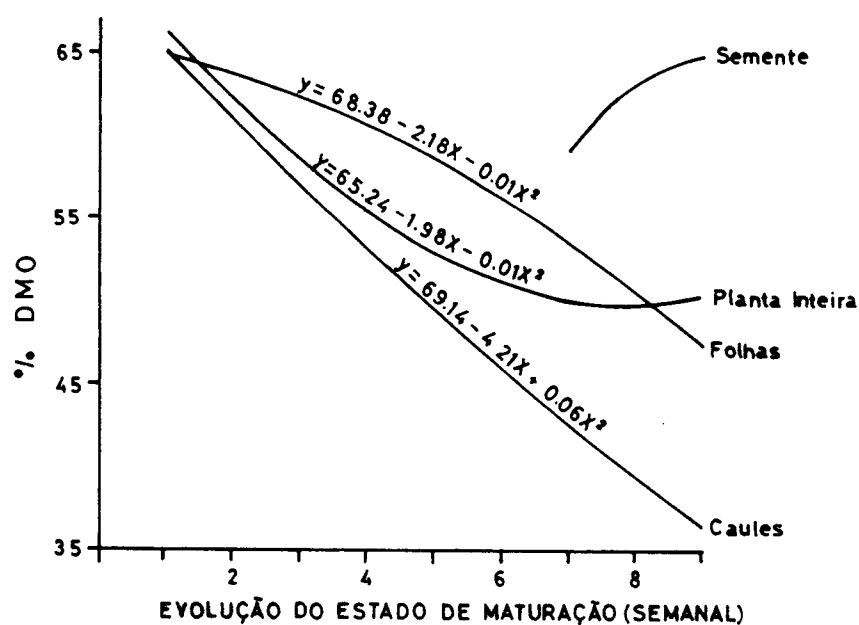


FIGURA 1.3. Evolução da DMO nos principais componentes morfológicos da aveia (KILCHER e TROELSEN, 1973). (2) Pré-emborrachamento; (4) Emergência da inflorescência; (6) Antese completa; (8) Fase de grão pastoso.

O declínio na digestibilidade da matéria orgânica (DMO) deve-se sobretudo à lenhificação sofrida pelo caule (KILCHER e TROELSEN, 1973; CHERNEY e MARTEN, 1982-b).

Em consequência do decréscimo na DMO da aveia ao longo do seu processo de maturação, a produção total de ácidos gordos voláteis no rúmen diminui acentuadamente (WESTON e HOGAN, 1968). As proporções individuais dos ácidos gordos voláteis também variam, verificando-se um incremento na proporção do ácido acético à medida que os constituintes da parede celular aumentam e os glúcidos solúveis diminuem (WESTON e HOGAN, 1968). Elevadas proporções molares de ácido acético foram igualmente referidas por BURGESS *et al.* (1973) e JASTER *et al.* (1985) em dietas à base de silagem de aveia, que os primeiros autores relacionaram com os elevados teores de ADF destas silagens.

A utilização dos constituintes azotados da aveia é igualmente afectada pelo seu estado fenológico, diminuindo o azoto retido pelos animais alimentados com aquela forragem à medida que avança a maturação (HOGAN e WESTON, 1969). Tal facto dever-se-á, não só ao decréscimo no teor proteico, como também ao decréscimo na digestibilidade daqueles constituintes. Contudo, quando os cereais são ensilados, o avanço do estado de maturação durante as fases de enchimento do grão parece favorecer a retenção de azoto. Com efeito, BOLSEN e BERGER (1976) referiram melhores retenções azotadas em animais alimentados com cereais ensilados no estado de

grão pastoso do que com cereais ensilados no estado de emborrachamento. Estes resultados reflectem o efeito do processo de ensilagem no aumento da solubilidade da fracção proteica, mais evidente quando o teor de MS do material ensilado é baixo (estado de emborrachamento), conduzindo a maiores concentrações ruminais de amónia, a maiores perdas urinárias de azoto e conseqüentemente a uma menor retenção de azoto.

### 1.2.3. A ingestibilidade

A quantidade de matéria seca ingerida diminuiu até ao início da formação do grão em todos os cereais testados por DEMARQUILLY (1970), estado a partir do qual se verificou um aumento até ao grão leitoso, na cevada e trigo, e até grão pastoso, na aveia. BURGESS *et al.* (1972) referem, no entanto, declíneos acentuados na quantidade de matéria seca ingerida com o avanço da maturação, e correlacionados negativamente com o incremento nos valores de ADF ( Fig. 1.4).

Em ensaios conduzidos com cereais ensilados a ingestão foi, contudo, superior nas silagens cortadas com o cereal no estado de grão pastoso, do que nas cortadas em estados menos avançados de maturação (MEYER *et al.*, 1957; MARTZ *et al.*, 1959; DERBYSHIRE *et al.*, 1966; BRUNDAGE e SWEETMAN, 1967; POLAN *et al.*, 1968; FISHER *et al.*, 1974; BOLSEN e BERGER, 1976; FISHER e LESSARD, 1977; OLTJEN e BOLSEN, 1980). A este facto não será certamente alheia a qualidade de

fermentação da silagem, superior nos estados mais avançados de maturação devido ao seu maior teor em MS.

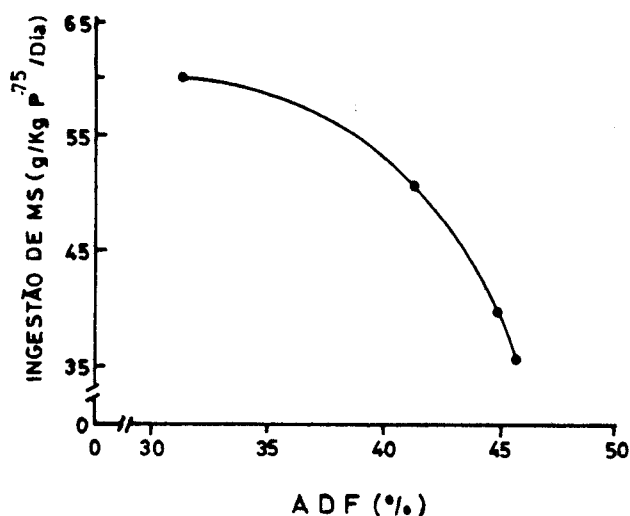


FIGURA 1.4. Relação entre a ingestão de MS e o teor de ADF da forragem de aveia (BURGESS *et al.* 1972).

Em síntese a produção de MS e o valor alimentar da forragem de aveia são bastante afectados pela evolução do seu estado fenológico. Na Bacia Mediterrânica esta forragem parece ainda ser afectada pelas condições edafo-climáticas próprias da região e os valores obtidos nos vários estudos aí realizados caracterizam-na como uma forragem de média a má qualidade, dados os valores de proteína bruta e digestibilidade da matéria orgânica encontrados. No quadro 1.1 apresentam-se alguns desses valores.

QUADRO 1.1. Valores de PB (% MS) e DMO (%) observados por vários autores para a forragem de aveia ou sua consociação com ervilhaca na Bacia Mediterrânica.

Cultura	% PB		DMO (%)		AUTOR
	GL	GP	GL	GP	
A x E a	9,7	8,5	70,5	65,4	SERRANO, 1978
A	5,8	5,5	63,9	60,7	ABREU <i>et al.</i> , 1982
A	5,1	—	57,9 *	—	MOREIRA, 1986-a
A x E	6,6	—	57,9 *	—	" "
A x E	10,8	8,8	54,8	54,8	OUKNIDER e JACQUARD, 1986
A x E	10,0	8,2	54,7	54,7	" " "
A	7,2	6,1	51,9	50,7	" " "
A x E a	11,9	9,0	58,4 <sup>c</sup>	56,3	BENTO <i>et al.</i> , 1987
A x E b	11,5	11,1	62,9 <sup>c</sup>	59,7	" " "
A x E	14,7	12,4	59,4	55,3	POLO e BELLIDO, 1987
A x E	9,3	—	59,5	—	SILVA e SERRANO, 1990
A x E a	—	6,7	—	54,0	" " "
A x E b	9,8	—	57,3	—	" " "

A - aveia; A x E - aveia x ervilhaca; GL - estado de grão leitoso; GP - estado de grão pastoso; a (feno); b (silagem); c - estado de grão leitoso/pastoso; \* DMS.



## **2. Modificações na composição química da forragem devidas ao método de conservação**

O valor nutritivo e o potencial produtivo duma forragem conservada são determinados, em primeiro lugar, pela qualidade da forragem a conservar, e ainda, pelas modificações resultantes do método de conservação. Na primeira parte desta revisão abordámos os principais factores que condicionam o valor alimentar da aveia. Tentaremos agora abordar as principais alterações decorrentes da fenação e ensilagem.

### **2.1. Modificações devidas à fenação**

A preservação da forragem através da fenação baseia-se na secagem da planta, de forma a suspender os seus processos biológicos e a impedir o desenvolvimento microbiano. O processo de secagem inicia-se assim que a planta é cortada, podendo ser acelerado por ruptura das células com o objectivo de facilitar o movimento da água e aumentar a superfície de evaporação (SULLIVAN, 1973). A taxa de secagem depende das condições climáticas — temperatura, humidade atmosférica, humidade no solo, radiação solar e velocidade do vento. Depende ainda da espécie de planta e da sua fase de desenvolvimento, da relação folhas/caules e da espessura do cordão (ROBERTSON, 1983). A mais rápida secagem das folhas em relação aos caules origina, frequentemente, o seu despreendimento e a consequente perda destes elementos durante

o processo de fenação, especialmente no caso das leguminosas (MORRISON, 1973).

No início da secagem a planta respira, e em consequência da actividade das suas enzimas respiratórias, dá-se a oxidação dos açúcares (glucose, frutose, sacarose e frutanas) e dos ácidos orgânicos da planta (málico, succínico e cítrico) com formação de CO<sub>2</sub> e calor (SULLIVAN, 1973). Ao mesmo tempo, as proteases começam a actuar sobre as proteínas, solubilizando-as em peptídeos, aminoácidos, amidas e bases voláteis (SULLIVAN, 1973). Doze a vinte e quatro horas após o corte da forragem, o teor em azoto não proteico pode aumentar de 20% para cerca de 40% do azoto total (BRADY, 1960 - cit. por McDONALD, 1980). Além da hidrólise da proteína, ocorrem marcadas alterações nas proporções dos aminoácidos, verificando-se perdas em glicina, serina, treonina, alanina, tirosina, valina, metionina, leucina e isoleucina, e ganhos em prolina e nas amidas, glutamina e asparagina (KEMBLE e MacPHERSON, 1954 - cit. por SULLIVAN, 1973). A respiração cessa quando o teor de humidade na planta atinge um valor próximo dos 40% (WOLF e CARSON, 1973 - cit. por ROTZ e ABRAMS, 1987).

As perdas por respiração representam entre 5 a 10% das perdas totais que ocorrem durante a fenação (ROTZ e ABRAMS, 1987). A queda de chuva, enquanto a forragem seca, constitui, sem dúvida, um dos principais factores que ocasiona elevadas perdas de MS, por arrastamento de materiais solúveis,

desprendimento de folhas, sementes e pequenos ramos, e ainda por criação dum ambiente húmido favorável ao desenvolvimento microbiano (LINGVALL e NILSSON, 1980). Estas perdas podem representar entre 20-40% da MS (SHEPERD *et al.*, 1954 -cit. por ROBERTSON, 1983).

As operações mecânicas também originam perdas, que se traduzem principalmente por desprendimento de folhas, sementes e pequenos talos delgados. SAVOIE (1988), num estudo efectuado com Phleum pratense e luzerna, refere que 73% da matéria seca perdida durante o encordoamento são folhas e apenas 27% são caules. A dimensão deste tipo de perdas depende, no entanto, do teor em MS da forragem, sendo especialmente acentuadas quando aquela operação se executa com teores de humidade inferiores a 40% (SAVOIE, 1988; McGECHAN, 1988). Para ROTZ e ABRAMS (1987) as perdas mecânicas durante a fenação situam-se em cerca de 7,2% da MS produzida, repartidas em 3,5% para o encordoamento, 0,8% durante cada revirar da forragem e 2,9% devidas ao enfardamento.

## **2.2. Modificações devidas à ensilagem**

Ensilagem é o processo de conservação obtido a partir duma fermentação anaeróbica da forragem. O principal objectivo deste tipo de conservação consiste em favorecer o desenvolvimento de uma fermentação láctica e em evitar o aparecimento de uma fermentação do tipo clostrídica.

Imediatamente a seguir ao corte da forragem, as principais alterações bioquímicas são consequência da acção das enzimas das plantas, tal como foram descritas para a fenação. A extensão desta fase depende da rapidez com que se faz a exclusão do ar no silo, sendo bastante importante no caso das silagens sujeitas a pré-secagem. Durante esta fase pode ocorrer uma extensa proteólise, com a consequente formação de peptídeos e aminoácidos, e ainda descarboxilação do ácido aspártico em  $\alpha$ -alanina e do ácido glutâmico em ácido  $\gamma$ -amino-butírico (McDONALD, 1980). A descarboxilação do ácido glutâmico é particularmente rápida, tendo sido demonstrado por OSHIMA (1970), cit. por OSHIMA e McDONALD (1978), que 80% do ácido glutâmico adicionado a uma forragem de trevo encarnado era descarboxilado 4 horas após a incubação. O facto de o ácido glutâmico ser um dos principais aminoácidos limitantes para a maioria das bactérias lácticas, determina a importância desta fase no posterior desenvolvimento da fermentação da silagem (McDONALD 1980).

Quando a forragem é ensilada, a proteólise continua desde que o substracto esteja disponível e os factores ambientais sejam favoráveis (McDONALD, 1982). TRACEY (1948), cit. por McDONALD (1980), verificou que o pH óptimo de actividade das proteases das folhas das plantas se situava entre 5,0 e 6,0, diminuindo a actividade proteolítica assim que o pH fosse inferior a 5,0. Mais tarde, MacPHERSON (1952), cit. por McDONALD (1980), concluiu que a proteólise era inibida quando o pH atingia o valor de 4,3. Contudo, ensaios



mais recentes (McDONALD, 1982) indicam que mesmo a um pH de 4,0 as enzimas proteolíticas ainda apresentam uma apreciável actividade. Os resultados desse ensaio demonstram, ainda, a ocorrência duma hidrólise ácida das proteínas em consequência do baixo valor de pH.

A oxidação dos açúcares, resultante da actividade das enzimas respiratórias da planta, constituiria uma limitação ao bom desenvolvimento do processo fermentativo dada a redução que origina na quantidade de açúcares solúveis disponíveis para a posterior fermentação (McDONALD, 1980). No entanto, resultados de CARPINTERO *et al.* (1979) demonstraram não haver alteração nos teores de glúcidos solúveis durante um período de pré-secagem de 48 horas. Para McDONALD (1981) a perda de açúcares durante a respiração pode ser parcialmente compensada pelos açúcares libertados durante a hidrólise de polissacáridos.

Assim que a anerobiose seja assegurada, por uma boa compactação da forragem e uma selagem apropriada do silo, inicia-se a proliferação das bactérias homo e heterolácticas. As vias que estes microorganismos utilizam para fermentar os hidratos de carbono diferem consoante as espécies e a natureza do substrato: as bactérias homolácticas produzem 2 moles de ácido láctico por cada mole de glucose ou fructose fermentada; as bactérias heterolácticas produzem 1 mole de ácido láctico, 1 mole de etanol e 1 mole de CO<sub>2</sub> por mole de glucose fermentada (McDONALD e WHITTENBURY, 1973). Se é a

frutose que é usada, serão então produzidos 1 mole de ácido láctico, 1 mole de ácido acético, 1 mole de CO<sub>2</sub> e 2 moles de manitol por 3 moles de frutose fermentada (McDONALD, 1980). Menor quantidade de ácido láctico é assim produzida e, conseqüentemente, a eficácia da fermentação é consideravelmente menor que a obtida na fermentação homoláctica (WOOLFORD, 1984).

A quantidade de pentoses presentes na forragem que acabou de ser cortada é geralmente mínima, vindo posteriormente a ser aumentada, inicialmente por acção das hemicelulases da planta, e depois, em consequência duma hidrólise ácida das hemiceluloses (McDONALD e WHITTENBURY, 1973; WOOLFORD, 1984). As bactérias homolácticas e heterolácticas utilizam a mesma via de fermentação para as pentoses e os produtos resultantes da fermentação de 1 mole de arabinose ou xilose são 1 mole de ácido láctico e 1 mole de ácido acético (WOOLFORD, 1984).

As bactérias lácticas não são proteolíticas e apresentam uma capacidade limitada para desaminar e descarboxilar aminoácidos (McDONALD, 1980). No entanto, a arginina pode ser desaminada em ornitina e a serina em acetoina com produção de amónia e CO<sub>2</sub> (McDONALD, 1982).

Sempre que se verificam condições adversas de ensilagem (teores de humidade muito elevados na forragem, forragens de elevado poder tampão e baixo teor em açúcares

solúveis) que impeçam uma descida rápida do pH, ocorre a proliferação de clostrídios sacarolíticos (McDONALD, 1982). Estas espécies de clostrídios utilizam o ácido láctico e os açúcares, principalmente as hexoses, como fontes de energia e produzem ácido butírico, CO<sub>2</sub> e hidrogénio (WOOLFORD, 1984). Em consequência da menor capacidade acidificante do ácido butírico, e também da menor eficiência deste processo fermentativo ( cada mole de ácido butírico produz-se a partir de dois moles de ácido láctico), o pH eleva-se (McDONALD, 1981). Então os clostrídeos proteolíticos começam a proliferar, elevando ainda mais os valores de pH. Inicia-se o catabolismo dos aminoácidos que se processa basicamente segundo três tipos de reacções: desaminação, descarboxilação e reacções de oxidação-redução entre pares de aminoácidos (reacções de Stickland) (OSHIMA e McDONALD, 1978). As reacções de desaminação produzem amónia e ácidos orgânicos; das reacções de descarboxilação originam-se aminas; nas reacções de Stickland o aminoácido oxidado é convertido num ácido gordo com menos um átomo de carbono, enquanto que o aminoácido reduzido dá origem a um ácido gordo com igual número de átomos de carbono, sendo geralmente libertada amónia (OSHIMA e McDONALD, 1978; McDONALD, 1981).

No quadro 2.1. representam-se algumas reacções típicas do catabolismo do aminoácidos pelos clostrídios.

QUADRO 2.1. Catabolismo de alguns amino-ácidos por fermentação clostrídica (Adaptado de OSHIMA e McDONALD, 1978)

<u>DESAMINACAO</u>	
Lisina	_____ ác. acético + ác. butírico + 2 NH <sub>3</sub>
Serina	_____ ác. pirúvico + NH <sub>3</sub>
Ac. glutâmico	_____ ác. acético + ác. pirúvico + NH <sub>3</sub>
<u>DESCARBOXILACAO</u>	
Arginina	_____ putrescina + CO <sub>2</sub>
Ac. glutâmico	_____ ác. γ- amino-butírico + CO <sub>2</sub>
Histidina	_____ histamina + CO <sub>2</sub>
Triptofano	_____ triptamina + CO <sub>2</sub>
Tirosina	_____ tiramina +CO <sub>2</sub>
<u>OXIDACAO/REDUCAO</u> (Stickland)	
<u>OXIDACAO</u> -4H	
Alanina + 2H <sub>2</sub> O	_____ ác. acético + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
	-4H
Leucina + 2H <sub>2</sub> O	_____ ác. isovalérico + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
	-4H
Valina + 2H <sub>2</sub> O	_____ ác. isobutírico + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
<u>REDUCAO</u>	
	+2H
Glicina	_____ ác. acético + NH <sub>3</sub>
	+2H
Prolina	_____ ác. σ-amino-valérico

A quantidade de amônia presente numa silagem constitui um indicador da actividade clostrídica, uma vez que este composto é produzido em quantidades relativamente pequenas pelos outros microorganismos da silagem (McDONALD, 1981). As amins também constituem um outro grupo de compostos normalmente presentes em silagens que sofreram uma fermentação clostrídica. Amins como a cadaverina, putrescina, histamina, ácido γ- amino-butírico, β-alanina, tiramina e triptamina foram detectadas em silagens (MacPHERSON, 1962; NEUMARK *et al.*, 1964). A potencialidade



tóxica de algumas destas amins e os seus efeitos na ingestão e utilização do azoto por ovinos têm vindo a ser salientados por vários investigadores (NEUMARK *et al.*, 1964; BARRY *et al.*, 1978-b; THOMAS e THOMAS, 1985). Estes efeitos indesejáveis, originados pelo crescimento de clostrídios, podem ser controlados, através da rápida acidificação da silagem ou da elevação do teor em MS acima de 30% (McDONALD, 1980). O crescimento destes microorganismos é inibido pela falta de água, sendo também muito sensíveis a baixos valores de pH (McDONALD e WHITTENBURY, 1973).

Além das bactérias lácticas e dos clostrídios, outros microorganismos como os coliformes e as leveduras podem desenvolver-se nas silagens. Os coliformes são normalmente activos durante as primeiras fases da ensilagem e competem com as bactérias lácticas pelos açúcares solúveis (McDONALD, 1980). O principal produto resultante da sua actividade fermentativa é o ácido acético, embora também produzam ácido láctico, etanol e butanediol (WOOLFORD, 1984). Têm uma fraca actividade proteolítica, mas podem desaminar e descarboxilar aminoácidos (McDONALD, 1980). O seu desenvolvimento nas silagens depende da velocidade de diminuição do pH (McDONALD, 1981).

As leveduras encontram-se geralmente associadas à degradação aeróbica da silagem, sendo classificadas por BECK (1978) em dois grupos principais: as leveduras do sedimento, que fermentam preferencialmente açúcares, e as leveduras de

superfície, que apresentam elevada capacidade de utilização do ácido láctico e fraca capacidade fermentativa. Os principais produtos resultantes da sua actividade são ácidos gordos voláteis, ácido láctico (em pequenas quantidades) e álcoois, especialmente etanol (McDONALD, 1981).

Existe uma relação estreita entre o tipo de fermentação e as perdas de matéria seca e de nutrientes durante o processo de ensilagem (ZIMMER, 1980). Classificando as várias perdas que ocorrem naquele processo em evitáveis e inevitáveis (quadro 2.2), aquele autor salienta que o controlo das fases evitáveis pode melhorar a eficiência dos sistemas de ensilagem, reduzindo as perdas de 40% para 7%.

QUADRO 2.2. Perdas durante o processo de ensilagem  
(Adaptado de ZIMMER, 1980)

PROCESSO	GRAU DE OCORRÊNCIA	PERDAS (aproximadas) %
respiração residual	inevitável	1-2
fermentação	inevitável	2-4
efluentes	variável	5->7
perdas de campo por pré-secagem	inevitáveis	2->5
fermentação secundária	evitável	0->5
deterioração aeróbica durante armazenamento	evitável	0->10
deterioração aeróbica durante a desensilagem	evitável	0->15
	<b>TOTAL</b>	<b>7-&gt;40</b>

Vários autores referiram a facilidade de conservação dos cereais por ensilagem, quando estes se encontravam na fase de grão pastoso (GARDNER e WIGGANS, 1961; LAWES e JONES, 1971; BISHNOI *et al.*, 1978; AERTS *et al.*, 1979). O elevado teor de glúcidos solúveis, o teor de MS compreendido entre 30-35%, e o baixo poder tampão dos cereais cortados no início do grão pastoso, justificam a escolha desta fase para corte, dada a importância destas características no processo de ensilagem. AERTS *et al.* (1979) alertam, no entanto, para a dificuldade de ensilar quando se ultrapassa este estado de maturação, devido aos elevados teores em MS e à grande espessura dos caules, que impedem uma boa extracção do ar e dificultam a criação de condições anaeróbicas.

Tanto a fenação como a ensilagem afectam os componentes mais digestíveis da forragem — glúcidos solúveis e proteína — reduzindo o seu valor nutritivo. A eficiência destes sistemas de conservação dependerá do controlo sobre as várias fases do processo conservativo. Assim, dever-se-á tentar atenuar as perdas de MS e de nutrientes inerentes a qualquer um destes sistemas.

Reunindo informação apresentada por vários autores JARRIGE *et al.* (1981) compararam as perdas ocasionadas pela fenação e ensilagem (Fig. 2.1). A queda de chuva é sem dúvida a principal causa de perdas no processo de fenação. Além do arrastamento de materiais solúveis, a queda de chuva obriga a um maior tempo de permanência da forragem no campo e

a um maior número de operações mecânicas (LINGVALL e NILSSON, 1980). As perdas de campo durante o processo de ensilagem são geralmente mais baixas que as devidas à fenação, sendo aquele processo mais eficiente quando as perdas durante a fermentação são apenas as decorrentes dum processo fermentativo favorável.

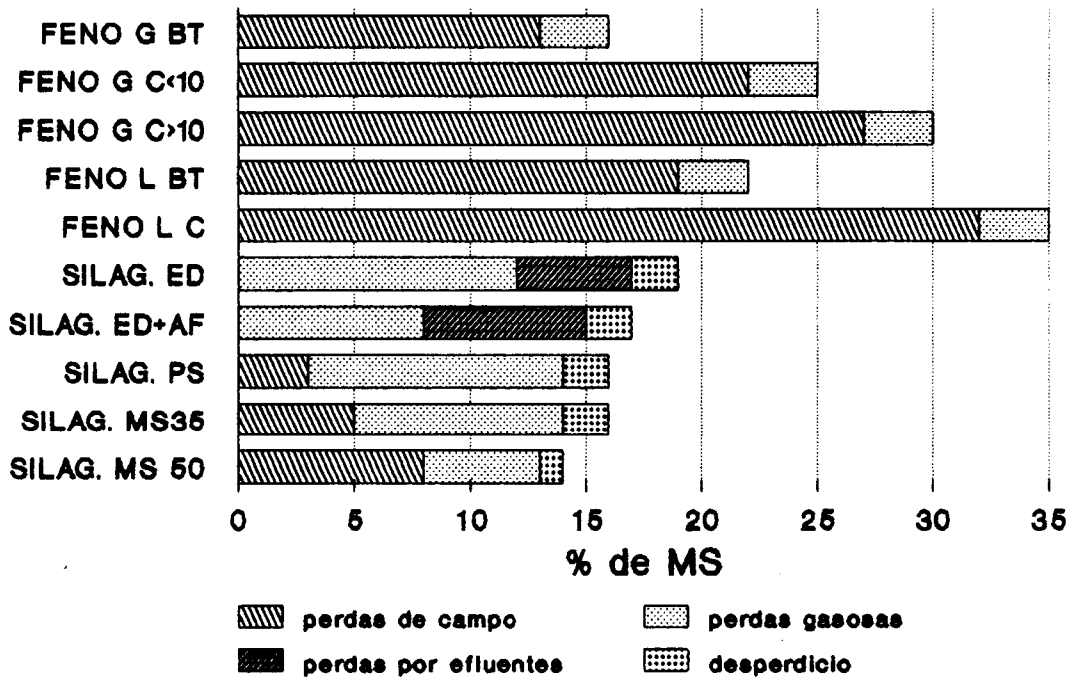


FIGURA 2.1. Diagrama comparativo das perdas de MS durante a fenação e a ensilagem (Adaptado de JARRIGE et al., 1981). G BT \_ gramíneas bom tempo; G C<10 \_ gramíneas chuva menos de 10 dias; G C>10 \_ gramíneas chuva mais de 10 dias; L BT \_ leguminosas bom tempo; L C \_ leguminosas chuva; Silag. ED \_ ensilagem directa; ED + AD \_ ensilagem directa + ác. fórmico; PS \_ pré-secagem; MS35 \_ pré-secagem até 35% de MS; MS50 \_ pré-secagem até 50% de MS.

### **3. A ingestão nos ruminantes**

A ingestão dos alimentos é um conceito fundamental da nutrição, uma vez que estabelece o fornecimento de nutrientes ao animal e, assim, determina a sua produção (VAN SOEST, 1982). Uma diminuição de 20% na ingestão de material potencialmente digestível representa uma perda de 33% na produção, e se a redução for de 40%, a produção baixará em 67% (WALDO e JORGENSEN, 1981).

Nos animais domésticos a ingestão de alimentos parece resultar dum balanço entre sensações de fome e de saciedade que seriam integradas no sistema nervoso central (SNC) (FORBES, 1985). Dada a importância da ingestão na determinação da produtividade animal, a compreensão dos mecanismos que intervêm na sua regulação reveste-se de particular interesse.

#### **3.1. Regulação da ingestão nos ruminantes**

Ao nível do SNC o hipotálamo representa a estrutura nervosa mais ligada ao controlo da ingestão. A sua área ventromedial funcionaria como um centro de controlo da sensação de saciedade, e a sua área lateral regularia a sensação de fome e o desencadeamento do processo de ingestão (BAILE e DELLA-FERA, 1981). Este papel de centro regulador tem sido todavia contestado, e para alguns autores (MORRISON, 1977 - cit. por FREER, 1981; BELL, 1984) o hipotálamo

representa apenas um elo na hierarquia do sistema de controlo existente no SNC. Mais recentemente, outras áreas do SNC - núcleo do tracto solitário e área postrema - foram igualmente associadas à regulação da ingestão ( CRAWLEY *et al.*, 1984 - cit. por BAILE e McLAUGHLIN, 1987), tendo sido demonstrada a existência de vias nervosas ligando aquelas áreas.

Vários neurotransmissores têm vindo a ser identificados como intervenientes no comportamento ingestivo dos animais, agrupando-se basicamente em dois grupos: os que induzem a ingestão e os que inibem a ingestão. Dentro do primeiro grupo, foram testados agonistas  $\alpha$  e  $\beta$  adrenérgicos e colinérgicos, assim como agentes serotoninérgicos e ácido  $\gamma$  - aminobutírico que induziram a ingestão de alimentos, quando injectados no SNC (BAILE e DELLA-FERA, 1981; DELLA-FERA e BAILE, 1984; BAILE e McLAUGHLIN, 1987). Efeito igualmente estimulante foi verificado quando foram administrados peptídeos opiáceos (endorfinas, encefalinas e dinorfinas) no SNC (BAILE e DELLA-FERA, 1981; DELLA-FERA e BAILE, 1984).

Todavia, outros neuropeptídeos foram relacionados com a supressão da ingestão. Dentro deste grupo encontram-se a bombesina e o octapeptídeo colecistoquinina (BAILE e DELLA-FERA, 1981). A sua acção parece estar interligada ao "déficit" energético, uma vez que para obter um efeito igualmente depressor da ingestão em animais em jejum foi necessário a aplicação de doses superiores às habitualmente administradas (DELLA-FERA e BAILE, 1984). Esta hipótese é

suportada pela descoberta de que as concentrações destes neuropeptídeos em áreas específicas do hipotálamo se alteram consoante o estado de fome ou saciedade do animal (BAILE e McLAUGHLIN, 1987; BAILE e DELLA-FERA, 1988).

A tentativa de ligação de hormonas periféricas à regulação da ingestão, como sejam as associadas à hipófise, supra renais, pâncreas e tracto gastrointestinal não tem obtido resultados concludentes (BAILE e McLAUGHLIN, 1987; BAILE e DELLA-FERA, 1988).

Os mecanismos de ligação entre os estímulos periféricos e o SNC são ainda desconhecidos. Aceita-se, contudo, que a ingestão voluntária de alimentos é limitada por factores físicos e fisiológicos, e numerosas teorias da sua regulação têm sido propostas.

### **3.2. Factores que intervêm na regulação da ingestão**

Vários estímulos são gerados pelo consumo de alimentos, sua subsequente passagem no tubo digestivo e metabolismo (BAUMGARDT, 1970). As teorias mais recentes defendem que, ao longo do dia, vários factores interferem na regulação da ingestão, podendo mesmo intervir simultaneamente (FORBES, 1985; GILL, 1986). A natureza dos factores dominantes que geram a saciedade, dependerá em larga medida da natureza da dieta oferecida (FREER, 1981). Para facilidade de exposição abordaremos, no entanto, cada factor isoladamente.

### 3.2.1. Palatibilidade

A palatibilidade dos alimentos parece ser um factor importante na iniciação da ingestão dos alimentos, mas não na determinação da quantidade de alimento ingerida, quando os ruminantes não dispõem da possibilidade de escolha dos alimentos (BALCH e CAMPLING, 1962). A presença de receptores gustativos na sua língua permite-lhes avaliar as quatro principais modalidades de gosto - salgado, doce, ácido e amargo (BELL e KITCHELL, 1966 - cit. por BELL, 1984). Estes animais parecem ter, no entanto, limiares de rejeição ou aceitação mais baixos que outras espécies animais, especialmente em relação a substâncias amargas, e o sentido do olfacto parece ser especialmente determinante na rejeição de alimentos (BELL, 1984).

### 3.2.2. Repleção gastro-intestinal

Com dietas à base de alimentos grosseiros, ricos em componentes fibrosos e de baixo conteúdo energético, a ingestão voluntária é limitada pela capacidade reticulo-ruminal e pela taxa de desaparecimento da digesta, por digestão ou passagem, nestes órgãos (CAMPLING, 1970). A cessação da ingestão resultará do aumento da distensão do reticulo-rúmen, sendo o seu grau de repleção detectado nos receptores epiteliais situados no tracto gastro-intestinal (LEEK, 1986 - cit. por GILL *et al.*, 1988), que respondem à pressão ou estimulação mecânica, neles exercida.



A capacidade do retículo-rúmen varia com os diferentes estados fisiológicos \_ lactação, gestação, crescimento \_ e com o estado nutricional do animal (CAMPLING, 1970; JOURNET, 1986). Durante a lactação, os aumentos de 30 a 70% verificados na ingestão de MS, parecem estar associados ao aumento da capacidade ruminal (JOURNET, 1986). Também a redução da ingestão de alimentos grosseiros, durante as últimas fases de gestação, estaria relacionada com o espaço ocupado pelo feto, útero e gordura abdominal, que comprimem o retículo-rúmen (FORBES, 1987). Nos animais jovens, as limitações físicas seriam mais pronunciadas que nos animais adultos, quando sujeitos a dietas menos digestíveis (CAMPLING, 1970). Contudo, as modificações na ingestão verificadas nestes estados fisiológicos estarão igualmente relacionadas com as necessidades energéticas destes animais.

A ingestão de forragens encontra-se geralmente correlacionada com o seu teor em NDF (VAN SOEST, 1965 e 1982; SEOANE, 1982; AITCHISON, et al., 1986-a; MERTENS, 1987). A razão desta relação parece assentar no facto do NDF se encontrar muito correlacionado com as características físicas das forragens, representando a sua estrutura volumosa (VAN SOEST, 1965; SEOANE, 1982). Além disso, representa os componentes da dieta com taxas de digestão mais lentas e está relacionado com a velocidade de fragmentação das partículas (MERTENS, 1983 - cit. por GILL, 1986).

Em situações alimentares que promovam estados de repleção similares, a ingestão parece depender da taxa de digestão dos alimentos (BLAXTER *et al.*, 1961; CAMPLING *et al.*, 1961; CAMPLING, 1970). Factores que afectem a sua digestão, tais como deficiências de azoto, acidificação do pH ruminal, natureza e organização dos componentes fibrosos, influenciarão a ingestão (BALCH e CAMPLING, 1962; CAMPLING, 1970; ROHR, 1980; VAN SOEST, 1982). Este último autor salienta, no entanto, a baixa correlação entre ingestão e taxa de digestão, encontrada por MERTENS (1973) e por si próprio e colaboradores (1978). A introdução duma variável relativa à taxa de passagem dos alimentos, no modelo concebido por MERTENS e ELY (1978), cit. por VAN SOEST (1982), melhorou significativamente a correlação com a ingestão. Este facto coloca uma ênfase especial na importância da taxa de passagem como factor interveniente na regulação da ingestão em animais de apetite semelhante, desempenhando a ruminação e o fraccionamento das partículas um papel importante no alívio da distensão retículo-ruminal (VAN SOEST, 1982).

A taxa de passagem das partículas alimentares é afectada pelo seu tamanho e densidade, e pela motilidade gastro-intestinal. A ruminação dos alimentos, tem um papel fundamental na redução do tamanho de partícula (BALCH e CAMPLING, 1962), assim como na destruição dos espaços intracelulares e subsequente colapso dos mesmos, já que a remoção dos constituintes solúveis do interior da estrutura

celular não diminui o seu efectivo volume, que se enche de gás e água (VAN SOEST, 1982).

Os movimentos dos pilares e paredes do retículo-rúmen são responsáveis pela mixagem da digesta e seu transporte para o omaso (BALCH e CAMPLING, 1962). Situações alimentares que provoquem alterações da motilidade nestes órgãos conduzirão a reduções na ingestão. Tal acontece, por exemplo, com a depressão da motilidade ruminal que se verifica em casos de acidose ruminal (descida do pH ruminal para valores inferiores a 5,0) (BHATTACHARYA e WARNER, 1967). A depressão da ingestão que se verifica pela introdução no rúmen de extractos de silagem poderia ter a mesma génese. Com efeito, CLANCY *et al.* (1977) observaram, nestas condições, alterações na motilidade ruminal e inibição temporária da ruminação. Alterações na frequência e tempo diário de ruminação, acompanhadas de depressão da ingestão, são referidas por vários autores (CAMPLING, 1966; DULPHY *et al.*, 1975; DULPHY *et al.*, 1984) em dietas à base de silagem, quando comparadas com dietas à base de feno ou forragem verde. Tal situação seria devida à formação dum emaranhado fibroso no conteúdo ruminal dos animais alimentados com silagem (CAMPLING, 1966; DESWYSEN e EHRLEIN, 1979), à presença de amins (CLANCY *et al.*, 1977) ou ainda ao longo comprimento das partículas e má conservação da silagem (DULPHY *et al.*, 1975; DULPHY *et al.*, 1984). Quando a qualidade de conservação da silagens é boa, não parece haver alterações no tempo de ruminação ou na sua frequência (DULPHY, 1972-a; DULPHY *et al.*, 1984).

Contudo, a repleção física não parece constituir o estímulo inibidor da ingestão em regimes alimentares à base de forragens de elevada digestibilidade, de alimentos de elevada concentração energética, ou de silagens. CONRAD et al. (1964) sugeriram que os factores físicos seriam importantes na regulação da ingestão, em forragens com digestibilidades inferiores a 67%, mas em alimentos de qualidade superior os factores fisiológicos tornar-se-iam predominantes. Neste caso a ingestão passaria a ser controlada pelas necessidades energéticas dos animais (BAUMGARDT, 1970). O animal cessaria então a ingestão quando as suas necessidades energéticas estivessem satisfeitas (ULYATT, 1973).

O limite de 67% de digestibilidade estabelecido por CONRAD et al. (1964) tem sido todavia contestado à luz dos resultados observados com dietas à base de forragens, os quais evidenciam uma relação linear entre a ingestão e a digestibilidade até que esta atinja o valor de 82% - 84% (ROHR, 1980; FREER, 1981). Este último autor postula que o ponto de inflecção nos 67%, encontrado por CONRAD et al. (1964), foi obtido quando as dietas deixavam de ser apenas forragem para passarem a ser constituídas por forragem e concentrado. Com a ingestão de elevadas quantidades de concentrado, o limite da ingestão seria estabelecido mais pelos produtos resultantes da digestão no rúmen do que pelo conteúdo em energia digestível do alimento concentrado.

Nas situações alimentares em que os factores físicos não sejam limitantes, o controle da ingestão seria então ajustado por dois tipos de mecanismos: controle a curto prazo - ajustamento diário e controle a longo prazo - ajustamento por longos períodos (ULYATT, 1973). Na regulação a longo prazo, a ingestão seria controlada pelas necessidades energéticas dos animais, e os mecanismos de regulação assentariam na teoria lipostática, segundo a qual a concentração de ácidos gordos livres no sangue, o depósito de gordura corporal e o tamanho das células adiposas, funcionariam como estímulos (BAUMGARDT, 1972; BINES e MORAND, 1983). Na regulação a curto prazo, estímulos metabólicos provenientes da digestão actuariam como indicadores de saciedade, antes do limite de repleção ser atingido (FREER, 1981). Estes estímulos poderiam ser quimiostáticos e termostáticos (BAUMGARDT, 1972).

### 3.2.3. Estímulos termostáticos e fotoperíodo.

A teoria termostática baseia-se no facto dos ruminantes ajustarem a ingestão em função das alterações na temperatura ambiental, variando a ingestão de alimentos na razão inversa daquela (BAILE e MAYER, 1970; BAILE e DELLA-FERA, 1981). Esta influência da temperatura ambiental, não é, no entanto, directa envolvendo mecanismos ligados ao sistema regulador do balanço energético (BAILE e DELLA-FERA, 1981; BAILE e DELLA-FERA, 1988).

MICHALET e GATEL (1983 e 1988), verificaram consideráveis variações nas quantidades de feno ingeridas ao longo do ano (valores mínimos em Fevereiro e máximos em Agosto). Tais variações dependeram essencialmente da duração do fotoperíodo, já que variáveis como a temperatura e humidade atmosférica foram mantidas constantes, assim como o peso, estado de engorda dos animais e digestibilidade do feno.

#### **3.2.4. Estímulos quimiostáticos.**

Segundo a teoria quimiostática a ingestão dos alimentos seria regulada pela concentração intrarruminal ou sanguínea de metabolitos (ácidos gordos voláteis, glucose, ácidos gordos livres), ou ainda por alterações em parâmetros ruminais tais como o pH e a osmolalidade.

##### **3.2.4.1 Ácidos gordos voláteis**

Os ácidos gordos voláteis constituem a principal fonte de energia dos ruminantes, e a sua relação com o controlo da ingestão nos ruminantes tem sido investigada. Injecções intrarruminais de soluções de acetato e propionato de sódio, antes ou durante as refeições, provocaram depressões na quantidade de alimento ingerido (BHATTACHARYA e WARNER, 1968; BAILE e MAYER, 1970; BAILE e DELLA-FERA, 1981). O seu efeito parece ser, todavia, mediado por diferentes receptores. A acção do acetato parece exercer-se nos receptores da zona

dorsal do rumen (BAILE e MAYER, 1970), enquanto que a acção do propionato parece exercer-se em receptores localizados no fígado (ANIL e FORBES, 1980 - cit. por BAILE e DELLA-FERA, 1988). Injecções intrarruminais de butirato de sódio não provocaram qualquer efeito na depressão da ingestão, para além da resultante da compensação calórica (BAILE e MAYER, 1969 - cit. por BAILE e DELLA-FERA, 1981).

Contudo, as infusões intrarruminais de acetato de potássio ou ácido acético parcialmente neutralizado, nem sempre resultaram em depressões da ingestão (HUTCHINSON e WILKINS, 1971; PHILLIP *et al.*, 1981-a). A diversidade de resultados parece estar ligada a diferentes taxas de infusão das soluções, a possíveis interacções com a dieta base, à utilização de concentrações elevadas, consideradas como não fisiológicas, destes metabolitos, ou ainda, a alterações do pH e osmolalidade ruminal (BHATTACHARYA e WARNER, 1968; ULYATT, 1973; PHILLIP *et al.*, 1981-a).

#### 3.2.4.2. Glucose

Embora tenha sido considerada a intervenção da glucose na regulação da ingestão dos animais monogástricos, não há evidência de que a mesma tenha um papel significativo na regulação da ingestão nos ruminantes (ULYATT, 1973; BAILE e DELLA-FERA, 1981).

### 3.2.4.3. Ácidos gordos livres

A teoria lipostática sugere a possibilidade de as concentrações sanguíneas de ácidos gordos livres actuarem como estímulos no controlo da ingestão nos ruminantes (BAUMGARDT, 1970; BAILE e DELLA-FERA, 1981). Seria esse o mecanismo de regulação da ingestão nas vacas leiteiras durante o ciclo da lactação, excepto no seu início. Nestes animais a ingestão aumenta à medida que as reservas lipídicas corporais vão sendo utilizadas, a avaliar pelas variações observadas na concentração sanguínea de ácidos gordos livres, e diminui quando ocorre deposição de gordura no fim da lactação (JOURNET, 1986). A maior ingestão observada em vacas magras comparativamente a vacas gordas, sugere o mesmo mecanismo de regulação (BINES e MORAND, 1983). BAILE e DELLA-FERA (1981), referem, no entanto, que o aumento da concentração plasmática de ácidos gordos livres também ocorre após a ingestão de refeições fornecidas segundo horário determinado, pelo que concluíram ser difícil distinguir se a concentração plasmática destes compostos é a causa ou o efeito da ingestão de alimentos.

### 3.2.4.4. pH

O efeito do pH ruminal no controlo da ingestão não é directo, antes resulta das alterações que provoca na motilidade ruminal ou na digestão dos componentes fibrosos da ração. A ingestão seria deprimida na sequência da descida do



pH para valores inferiores a 5,0, pela resultante estase ruminal provocada (BAILE e DELLA-FERA, 1981). A redução do pH para valores de 6,0-6,1, determinaria uma diminuição na digestão da celulose, a qual originaria uma depressão da ingestão (MOULD e ØRSKOV, 1983; HOOVER, 1986).

#### 3.2.4.5. Osmolalidade.

As alterações na osmolalidade ruminal também influenciam o comportamento alimentar dos animais (BAILE e DELLA-FERA, 1981). A osmolalidade do líquido ruminal aumenta durante a ingestão de alimentos, especialmente quando se trata de silagens ou dietas com alimentos concentrados (BERGEN, 1972). Este autor observou valores de osmolalidade ruminal superiores a 400 mOsm/kg de alimento ingerido e marcada depressão na ingestão. PHILLIP *et al.* (1981-a/b) observaram igualmente relações negativas entre os valores de osmolalidade ruminal e os níveis de ingestão, tendo, no entanto, sugerido a possibilidade de a redução na ingestão se poder verificar a valores inferiores a 400 mOsm/kg de alimento ingerido.

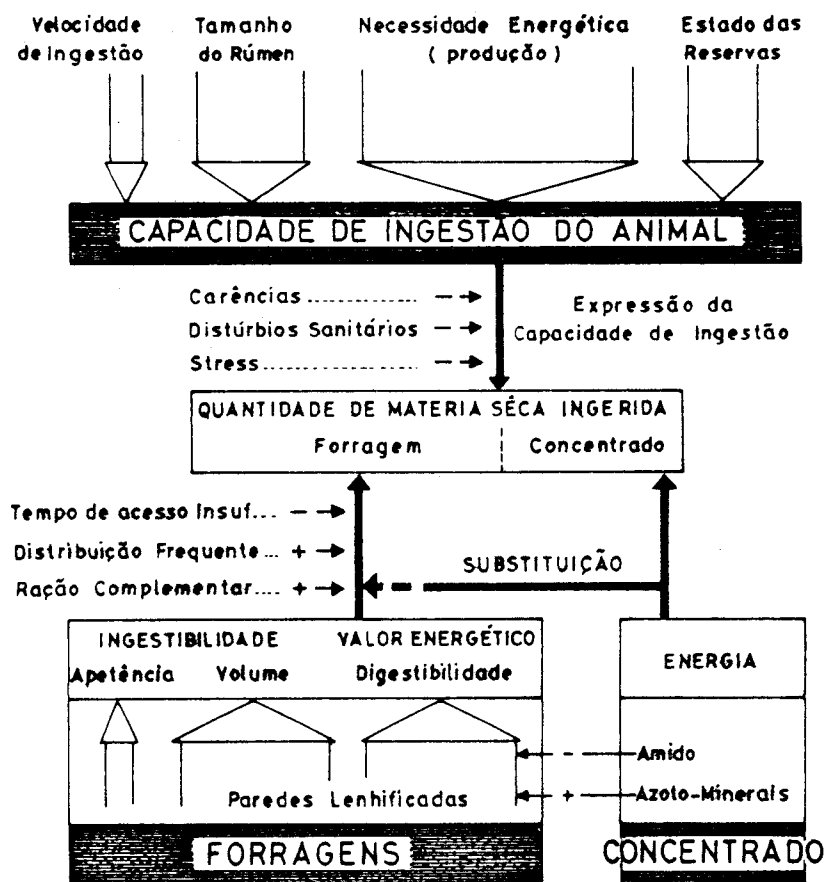
A relação entre osmolalidade e ingestão não parece todavia totalmente esclarecida, tendo KATO *et al.* (1979) concluído dos seus estudos que a ingestão será mais afectada pela concentração de sódio ou potássio no fluido ruminal do que pelas alterações na osmolalidade. BAILE e DELLA-FERA (1981) afirmam, por seu lado, que as alterações de

osmolalidade verificadas no fluido ruminal, não serão provavelmente suficientemente elevadas para limitarem a ingestão quando os alimentos são consumidos de forma lenta ou em pequenas quantidades.

A regulação da ingestão nos ruminantes resultará, assim, da integração no SNC duma série de estímulos, que dependerão da natureza do alimento fornecido e da sua interacção com as necessidades dos animais (Fig. 3.1). Passaremos seguidamente a examinar com mais detalhe as diferenças existentes entre a ingestão de fenos e silagens.

### 3.3. A ingestão de fenos e silagens.

As silagens são geralmente ingeridas em menor quantidade que os fenos obtidos a partir da mesma forragem e cortados no mesmo estado fenológico (WALDO *et al.*, 1965-a; CAMPLING, 1966; DEMARQUILLY, 1973; WILKINS, 1980). No entanto, tanto a fenação como a ensilagem provocam alterações na composição química da forragem que se vão repercutir na sua ingestão. WALDO e JORGENSEN (1981), afirmam que a ensilagem permite a conservação de 61 a 70% da ingestão da forragem original, e a fenação entre 78% a 80%.



**FIGURA 3.1.** Representação esquemática dos factores que determinam a capacidade de ingestão dos ruminantes e a quantidade de MS alimentar ingerida (JARRIGE, 1987).

O nível de ingestão de fenos está directamente relacionado com a sua digestibilidade, a qual depende essencialmente do método de secagem utilizado e das condições climáticas prevalectentes no momento da fenação (DULPHY, 1980; ROHR, 1980). As reduções na ingestão estão associadas a uma diminuição dos constituintes solúveis e a um aumento na concentração dos constituintes das paredes celulares (DULPHY, 1980; LINGVALL e NILSSON, 1980; ATWAL, 1983; AITCHISON *et al.* 1986-a). Estas reduções são particularmente importantes quando a fenação se processa em más condições climáticas (DULPHY, 1980; LINGVALL e NILSSON,

1980; DULPHY e ROUEL, 1988)

As ingestões de silagens são inferiores às ingestões verificadas com as mesmas forragens administradas em verde (DEMARQUILLY, 1973; DULPHY *et al.*, 1984). Todavia, a extensão da depressão varia bastante, apontando DEMARQUILLY (1973) para uma depressão média de 33%, resultante duma gama de valores observados entre 1% e 64%.

Em silagens bem conservadas, vários autores encontraram uma relação positiva entre digestibilidade e ingestão (ROHR 1980; TETLOW e WILKINS, 1980; CASTLE *et al.*, 1983; THOMAS e THOMAS, 1985). Contudo, num estudo efectuado por WILKINS *et al.* (1971) em 70 silagens, a digestibilidade pouco explicou as variações verificadas na ingestão das silagens, tendo as mesmas estado mais relacionadas com os níveis de produtos resultantes da fermentação. As características de fermentação das silagens ou os produtos resultantes da sua digestão no rúmen, parecem explicar igualmente os menores valores de repleção ruminal encontrados em animais alimentados com silagens quando comparados com fenos provenientes da mesma forragem base (WALDO *et al.*, 1965-b; CAMPLING, 1966; THIAGO e GILL, 1986).

GILL *et al.* (1988), justificaram a mais rápida cessação da ingestão de silagens, comparativamente a fenos, pela sua rápida solubilização no rúmen nas primeiras horas após a refeição. Esta rápida solubilização das silagens em relação

aos fenos (SMITH *et al.*, 1980; PRATES *et al.*, 1986) coincidiria com uma maior produção de ácidos gordos voláteis (GILL *et al.*, 1988) levando à cessação da ingestão de silagens num estado de repleção física inferior à verificada nas dietas à base de fenos (THIAGO e GILL, 1986). Estes trabalhos não fornecem, no entanto, qualquer indicação quanto à qualidade de fermentação da silagem e apresentam-se contraditórios com o observado por DULPHY (1972-b) e JONES *et al.* (1980). Com efeito, estes autores encontraram um efeito positivo da velocidade de solubilização da silagem na sua ingestão, quando se tratava de silagens bem preservadas.

Têm sido muitas as tentativas para encontrar correlações entre a concentração específica de componentes da silagem e a sua ingestão. WILKINS *et al.* (1971) encontraram correlações positivas entre os teores de MS, azoto (N) total, ácido láctico (% dos ácidos totais) e a ingestão de silagem; correlações negativas foram encontradas para os níveis de amónia (% do N total), ácido acético e quantidade total de ácidos. Num estudo semelhante efectuado com 87 silagens, DEMARQUILLY (1973) encontrou um efeito particularmente negativo do ácido acético sobre a ingestão de silagens, assim como do ácido propiónico e do teor de ácidos gordos voláteis. Nesse mesmo estudo a redução da ingestão foi independente dos níveis de amónia e do pH das silagens. Mais recentemente, GILL *et al.* (1988) encontraram igualmente correlações positivas entre ingestão e teores de MS, ácido láctico (% dos ácidos totais) e pH, e negativas entre

ingestão e teores de ácido acético, butírico, ácidos totais, ácido láctico (% da MS) e amónia (% do N total).

A existência de correlações entre as características de fermentação das silagens e a sua ingestão levou uma série de investigadores a tentarem destrinçar o efeito individual dos vários produtos resultantes da fermentação, assim como o seu local de actuação. Com esse fim foram feitas adições de produtos específicos às dietas oferecidas aos animais, ou, alternativamente, procederam-se a infusões intrarruminais desses mesmos produtos. Pretendeu-se distinguir também, se o efeito se devia a questões de palatibilidade ou se resultaria duma acção directa a nível ruminal. Os produtos testados referem-se principalmente a dois tipos de constituintes químicos: constituintes azotados e ácidos orgânicos.

### 3.3.1. Efeito dos constituintes azotados.

O teor de amónia das silagens tem sido correlacionado negativamente com a ingestão de silagens (WILKINS *et al.*, 1971; BARRY *et al.*, 1978-a; GILL *et al.*, 1988). Todavia, a adição intrarruminal de uma solução sintética de ácidos orgânicos, amónia, nitritos e nitratos apenas explicou 40% da depressão da ingestão provocada pela infusão de extracto de silagem (CLANCY *et al.*, 1977). Estes autores concluíram que as aminas do extracto da silagem seriam as principais responsáveis pela depressão na ingestão. Semelhante conclusão foi retirada por BARRY *et al.* (1978-b) que verificaram que as

reacções de desaminação seriam de menor importância no controlo da ingestão, quando comparadas com as reacções de descarboxilação envolvendo a produção de aminas potencialmente tóxicas.

Embora tenha sido estabelecida uma relação entre os teores de triptamina das silagens e a sua palatibilidade, a adição intrarruminal de triptamina, tiramina ou histamina não alterou a ingestão (NEUMARK *et al.*, 1964). Contudo, nesse mesmo estudo, a adição intrarruminal conjunta de histamina e ácidos orgânicos alterou consideravelmente a ingestão. A conclusão de que a histamina ou tiramina "per se" não teriam qualquer efeito na ingestão das silagens foi igualmente retirada por THOMAS *et al.* (1961-a) e por OKAMOTO *et al.* (1964). Mais recentemente, a adição intrarruminal de três extractos de silagem, diferindo na sua composição em constituintes nitrogenados, resultou em similares depressões de ingestão (PHILLIP *et al.*, 1981-a). Estes autores verificaram que a adição intrarruminal daqueles extractos resultou numa série de efeitos confundidos, resultantes de reduções no pH ruminal e elevações na osmolalidade ruminal. Controlando o efeito da osmolalidade BUCHANAN-SMITH e PHILLIP (1986), verificaram uma depressão da ingestão entre as 4 e as 8 horas após a distribuição das dietas, quando fizeram a infusão intrarruminal de constituintes azotados e ácido  $\alpha$  e  $\gamma$  amino-butírico. Concluíram, no entanto, que a depressão na ingestão resultava do efeito combinado dos constituintes azotados e dos ácidos orgânicos.

### 3.3.2. Efeito dos ácidos orgânicos.

Os ácidos produzidos durante a fermentação da silagem têm sido considerados como limitantes da sua ingestão (THOMAS *et al.*, 1961-a; McLEOD *et al.*, 1970), tendo a sua neutralização com bicarbonato de sódio resultado em significativos aumentos na ingestão (McLEOD *et al.*, 1970; SHAVER *et al.*, 1985; THOMAS e THOMAS, 1985). A tentativa de identificar mais detalhadamente a acção dos vários ácidos tem sido, contudo, pouco conclusiva. Com efeito, a adição intrarruminal de ácido acético não provocou qualquer depressão da ingestão (HUTCHINSON e WILKINS, 1971; PHILLIP *et al.*, 1981-a), excepto quando a solução não foi neutralizada (HUTCHINSON e WILKINS, 1971). No entanto, ULYATT (1965), cit. por GILL *et al.* (1988), e BHATACHARYA e WARNER (1968) verificaram acentuadas depressões na ingestão com infusões de ácido acético neutralizado. Para PHILLIP *et al.* (1981-a) e GILL *et al.* (1988) estes resultados dever-se-iam a elevadas taxas de infusão ou à utilização de quantidades não fisiológicas.

O efeito do ácido láctico também não parece ser mais claro. As adições de ácido láctico à dieta (McLEOD *et al.*, 1970) ou a sua infusão intrarruminal (THOMAS *et al.*, 1961-a; BHATTACHARYA e WARNER, 1967), resultaram em depressões da ingestão. No entanto, MORGAN e L'ESTRANGE (1977), cit. por THOMAS e THOMAS (1985), não encontraram qualquer efeito da adição de ácido láctico a dietas de erva desidratada, e SENEL



e OWEN (1966) verificaram mesmo aumentos significativos na ingestão devidos à adição de lactato de sódio e de cálcio e de acetato de sódio a dietas à base de silagem de sorgo e bagaço de soja.

A acção do ácido láctico no controlo da ingestão parece ser em parte devida a uma diminuição nos valores do pH ruminal (BHATTACHARYA e WARNER, 1967; CLANCY *et al.*, 1977; CHAMBERLAIN *et al.*, 1983). No entanto, ao fim de uma a uma hora e meia os valores de pH voltam aos seus valores normais (CLANCY *et al.*, 1977; CHAMBERLAIN *et al.*, 1983) e o ácido láctico é rapidamente metabolizado em ácido acético e propiónico (SENEL e OWEN, 1966; CHAMBERLAIN *et al.*, 1983; GILL *et al.*, 1986). Este aspecto do efeito do ácido láctico no pH ruminal e o seu rápido metabolismo poderiam explicar as menores quantidades de silagem ingeridas na primeira refeição a seguir à distribuição dos alimentos, quando comparadas com as verificadas para a mesma forragem administrada em fresco (DULPHY, 1985). O seu efeito seria então transitório e o animal tentaria compensar com o aumento do número de refeições ao longo do dia, como o verificado por DULPHY (1985). Contudo, as quantidades de silagem ingeridas a seguir à distribuição das refeições são superiores em silagens bem conservadas do que em silagens mal conservadas, sendo aquelas, no entanto, as que contêm, geralmente, quantidades superiores de ácido láctico. As silagens mal conservadas contêm, todavia, elevados teores de ácido acético que afectariam também o pH das silagens e aumentariam o conteúdo

total de ácidos orgânicos. O efeito depressivo dos íões  $H^+$  seria assim igual, independentemente da sua origem (SHAVER et al., 1985).

A qualidade fermentativa da silagem parece ter, assim, um papel fundamental na sua ingestibilidade. A sua relação com a ingestão explica, em parte, os efeitos da elevação do teor de MS da silagem e da redução do tamanho da partícula no aumento da sua ingestão. Com efeito, o aumento do teor de MS devido à pré-secagem corresponderia a um aumento médio de 31% na ingestão (MARSH, 1979). Estes resultados parecem dever-se sobretudo a uma melhoria na qualidade de preservação da silagem (MARSH, 1979).

O efeito do tamanho da partícula sobre o aumento da ingestão da silagem também se deve em parte a uma melhoria na qualidade de fermentação, embora seja de considerar o efeito da dimensão da partícula "per se" (DULPHY e DEMARQUILLY, 1972; BARRY et al., 1978-a; JARRIGE et al., 1981). Incrementos na ingestão de silagens de tamanho de partícula longo foram verificados por DULPHY et al. (1975) quando reduziram o tamanho da partícula, antes de a fornecerem aos animais. A baixa ingestão das silagens com tamanho de partícula longo estaria associada a dificuldades na ruminação e a longos tempos de retenção no rúmen (DULPHY et al., 1975; DESWYSEN e EHRLEIN, 1979; DULPHY et al., 1984).

Parece haver, no entanto, uma interacção entre tamanho de partícula e teor de MS das silagens. Em silagens com teores de MS inferiores a 20%, o corte fino das partículas de silagem não provocaria incrementos na ingestão, devido ao aumento da perda de materiais solúveis por efluentes e consequente diminuição da digestibilidade da matéria orgânica (ENGLAND e GILL, 1983).

O efeito de outros factores como a osmolalidade e a suplementação na regulação da ingestão das silagens tem sido também estudado. Uma vez que o efeito da osmolalidade já foi anteriormente discutido, passaremos a analisar apenas o efeito da suplementação.

### **3.3.3. Efeito da suplementação.**

Fenos e silagens raramente são oferecidos aos animais como único alimento e a sua suplementação com concentrados energéticos e proteicos é utilizada para melhorar a produção animal. A suplementação origina frequentemente uma redução na ingestão da forragem que depende, no entanto, da natureza da suplementação (DULPHY, 1980; SUTTON, 1986; THOMAS e RAE, 1988).

Durante o processo de ensilagem as proteínas são sistematicamente hidrolizadas em compostos azotados solúveis, os quais são utilizados com menor eficiência (BARRY, 1976; BARRY *et al.*, 1978-a; JARRIGE *et al.*, 1981). Este facto

origina uma menor quantidade de proteína disponível no duodeno que actuaria negativamente na ingestão (BARRY, 1976; EGAN, 1980). Infusões abomasais de caseína e metionina (ROGERS et al., 1979 - cit. por JARRIGE et al., 1981) ou a injeccão intraperitoneal de metionina (BARRY, 1976), provocaram aumentos na ingestão de silagens. Todavia, este efeito não se fez sentir quando se utilizaram silagens bem conservadas (HUTCHINSON et al., 1971; BARRY et al., 1978-a).

A suplementação de silagens com concentrados contendo elevados teores de proteína originou baixas taxas de substituição (DULPHY, 1980; THOMAS e THOMAS, 1985; GILL et al., 1988). Contudo, a intensidade da resposta parece depender da natureza da proteína, sendo superior com farinha de peixe que com proteína de origem vegetal, (THOMAS e THOMAS, 1985). O efeito da farinha de peixe será, no entanto, superior nas silagens de má qualidade fermentativa (GILL e ENGLAND, 1984) e menos pronunciado nas de boa qualidade (STEEN, 1985; GILL et al., 1987).

A variabilidade nas respostas à suplementação aponta para a necessidade de se conhecerem melhor as limitações no fornecimento de nutrientes devidas às forragens conservadas. Só conhecendo essas limitações será possível proceder a uma suplementação específica e adequada de cada tipo de forragem.

#### 4. O valor alimentar e o potencial produtivo das forragens conservadas

Para além das alterações na ingestão, o processo de conservação das forragens pode originar modificações no seu valor energético e proteico, assim como alterar a eficácia de utilização da sua energia e proteína.

##### 4.1. Digestibilidade das forragens conservadas

A determinação da digestibilidade constitui um dos primeiros passos na determinação do valor nutritivo dum alimento. No caso das forragens conservadas a digestibilidade depende não só do estado fenológico, espécie e variedade da forragem a conservar, mas também das alterações na composição química provocadas pelo processos de conservação.

Durante a fenação a proporção dos constituintes da parede celular aumenta, originando uma redução na DMO das forragens, que se relaciona directamente com as perdas ocorridas durante o processo de secagem (JARRIGE *et al.*, 1981). Esta redução é mínima para fenos secos rapidamente, e aumenta com a extensão do período de secagem, ou com a queda pluviométrica ocorrida (LINGVALL e NILSSON, 1980; JARRIGE *et al.*, 1981; DULPHY e ROUEL, 1988).

A ensilagem pouco modifica a DMO das forragens, quando executada correctamente (McDONALD e EDWARDS, 1976; WILKINS, 1981). No entanto, DEMARQUILLY (1973) verificou decréscimos na DMO das silagens, quando estas apresentavam um baixo teor de MS, ou quando eram ensiladas directamente sem conservantes, os quais se encontravam directamente relacionados com as características de fermentação. A redução na DMO seria, segundo aquele autor, tanto maior quanto mais elevados fossem os valores de pH, azoto amoniacal (% do N total) e ácidos propiónico e butírico da silagem.

Estudos comparativos entre fenos e silagens, obtidos a partir da mesma forragem e cortados no mesmo estado fenológico, parecem apontar para a igualdade da DMS nas forragens bem preservadas por qualquer um destes métodos de conservação (McCARRICK, 1965; CAMPLING, 1966; WALDO *et al.*, 1969; VALENTINE e BROWN, 1973; BARRY, 1975; FLIPOT *et al.*, 1984; PETIT *et al.*, 1985). Sempre que durante a fenação aconteceram quedas pluviométricas significativas os valores da DMS foram superiores para as silagens (McCARRICK, 1965; WALDO *et al.*, 1969; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981; ATWAL, 1983); se, pelo contrário, ocorreram processos fermentativos indesejáveis durante a ensilagem, os fenos apresentaram valores superiores (GORDON *et al.*, 1961; WALDO *et al.*, 1965-*a*; VALENTINE e BROWN, 1973). Nos quadros 4.1, 4.2 e 4.3 apresentam-se alguns destes resultados agrupados segundo as tendências encontradas pelos vários autores: no quadro 4.1 resultados idênticos para fenos e silagens; no quadro 4.2

resultados superiores para os fenos e no quadro 4.3 resultados inferiores para os fenos.

QUADRO 4.1. Efeito do método de conservação na digestibilidade da MS das forragens segundo vários autores - resultados sem diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre fenos e silagens.

	FENO = SILAGEM				
Forragem (a)	Ingestão	DMS	Ingestão	DMS	Autor
Pastagem	11,2 lb	68,7	9,2 lb	72,7	McCARRICK (1965)
	10,1 lb	66,6	7,9 lb	66,3	
G x L	8,1 Kg	72,8	8,0 Kg	70,6	CAMPLING (1966)
	3,6 Kg	80,1	4,4 Kg	82,8	
	4,7 Kg	69,0	4,7 Kg	70,8	
Phleum	86,3 (b)	59,1	91,0 (b)	61,0	PETIT <i>et al.</i> (1985)
Luzerna	104,6 (b)	61,0	99,3 (b)	59,1	
Phleum	5,5 Kg	47,1	5,0 Kg	46,2	FLIPOT <i>et al.</i> (1984)
	5,0 Kg	42,7	4,7 Kg	42,7	
	6,4 Kg	58,5	6,5 Kg	58,1	
Luzerna	80,6 (b)	64,5	72,2 (b)	66,1	VALENTINE e BROWN (1973)
Luzerna	2,4 % (c)	59,8	2,1 % (c)	61,9	WALDO <i>et al.</i> (1969)
G x L	61,9 (b)	64,9	43,0 (b)	66,3	BARRY (1975)

(a) G x L = Gramíneas x Leguminosas; (b) Ingestão de MS expressa em g/Kg PVO.<sup>75</sup>; (c) Ingestão de MS expressa em % do PV.

No entanto, outros autores (BARRY, 1975; SHEEHAN *et al.*, 1985; BENTO *et al.*, 1987) encontraram valores superiores de DMO para as silagens (Quadro 4.2), sem que aparentemente tenha havido problemas durante a preservação das forragens

por ambos os métodos.

QUADRO 4.2. Efeito do método de conservação na digestibilidade da MS das forragens segundo vários autores - resultados superiores nos fenos.

	FENO		>	SILAGEM		
Forragem (a)	Ingestão	DMS	Ingestão	DMS	Autor	
Luzerna	---	58,6	---	55,0	GORDON <i>et al.</i> (1981)	
G x L	2,6 % (c)	65,4	1,8 % (c)	58,4	WALDO <i>et al.</i> (1965-a)	
Luzerna	80,6 (b)	64,5	56,1 (b)	57,2	VALENTINE e BROWN (1979)	
	• (DMO)					

(a) G x L = Gramíneas x Leguminosas; (b) Ingestão de MS expressa em g/Kg PV<sup>0,75</sup>; (c) Ingestão de MS expressa em % do PV.

Aqueles resultados poderão estar associados a uma menor ingestão verificada nas dietas de silagem, ou a um maior tempo de retenção destas forragens no rúmen. Um aumento do nível alimentar determina, normalmente, uma redução da DMO no rúmen (THOMAS e ROOK, 1981). A DMO é, também, afectada pelas características de degradação dos alimentos e pelo tempo que permanecem no rúmen: um aumento do tempo de retenção da digesta no rúmen, resultará num aumento da digestibilidade, o qual terá, no entanto, um efeito negativo na ingestão, se não houver alteração do estado de repleção ruminal (HOVELL, 1986). A competição entre a velocidade de passagem e a taxa de fermentação estabelece a extensão da digestão, sendo esta



determinada pelo tempo de retenção no compartimento onde se dá a fermentação (VAN SOEST, 1982).

QUADRO 4.3. Efeito do método de conservação na digestibilidade da MS das forragens segundo vários autores - resultados inferiores nos fenos

	FENO		<	SILAGEM		
Forragem (a)	Ingestão	DMS	Ingestão	DMS	Autor	
G x L	61,9 (b)	64,9	29,9 (b)	67,9	BARRY (1975)	
Pastagem	50,6 (b)	62,6	44,4 (b)	65,2	SHEEHAN <i>et al.</i> (1985)	
A x E	57,2 (b)	58,4	45,4 (b)	62,9	BENTO <i>et al.</i> (1987)	
Pastagem (chuva)	8,6 lb	53,6	9,2 lb	69,9	McCARRICK (1965)	
<i>Dactylis</i> (chuva)	2,2 % (c)	65,4	1,6 % (c)	73,7	WALDO <i>et al.</i> (1969)	
Azevém (chuva)	1,1 Kg	51,7	0,7 Kg	59,0	BARTOLOMEW <i>et al.</i> (1981)	
Luzerna (chuva)	1,8 % (c)	55,7	1,9 % (c)	59,3	ATWAL (1983)	
	• (DMO)					

(a) G x L = Gramíneas x Leguminosas; A x E = Aveia x Ervilhaca;  
 (b) Ingestão de MS expressa em g/Kg PV<sup>0.75</sup>; (c) Ingestão de MS expressa em % do PV.

O método de conservação da forragem parece afectar a digestão dos constituintes da parede celular. Vários autores referem valores superiores na digestibilidade e taxa de digestão destes constituintes nas silagens quando comparados com fenos provenientes da mesma forragem (SUTTON e VETTER,

1971; PETIT *et al.*, 1985; SHEEHAN *et al.*, 1985; CHESTNUT *et al.*, 1988). São, no entanto, numerosos os factores que afectam a digestão daqueles constituintes.

A organização e a composição das paredes celulares são factores importantes na sua digestão pelos microorganismos do rúmen (AKIN, 1986; HOOVER, 1986). Os hidratos de carbono estruturais (celulose, hemicelulose e pectinas) constituem uma fonte potencial de carbono e energia para o crescimento microbiano. Contudo, a sua susceptibilidade ao ataque microbiano pode ser influenciada pela presença de ceras e compostos fenólicos igualmente presentes nas paredes celulares (AKIN, 1986). A lenhina, juntamente com os ácidos para-cumárico e ferúlico, constitui um dos principais factores limitantes da degradação microbiana da celulose e hemicelulose, às quais se encontra ligada. Esta ligação parece estabelecer-se, no entanto, de forma preferencial com as hemiceluloses (MORRISON, 1980 - cit. por AKIN, 1986).

Para além do teor em lenhina das forragens, a digestão da celulose e hemicelulose depende ainda da formação duma camada rica em compostos fenólicos na superfície da parede celular, que resulta da concentração destes compostos durante o processo de digestão, e que protege os restantes polissacarídeos de posterior ataque (CHESSON, 1986). A rapidez com que se desenvolve esta superfície inerte define a extensão da digestão dos polissacarídeos (CHESSON, 1986; CHESSON e FORSBERG, 1988).

Embora tenha sido referido que a cristalinidade da celulose poderia influenciar a sua degradação no rúmen, este aspecto continua a ser controverso (VAN SOEST, 1982; AKIN, 1986). Este último autor considera que a cristalinidade afecta sobretudo as taxas de digestão da celulose, e que a inibição da sua digestão estará relacionada com outros factores presentes na parede celular.

Durante o processo de ensilagem as hemiceluloses são solubilizadas (MORRISON, 1979; WOOLFORD, 1984), e consequentemente, as silagens têm geralmente teores de hemicelulose inferiores aos fenos obtidos a partir da mesma forragem base (THOMAS *et al.*, 1969; PETIT *et al.*, 1985). No processo de solubilização das hemiceluloses, MORRISON (1979) verificou uma remoção preferencial das unidades laterais de arabinose dos polímeros de xilose. Esta remoção da arabinose poderia aumentar a digestão do NDF das silagens, uma vez que a digestão dos polímeros de xilose parece depender da remoção da arabinose (VAN SOEST, 1982).

A digestão dos constituintes da parede celular depende ainda de um adequado fornecimento de azoto. Para que se dê a sua máxima digestão parece haver, no entanto, necessidade duma concentração ruminal de amónia superior à requerida para o máximo crescimento microbiano (ØRSKOV, 1982; HOOVER, 1986). Este último autor refere que valores de amónia ruminal de 3,3 mg/100ml permitem um óptimo crescimento microbiano, enquanto que a máxima digestão dos constituintes fibrosos se dá com

concentrações de 8,8mg/100ml.

No que se refere à digestão do amido os trabalhos de MEHREZ et al. (1977) demonstraram que a máxima digestão da cevada se dava quando as concentrações ruminais atingiam valores de 23,5 mg/100 ml. Esta diferença entre a concentração amoniacal requerida para a máxima digestão e a concentração amoniacal requerida para o máximo crescimento microbiano dever-se-ia às maiores necessidades dos microorganismos associados, quer à digestão da celulose, quer à do amido, que pela sua adesão às partículas fibrosas ou aos grânulos de amido estariam expostos a menores concentrações amoniacais que os microorganismos flutuantes ( ALLISON, 1980 - cit. por HOOVER, 1986; ØRSKOV, 1982).

Para além do fornecimento de amónia, os microorganismos ruminais necessitam de aminoácidos e peptídeos para atingirem o seu máximo crescimento (THOMSEN, 1985; SUTTON, 1986). THOMSEN (1985) observou que a incorporação de peptídeos melhorava substancialmente a digestão "in vitro" da celulose, sendo o incremento tanto maior quanto maior era o peso molecular dos peptídeos utilizados. A suplementação de dietas com ácidos gordos ramificados (isobutírico, isovalérico e 2-metil butírico) assim como com ácido valérico promoveu igualmente o crescimento microbiano (ØRSKOV, 1982; HOOVER, 1986; SUTTON, 1986). Contudo, para ØRSKOV (1982) este efeito dos ácidos gordos ramificados é evidente apenas nas dietas em que a única fonte azotada é a ureia, não sendo de se esperar

qualquer efeito na maioria das dietas normais para ruminantes.

A suplementação das forragens com glúcidos solúveis pode causar depressão na digestão dos constituintes fibrosos, dependendo a extensão da mesma do tipo de forragem e da natureza do suplemento (SUTTON, 1986). A depressão na digestão resulta da diminuição dos valores de pH ruminal para abaixo de 6,0, o que provoca um desaparecimento da microflora celulolítica (MOULD e ØRSKOV, 1983; HOOVER, 1986). A utilização de substâncias tampão pode reduzir a depressão na digestão mas não a elimina totalmente, uma vez que parte da depressão resulta do efeito directo dos diferentes glúcidos na população microbiana, ao favorecem o crescimento dos microrganismos não celulolíticos (MOULD e ØRSKOV, 1983; CHAMBERLAIN *et al.*, 1985; SUTTON, 1986).

#### **4.2. A energia metabolizável das forragens conservadas**

A energia bruta (EB) das forragens não é afectada pela fenação (McDONALD e EDWARDS, 1976; JARRIGE *et al.*, 1981), mas aumenta devido ao processo de ensilagem (WILKINS, 1981; AFRC Technical Committee, 1987). Esta concentração da EB na silagem poderá ser explicada pelas perdas de MS sob a forma de gases e efluentes, uma vez que a EB dos efluentes é inferior à da forragem ensilada (AFRC Technical Committee, 1987). A presença de compostos como o ácido butírico e o etanol justificariam igualmente o maior teor de EB das

silagens, devido ao seu elevado conteúdo energético (WILKINS, 1981).

A elevação do conteúdo em EB da silagem, em relação á forragem verde, não origina, contudo, um incremento na energia metabolizável (EM) (WILKINS, 1981). Este autor refere que, em determinações simultâneas, a EM da forragem verde era semelhante à EM dessa mesma forragem ensilada. Dado que o método de conservação não afecta significativamente a magnitude das perdas de energia sob a forma de metano (McDONALD e EDWARDS, 1976; GREENHALGH e WAINMAN, 1980), e que nas silagens bem fermentadas a digestibilidade é pouco afectada, as maiores perdas na energia da silagem parecem resultar de perdas urinárias. McDONALD e EDWARDS (1976) referem que em estudos comparativos entre silagens e forragens frescas ou fenos, as perdas de energia nas urinas eram superiores nas silagens, diminuindo, no entanto, com a melhoria da sua qualidade de fermentação.

Reduções da digestibilidade durante a fenação originaram menores conteúdos de EM nos fenos relativamente às forragens que lhe deram origem (McDONALD e EDWARDS, 1976). A redução será tanto maior quanto maiores forem as perdas verificadas no processo de fenação (LINGVALL e NILSSON, 1980).

#### 4.3. A eficiência de utilização da energia metabolizável

A eficiência de utilização da EM parece ser semelhante para fenos e silagens, quer se destine a manutenção, crescimento ou lactação (McDONALD e EDWARDS, 1976; GREENHALGH e WAINMAN, 1980; SUNDSTØL *et al.*, 1980). Contudo, a eficiência de utilização da EM é particularmente baixa em dietas à base de forragens (MacRAE, 1986). A causa desta baixa eficiência seria a maior produção ruminal de ácido acético nestas dietas, o qual seria utilizado menos eficazmente que o ácido propiónico ou butírico, devido ao maior incremento calórico associado à sua utilização (BLAXTER, 1962 - cit. por MacRAE e LOBLEY, 1986). No entanto, ØRSKOV *et al.* (1979), cit. por ØRSKOV e McDONALD (1980), em experiências com animais mantidos exclusivamente com infusões intrarruminais de várias misturas de ácidos gordos voláteis, e abomasais de caseína, não encontraram diferenças na eficiência de utilização destas misturas. Concluíram então que as diferenças observadas na eficiência de utilização das dietas fornecidas aos ruminantes, se deviam a outros factores que não a proporção intrarruminal de ácidos gordos voláteis. Analisando mais recentemente estes resultados MacRAE (1986) verificou que à medida que a proporção de ácido acético aumentava e a de ácido propiónico diminuía, se verificava um decréscimo no balanço azotado. Estas observações conduziram à hipótese de que possivelmente existirão interacções importantes entre substractos artificialmente designados como energéticos e proteicos (LENG, 1985; MacRAE e LOBLEY, 1986).

A eficiência de utilização do ácido acético depende da

sua transformação em ácidos gordos e triglicéridos (MacRAE e LOBLEY, 1982 - cit. por MacRAE, 1986). Esta conversão requiere a presença de glicerol-3-fosfato e da coenzima redutora NADPH (Fig. 4.1). Nas dietas em que o fornecimento dos precursores destes co-factores (ácido propiónico, glucose e aminoácidos glucogénicos) é adequado, a eficiência de utilização do ácido acético seria elevada (MacRAE e LOBLEY, 1982 - cit. por MacRAE e LOBLEY, 1986; LENG, 1985). Nas dietas de forragem em que nenhum destes precursores é particularmente abundante, os ruminantes teriam necessidade de catabolizar o ácido acético por via do ciclo dos ácidos tricarboxílicos, com o resultante incremento na produção de calor (LENG, 1985; MacRAE, 1986). Na ausência dum fornecimento adequado de ácido propiónico ou glucose, os aminoácidos glucogénicos (ácido aspártico e glutâmico) seriam utilizados alternativamente, ficando menos aminoácidos disponíveis para a deposição proteica (MacRAE, 1986). Suportando esta hipótese a infusão abomasal de caseína diminuiu o incremento calórico e melhorou a eficiência de utilização da EM para engorda, em borregos alimentados à base de dietas que promoveram uma fermentação ruminal caracterizada por uma relação de ácido acético/ácido propiónico elevada, superior a 3,5 (MacRAE e LOBLEY, 1986).

Nas dietas à base de silagem a eficiência de utilização da EM para engorda ( $k_r$ ) é frequentemente inferior à calculada (THOMAS e THOMAS, 1985). Estas diferenças seriam o reflexo de grandes perdas calóricas que, segundo os mesmos autores,



estariam relacionadas com uma deficiente utilização do azoto a nível ruminal. A suplementação de silagens com cevada (SUNDSTØL *et al.*, 1980; THOMAS e THOMAS, 1985) ou com proteína (THOMAS *et al.*, 1980; GILL *et al.*, 1987) melhorou a eficiência de utilização da sua EM.

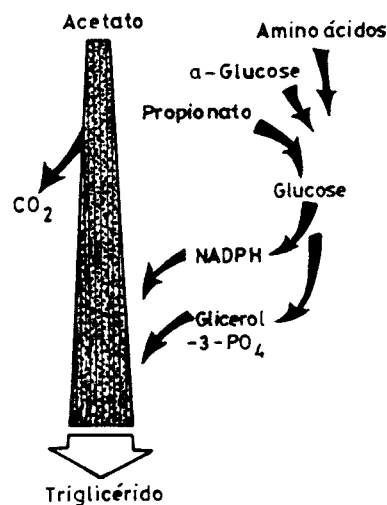


FIGURA 4.1. Diagrama representativo das relações existentes entre a disponibilidade de precursores glucogénicos e a utilização do ácido acético (OLDHAM 1983 - cit. por LENG, 1985)

São poucos os estudos comparativos entre fenos e silagens em que a proporção molar intrarruminal de ácidos gordos voláteis tenha sido medida e os resultados são frequentemente contraditórios. Devido ao menor conteúdo residual de glúcidos solúveis nas silagens em relação aos fenos, seriam de se esperar maiores concentrações de ácido acético e menores concentrações de ácido propiónico nos animais alimentados com silagens (WOOLFORD, 1984). Com

efeito, foram estes os resultados observados por ANDERSON e JACKSON (1971). No entanto, EKERN e REID (1963) referem maiores concentrações de ácido propiônico devidas a dietas de silagem. A aparente contradição destes resultados pode resultar principalmente de duas razões: EKERN e REID (1963) utilizaram um feno que foi exposto a chuva durante o processo de secagem, e portanto com menor teor em glúcidos solúveis; estes mesmos autores apenas amostraram o fluido ruminal durante as primeiras quatro horas após a refeição. DONALDSON e EDWARDS (1980) referem que a proporção dos diferentes ácidos gordos voláteis no rúmen, em animais alimentados com silagem, varia ao longo do dia, sendo as concentrações de ácido propiônico superiores nas primeiras horas após as refeições. Esta concentração ruminal de ácido propiônico derivaria do metabolismo do ácido láctico ingerido com a silagem (WALDO e SCHULTZ, 1956; CHAMBERLAIN *et al.*, 1983). Os dados apresentados por ROHR (1980) apontam, no entanto, para uma igualdade no padrão fermentativo ruminal de fenos e silagens de igual digestibilidade.

A proteólise, ocorrida durante o processo de ensilagem, torna os aminoácidos mais disponíveis para os microorganismos do rúmen, podendo explicar as elevadas proporções de ácidos gordos ramificados presentes nas dietas de silagens (ANDERSON e JACKSON, 1971; CHAMBERLAIN e THOMAS, 1983). Embora a proporção intrarruminal dos vários ácidos gordos voláteis pareça estar dependente do método de conservação da forragem administrada, a produção total diária

de ácidos gordos voláteis parece não diferir entre dietas à base de fenos ou silagens (ANDERSON e JACKSON, 1971; GILL *et al.*, 1988).

#### 4.4. A utilização dos constituintes azotados

O valor azotado duma forragem conservada depende principalmente do valor azotado da forragem inicial, e em seguida da extensão das modificações produzidas durante o processo de conservação (JARRIGE *et al.*, 1981; GRENET e DEMARQUILLY, 1982).

A fenação pode reduzir o teor de proteína bruta, a digestibilidade aparente da proteína e a concentração de amónia ruminal, dependendo a extensão da redução das perdas sofridas durante aquele processo (JARRIGE *et al.*, 1981; GRENET e DEMARQUILLY, 1982).

Durante o processo de ensilagem as proteínas são sujeitas a uma extensa degradação em aminoácidos que podem posteriormente ser desaminados ou descarboxilados (McDONALD, 1981). Consequentemente, grande parte do azoto das silagens encontra-se sob a forma de azoto não proteico, especialmente aminoácidos, mas também amónia e aminas, consoante o tipo de fermentação que se desenvolveu (OSHIMA e McDONALD, 1978; McDONALD, 1981). O azoto não proteico das silagens é rapidamente degradado no rúmen, e a degradabilidade da proteína bruta das silagens dependerá da relação azoto não

proteico/proteína bruta (THOMAS, 1982). Este autor calculou que em silagens conservadas sem a utilização de aditivos a degradabilidade da proteína bruta no rúmen será aproximadamente de 80%.

A elevada degradabilidade da proteína da silagem encontra-se associada a um baixo teor de glúcidos solúveis, devido à sua metabolização em ácidos orgânicos e alcoóis durante o processo de ensilagem. Daí resulta uma elevada concentração ruminal de amónia, que origina perdas substanciais de azoto através da urina e baixos níveis de retenção de azoto pelo animal (WILKINS, 1980; GRENET e DEMARQUILLY, 1982; GRENET, 1983). A retenção azotada permitida pelas dietas de silagem é tanto menor quanto maior a fermentação durante o processo de ensilagem (FORBES e JACKSON, 1971; BARRY *et al.*, 1978-a; GRENET e DEMARQUILLY, 1982; GRENET, 1983); depende, ainda, do tipo de reacções envolvidas no processo de ensilagem: as reacções de descarboxilação afectam-na de uma forma mais negativa que as reacções de desaminação (BARRY *et al.*, 1978-b).

Estudos comparativos entre fenos e silagens apresentam resultados contraditórios quanto à eficiência de retenção azotada permitida pelos dois métodos de conservação das forragens (Quadro 4.4). Menores retenções azotadas foram observadas em animais alimentados à base de silagens por WALDO *et al.* (1965-a), ROFFLER *et al.* (1967), WALDO *et al.* (1969), SUTTON e VETTER, (1971), SHEEHAN *et al.* (1985) que se

deveram quer a maiores perdas urinárias, quer a baixas ingestões de energia. Contudo, quando as silagens são bem preservadas podem permitir retenções azotadas superiores às obtidas com fenos (GRENET e DEMARQUILLY, 1982).

QUADRO 4.4. Efeito do método de conservação no azoto retido pelos animais (g/dia) segundo vários autores

FORRAGEM (a)	FENO	SILAGEM	OBSERVAÇÕES	AUTOR
G x L	29,8	22,1	(suplementados)	CONRAD <i>et al.</i> (1961)
Luzerna	12,8	18,4	(sil. pré-fenada)	WALDO <i>et al.</i>
G x L	35,9	24,6 *	(sil. má qual.)	(1965-a)
G x L	3,4	-2,1	(Ing.N F=S) (b)	ROFLER <i>et al.</i>
	1,1	-0,9	(Ing.N F<S) (c)	(1967)
	1,5	-1,3	(Ing.N F<S) (c)	
<i>Dactylis</i>	26,2	12,0 *	<i>ad libitum</i>	WALDO <i>et al.</i>
	12,1	11,1	manutenção	(1969)
<i>Dactylis</i>	30,8	40,2	<i>ad libitum</i>	
Luzerna	20,7	-1,9 *	manutenção	
	74,7	60,6	<i>ad libitum</i>	
	-8,5	-20,4	manutenção	
Luzerna	2,5	1,6 *		SUTTON e VETTER
	2,3	2,4		(1971)
Várias forragens	2,7	3,0	(sil. sem aditivo)	GRENET e DEMARQUILLY
	2,7	4,2 *	(sil. com aditivo)	(1982)
Pastagem	6,3	5,1 *	(Ing. N F>S) (d)	SHEEHAN <i>et al.</i>
				(1985)
A x E	4,2	1,8 *	(Ing.N F>S) (d)	BENTO <i>et al.</i>
	3,4	2,3 *	(Ing.N F>S) (d)	(1987)
* (P<0,05)				

(a) G x L = Gramíneas x Leguminosas; A x E = Aveia x Ervilhaca;  
 (b) Ing N F=S = ingestão de N idêntica para fenos e silagens;  
 (c) Ing N F<S = ingestão de N inferior nos fenos; (d) Ing N F>S = ingestão de N superior nos fenos

A eficiência de conversão da proteína alimentar em proteína animal passa pela digestão da proteína no rúmen (BEEVER, 1980). Devido às transformações ocorridas na proteína durante o processo de ensilagem a proteína microbiana, sintetizada no rúmen a partir do azoto amoniacal e aminoácidos resultantes da degradação da proteína alimentar, constitui uma das principais fontes de aminoácidos para o animal, quando alimentado à base silagem (WILKINS, 1980).

A produção máxima de proteína microbiana no rúmen depende da ingestão de constituintes alimentares capazes de fornecerem ATP em quantidade suficiente para os processos sintéticos, mas também da eficiência com que o ATP é utilizado (THOMAS, 1982). Esta eficiência depende entre vários factores do fornecimento de nutrientes equilibrado em energia, azoto, enxofre, ácidos gordos ramificados, aminoácidos, peptídeos e vitaminas, das condições do ecossistema ruminal (pH e taxa de diluição) e da composição da população microbiana (ØRSKOV, 1982; THOMAS, 1982; LENG, 1985; OWENS e GOETSCH, 1986).

A taxa de diluição parece afectar especialmente a síntese de proteína microbiana, com a qual se encontra positivamente correlacionada (HARRISON e McALLAN, 1980). Diminuindo o tempo de permanência dos microorganismos no rúmen, decresceria a proporção de energia utilizada na sua manutenção (OWENS e GOETSCH, 1986). Este aspecto não pode,

contudo, ser dissociado do tipo de população microbiana existente no rúmen. Os microrganismos associados às paredes do rúmen serão provavelmente retidos, enquanto que os que se encontram livres ou associados às partículas alimentares sairão do rúmen com estas fracções (OWENS e GOETSCH, 1986; SNIFFEN e ROBINSON, 1987). Quanto aos protozoários apenas uma pequena porção dos presentes no rúmen se desloca livremente com a digesta para o intestino, e como os protozoários digerem bactérias, reciclando assim o azoto, a eficiência da síntese microbiana é reduzida quando o seu número é elevado (THOMAS e ROOK, 1981).

Nos poucos estudos comparativos realizados com fenos e silagens não se observaram diferenças nas taxas de diluição devidas ao método de conservação, embora, tais comparações tenham sido efectuadas com silagens com teor muito elevado de MS (MERCHEN e SATTER, 1983).

A menor eficiência da síntese microbiana verificada em dietas de silagens, quando comparada com a obtida em dietas de fenos, parece estar relacionada com uma baixa produção de ATP no rúmen a partir dos produtos de fermentação da silagem (ØRSKOV, 1982; THOMAS, 1982; THOMAS e THOMAS, 1985). Todavia, estas afirmações não foram feitas a partir duma comparação simultânea destes dois tipos de forragens conservadas, mas da compilação de resultados obtidos separadamente, quer com dietas de fenos, quer com dietas de silagens. Podem assim resultar das diferentes situações alimentares e condições do

ecossistema ruminal em que foram medidos.

Numa comparação simultânea de fenos e silagens MERCHEN e SATTER (1983) não encontraram diferenças na síntese proteica microbiana. Estes autores usaram, no entanto, silagens com teor elevado de MS o que terá condicionado a fermentação ocorrida durante a ensilagem, limitando-a, e diminuindo assim a solubilidade da proteína e a degradação dos açúcares solúveis.

A qualidade da proteína que chega ao intestino delgado constitui igualmente um factor importante na produção animal. Quando a quantidade de proteína que chega ao duodeno é restricta, a disponibilidade dos aminoácidos metionina e lisina é limitante para o crescimento e lactação (THOMAS e CHAMBERLAIN, 1982 - cit. por THOMAS e THOMAS, 1985; SATTER, 1986, MacRAE e LOBLEY, 1986). Nas dietas à base de silagem, o fornecimento destes aminoácidos parece ser bastante inferior ao verificado nas dietas de feno (THOMAS, 1982; THOMAS e THOMAS, 1985) e a infusão abomasal de caseína, ou intraperitoneal de metionina, resultou numa melhoria da retenção do azoto em dietas de silagens (HUTCHINSON *et al.*, 1971; BARRY *et al.*, 1978-a). GILL e ENGLAND (1984) e YILALA e BRYANT (1985) referem igualmente aumentos na quantidade de azoto retido por borregos, consequentes da suplementação proteica de silagens cujo teor proteico se situava entre 10 e 11%.



A suplementação de dietas à base de silagens com açúcares facilmente fermentáveis poderia promover uma melhoria na fixação de amónia pelos microorganismos do rúmen (THOMAS, 1982). Com efeito, a suplementação com cevada reduziu a concentração de amónia, aumentou a síntese proteica microbiana e melhorou a retenção de azoto (THOMAS e THOMAS, 1985). Contudo, a fixação de amónia pelos microorganismos parece diferir com a fonte de glúcidos, e a eficiência deste processo diminui com o aumento do número de protozoários. CHAMBERLAIN *et al.* (1985) concluíram que a suplementação com cevada era menos eficiente do que a suplementação com xilose ou sacarose na redução das concentrações de amónia ruminal, porque favorecia o aumento do número de protozoários. O efeito benéfico da suplementação com glúcidos rapidamente fermentáveis depende, ainda, da concentração de azoto amoniacal nas silagens. KAISER *et al.* (1983) não observaram qualquer efeito deste tipo de suplementação na retenção de azoto quando utilizaram silagens com concentrações de azoto amoniacal inferiores a 6,2% do azoto total.

A deposição proteica nos animais alimentados com dietas à base de silagens apresenta-se ainda desfavorecida pelo facto de parte dos aminoácidos absorvidos serem utilizados como fonte de energia, uma vez que a disponibilidade de glucose no intestino delgado é baixa nestas dietas, e o ácido propiónico representa apenas 20% a 25% do total de ácidos gordos produzidos (BEEVER, 1980).

#### 4.5. Produção animal permitida pelas forragens conservadas.

A produção animal permitida pelas forragens conservadas depende da sua ingestibilidade, da proporção em que são digeridas e da eficiência com que os nutrientes absorvidos são metabolizados. Anteriormente discutimos a maneira como as modificações sofridas durante o processo de conservação das forragens afectavam o seu valor energético e proteico, assim como a eficiência de utilização dos seus nutrientes. Consequentemente, a produção animal permitida pelos fenos e silagens será fortemente influenciada pela sua qualidade de conservação. Consideraremos aqui apenas o efeito do método de preservação das forragens no crescimento e engorda de animais, por ter sido este o tipo de produção animal testado neste trabalho.

Devido à menor ingestão de MS e à pior utilização dos compostos azotados nas dietas de silagem, os ganhos médios diários obtidos com animais alimentados com estas dietas são muitas vezes inferiores aos verificados com dietas de feno (THOMAS *et al.*, 1961-b; McCARRICK, 1965; WALDO *et al.*, 1965-a; FORBES e IRWIN, 1968; SHEEHAN e FITZGERALD, 1977; SHEEHAN *et al.*, 1985). Contudo, quando as condições climatéricas foram adversas à fenação, melhores ganhos diários foram obtidos com silagens (McCARRICK, 1965; FLIPOT *et al.*, 1984). A melhoria da qualidade das silagens através da utilização de aditivos ou do recurso à pré-fenação permitiu a obtenção de ganhos médios diários com silagens

semelhantes aos observados com fenos (McCARRICK, 1965; WALDO *et al.*, 1969; TAS e BEE, 1980; FLIPOT *et al.*, 1984). Resultados variáveis de ano para ano foram obtidos por THOMAS *et al.* (1969), que dependeram da ingestão e qualidade de preservação de nutrientes permitida pelos dois processos de conservação. Nos quadros 4.5, 4.6 e 4.7 apresentam-se alguns desses resultados agrupados segundo as conclusões dos vários autores: ganhos médios diários idênticos para fenos e silagens (Quadro 4.5); valores superiores para fenos (Quadro 4.6) e valores inferiores para fenos (Quadro 4.7).

QUADRO 4.5. Efeito do método de conservação no ganho médio diário (GMD), segundo vários autores - resultados idênticos para fenos e silagens.

	FENO = SILAGEM				
Forragem	Ingestão	GMD	Ingestão	GMD	Autor
Pastagem	16,9 lb	1,69 lb	14,3 lb	1,66 lb	McCARRICK (1966)
<i>Dactylis</i>	2,2 % (c)	0,74 Kg	1,6 % (c)	0,85 Kg	WALDO <i>et al.</i> (1969)
	2,1 % (c)	0,55 Kg	1,7 % (c)	0,58 Kg	
Luzerna	2,4 % (c)	0,56 Kg	2,1 % (c)	0,65 Kg	
Azevém	12,0 Kg	1,1 Kg	11,3 Kg	1,0 Kg	TAS e BEE (1980)
	8,8 Kg	0,97 Kg	6,5 Kg	0,7 Kg	
	8,9 Kg	0,94 Kg	9,8 Kg	1,06 Kg	
<i>Phleum</i>	5,5 Kg	0,27 Kg	5,0 Kg	0,17 Kg	FLIPOT <i>et al.</i> (1984)
	5,0 Kg	0,18 Kg	4,7 Kg	0,13 Kg	
	6,4 Kg	0,66 Kg	6,5 Kg	0,71 Kg	

(c) Ingestão expressa em % do PV

QUADRO 4.6. Efeito do método de conservação no ganho médio diário (GMD) - resultados superiores para dietas de feno.

	FENO > SILAGEM				
Forragem (a)	Ingestão	GMD	Ingestão	GMD	Autor
Luzerna	19,1 lb	1,51 lb	12,6 lb	1,17 lb	THOMAS <i>et al.</i> (1961-b)
	12,5 lb	0,88 lb	10,5 lb	0,76 lb	
	12,4 lb	0,89 lb	8,9 lb	-0,29 lb	
G x L	11,2 lb	1,48 lb	9,2 lb	0,79 lb	McCARRICK (1965)
	10,3 lb	1,27 lb	7,9 lb	0,36 lb	
Luzerna	2,6 % (c)	1,6 lb	1,8 % (c)	0,44 lb	WALDO <i>et al.</i> (1965-a)
G x L	11,1 Kg	1,36 Kg	10,6 Kg	0,63 Kg	FORBES e IRWIN (1968)
	11,7 Kg	0,98 Kg	7,8 Kg	0,75 Kg	
Pastagem	1,1 Kg	83 g	0,6 Kg	-14 g	SHEEHAN e FITZGERALD (1977)
	0,9 Kg	45 g	0,6 Kg	-56 g	
Pastagem	50,6 (b)	0,7 Kg	44,4 (b)	-1,2 Kg	SHEEHAN <i>et al.</i> (1985)

\* (ganho total no período de ensaio)

(a) G x L = Gramíneas x Leguminosas; (b) Ingestão expressa em g/Kg PVO.<sup>75</sup>; (c) Ingestão expressa em % do PV.

QUADRO 4.7. Efeito do método de conservação no ganho médio diário (GMD) - resultados inferiores nas dietas de feno

	FENO < SILAGEM				
Forragem	Ingestão	GMD	Ingestão	GMD	Autor
Pastagem (chuva)	8,0 lb	0,69 lb	9,2 lb	0,75 lb	McCARRICK (1965)
<i>Phleum</i> (chuva)	5,3 Kg	0,46 Kg	5,8 Kg	0,62 Kg	FLIPOT <i>et al.</i> (1984)

Noutro estudo comparativo entre fenos e silagens McCARRICK (1966) encontrou ganhos médios diários semelhantes para os dois métodos de conservação, mas melhores rendimentos de carcaças, assim como carcaças mais gordas nos animais alimentados à base de silagem. Aquele autor concluiu que em dietas à base de forragens conservadas o ganho de peso vivo não era uma medida adequada para medir a produtividade destas dietas, uma vez que era alterado pelo conteúdo dos órgãos digestivos (maior nas dietas de feno), mesmo após um jejum de 16 horas. SHEEHAN e FITZGERALD (1977) observaram igualmente conteúdos digestivos superiores em animais alimentados com dietas de feno quando comparados com animais alimentados com dietas de silagens, que motivaram a obtenção de rendimentos de carcaça superiores para as dietas de silagem quando calculados com base no peso vivo ao abate. Quando os rendimentos de carcaça foram calculados em função do peso vivo vazio os rendimentos foram idênticos para dietas de fenos e silagens.

A quantidade e a qualidade das dietas fornecidas aos animais afectam a composição corporal dos animais. Assim, a restrição de alimento durante o crescimento dos animais, não só afecta a velocidade de ganho de peso vivo, como também reduz a relação gordura/proteína da carcaça (BLACK, 1974; WEBSTER, 1986). Uma dieta deficiente em proteína, ou caracterizada por uma quantidade elevada de azoto não proteico, provoca uma maior deposição de gordura em detrimento da deposição proteica (BLACK, 1974; WALDO e

JORGENSEN, 1981). A quantidade de proteína retida depende ainda da qualidade da proteína absorvida; pode ser severamente limitada pelo deficiente fornecimento de metionina, lisina, histidina e arginina (BUTTERY, 1983; MacRAE e LOBLEY, 1986). Também a energia disponível limita a retenção azotada; numa forma geral, aumentando a energia disponível aumenta a retenção de azoto (BUTTERY, 1983). Existe, contudo, uma interacção entre a energia e a proteína alimentar, que resulta do facto da deposição proteica necessitar de energia, mas também da proteína alimentar poder contribuir para as necessidades energéticas dos animais (BUTTERY, 1983).

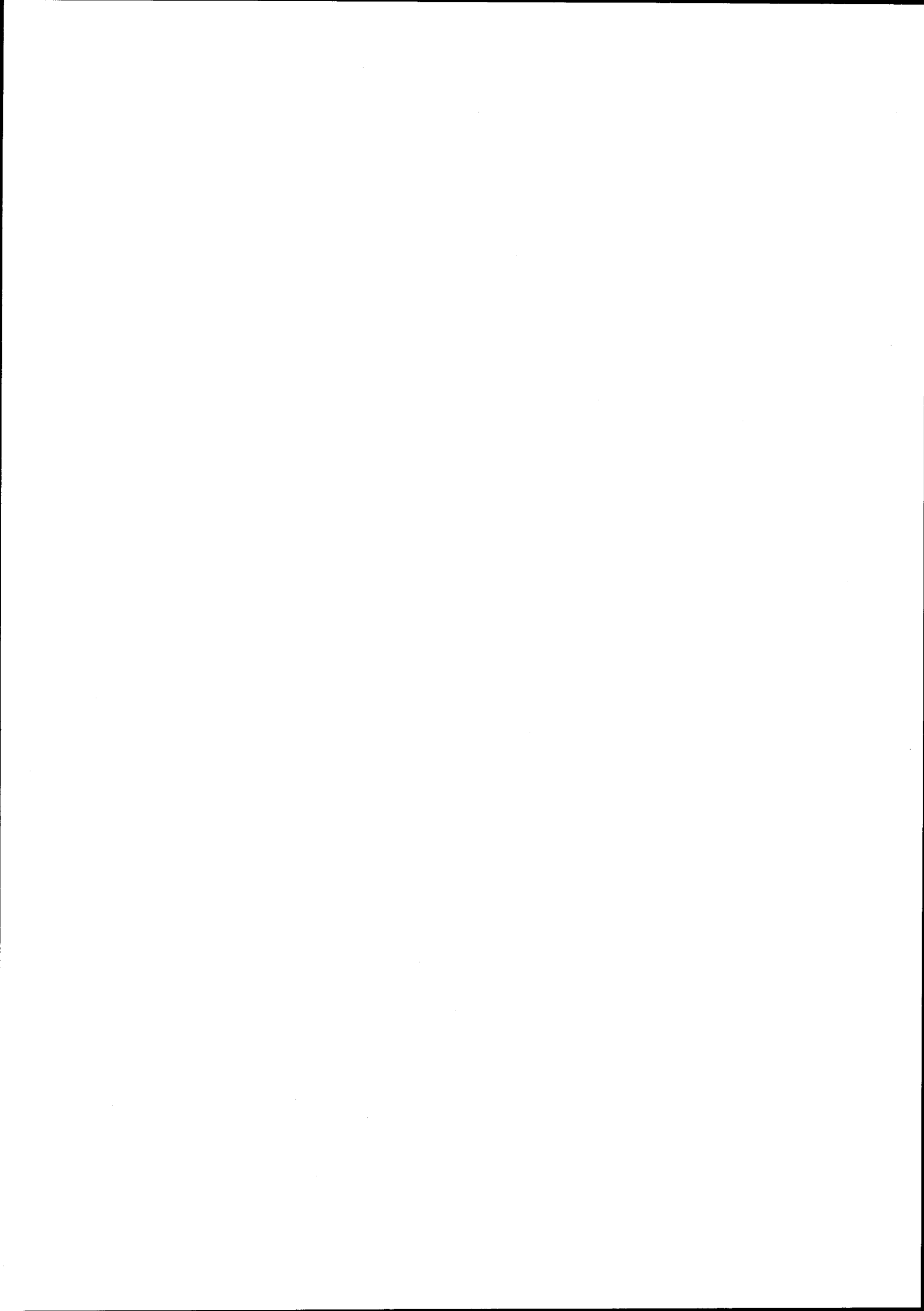
Geralmente as dietas à base de forragens conservadas não fornecem os nutrientes necessários ao máximo crescimento dos animais e há necessidade de se recorrer a suplementação (FORBES e IRWIN, 1968; FORBES e JACKSON, 1971). Com efeito, a suplementação energética e proteica de fenos e silagens permitiu a obtenção de melhores ganhos médios diários (FORBES e IRWIN, 1968; FORBES e JACKSON, 1971; TAS e BEE, 1980; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981; FLIPOT *et al.*, 1984). Contudo, o efeito de suplementações semelhantes foi superior em dietas à base de silagens (FORBES e IRWIN, 1968; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981), possivelmente devido às limitações na utilização do azoto alimentar naquelas forragens.

##### 5. Objectivos do trabalho experimental realizado

A constatação do baixo valor nutritivo dos fenos de aveia x ervilhaca, produzidos no Sul do País, motivou-nos para a procura das possíveis causas que o condicionariam. O estado fenológico das plantas na altura do corte, geralmente bastante avançado, é frequentemente apontado como uma dessas causas, pelo que testámos o seu efeito, cortando a forragem em dois estados fenológicos diferentes. Dado o condicionamento da fenação às condições climatéricas prevaletentes na época do corte, a antecipação daquela constituiria um risco que poderia ser obviado utilizando a ensilagem directa. Contudo, o efeito do método de conservação das forragens (fenação ou ensilagem) na preservação do seu valor alimentar é ainda controverso, não havendo uma conclusão definitiva sobre qual será o método mais vantajoso. Procedemos assim à comparação simultânea dos dois métodos de conservação, atendendo à escassez de resultados experimentais sobre o valor alimentar daquela forragem, tanto no País como na Península Ibérica, quando conservada como feno e, especialmente, como silagem. Estudámos o seu efeito na ingestão e utilização digestiva dos nutrientes, dando particular atenção às condições prevaletentes no rúmen, assim como ao estudo da cinética de digestão e passagem da matéria orgânica e constituintes da parede celular. Por último, medimos o crescimento de borregos e qualidade de carcaças obtidos com dietas baseadas, quer em feno, quer em silagem. Nos capítulos seguintes serão pormenorizados os objectivos de cada uma destas fases experimentais.

**PARTE II - TRABALHO EXPERIMENTAL**





## CAPÍTULO 1

### EFEITO DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO E DA ÉPOCA DE CORTE NO VALOR ALIMENTAR DA FORRAGEM DE AVEIA X ERVILHACA

#### 1.1. Introdução

A evolução do estado fenológico provoca alterações na composição química da forragem de aveia x ervilhaca que se repercutem na sua digestibilidade e ingestibilidade. Estas alterações traduzem-se geralmente numa diminuição do teor de proteína e glúcidos solúveis e num aumento dos constituintes da parede celular (DEMARQUILLY, 1970; BURGESS *et al.*, 1972; ABREU *et al.*, 1982; CHERNEY e MARTEN, 1982-a). A sua amplitude parece estar, no entanto, dependente do contributo do grão da aveia (BRUNDAGE e SWEETMAN, 1967; BRUNDAGE e KLEBESADEL, 1970; KILCHER e TROELSEN, 1973; CHERNEY e MARTEN, 1982-b) ou da participação da leguminosa na consociação (KLEBESADEL, 1969; BRUNDAGE *et al.*, 1979; OUKNIDER e JACQUARD, 1986), que compensariam as modificações sofridas pelos caules da aveia, resultando numa estabilização daqueles teores durante as fases de maturação do grão da aveia ou das vagens da ervilhaca.

A maioria dos estudos efectuados com a forragem de aveia recomenda a fase de grão leitoso / pastoso, como a indicada para o corte da forragem, quando destinada à conservação (BURGESS *et al.*, 1972; DEVUYST *et al.*, 1975;

MOREIRA, 1981; MARTEN, 1982). Não só se obteriam as maiores produções de proteína e energia por ha, como também o teor de MS compreendido entre 30-35% e os elevados teores de glúcidos solúveis garantiriam uma boa conservação através da ensilagem. Este último aspecto reveste-se de particular importância, uma vez que a qualidade de preservação dos nutrientes assume um papel determinante no valor alimentar das forragens conservadas, tal como as modificações sofridas pela forragem durante a maturação, condicionando assim a sua utilização pelo animal.

Não parece haver uma conclusão definitiva sobre qual será o método de conservação (fenação ou ensilagem) mais vantajoso do ponto de vista da produção animal. Se a qualidade de fermentação da silagem parece afectar a sua ingestão (WALDO *et al.*, 1965-a; DEMARQUILLY, 1973; WILKINS, 1980), a perda de constituintes solúveis e o aumento dos constituintes celulares durante a fenação, especialmente quando executada em condições climatéricas adversas, origina igualmente uma redução na ingestão dos fenos (DULPHY, 1980; LINGVALL e NILSSON, 1980; DULPHY e ROUEL, 1988). Tal como a ingestão, a digestibilidade da MO e o balanço azotado dependem da qualidade de preservação dos nutrientes nestas forragens conservadas. Consequentemente, as produções dos animais alimentados com aquelas forragens serão afectadas.

A escassa informação existente no nosso País sobre a forragem de aveia x ervilhaca, assim como a necessidade de se

conhecer a melhor forma de preservar os seus nutrientes num dado momento de corte, sugeriu-nos a realização deste ensaio com o objectivo de estudar o efeito do estado fenológico e do método de conservação no seu valor alimentar.

## 1.2. Materiais e métodos

### 1.2.1. Dietas

Utilizou-se uma consociação forrageira de aveia (Avena sativa L.; cv. Boa-fé) e ervilhaca (Vicia villosa Roth) semeada a 13-11-85, com uma densidade de sementeira de 60 kg de aveia e 50 Kg de ervilhaca por ha. Uma 1ª época de corte foi definida pelo estados de início do grão leitoso da aveia e início da floração na ervilhaca, tendo-se procedido ao corte da forragem para feno (19-5-86) e ensilar (22-5-86). Uma segunda data de corte (18-6-86) foi destinada apenas à fenação, encontrando-se nessa altura a aveia e a ervilhaca em plena maturação do grão. O feno da 1ª época de corte foi cortado com uma ganhadeira condicionadora, revirado uma única vez, encordoado e enfardado, respectivamente no 3º, 5º e 7º dia após o corte da forragem. Na 2ª época de corte foi utilizada uma moto-gadanheira, sendo a forragem encordoada e enfardada, respectivamente no 2º e 3º dia após o corte. A forragem destinada a ensilar foi fraccionada em troços de 5 a 10 cm, colocada directamente em silos experimentais de cimento, com uma capacidade média de 400 Kg de matéria verde, e coberta com uma folha de plástico. Não foi utilizado

qualquer aditivo.

A forragem destinada à fenação e ensilagem foi amostrada antes destas operações serem efectuadas, tendo sido recolhidas ao acaso de cada área 20 amostras de 0,5Kg, reunidas posteriormente numa única amostra compósita de 1 kg para cada época de corte e método de conservação. A composição química das três amostras compósitas - MS1 (matéria verde ensilada), MF1 (matéria verde fenada - 1º corte), MF2 (matéria verde fenada 2º corte) é apresentada no quadro 1.1.

Os fenos da 1ª e 2ª época de corte e a silagem constituíram os três alimentos testados. De forma a uniformizar o tamanho de partícula dos alimentos distribuídos aos animais, os fenos foram traçados grosseiramente em partículas de 5 a 10 cm de comprimento. As forragens foram distribuídas aos animais nove meses depois de terem sido conservadas.

#### **1.2.2. Animais e manejo**

Foram utilizados seis carneiros inteiros Merino Branco Regional com cerca de um ano de idade e com peso vivo médio de  $42,03 \pm 7,4$  Kg, sendo três canulados no rúmen. Antes do início do ensaio os animais foram desparasitados, vacinados para prevenção de Enterotoxémia e Pasteurelose e receberam por via intramuscular 250 000 UI de vitamina A, 125 000 UI de

vitamina D e 100 UI de vitamina E. Os seis animais foram separados em dois grupos de três animais, canulados e não canulados, e distribuídos aleatoriamente pelas três dietas na modalidade de quadrado latino duplo. Os três animais canulados foram utilizados simultâneamente na obtenção dos dados que serão objecto de análise mais detalhada no capítulo 2. Durante os períodos experimentais os animais foram mantidos em caixas metabólicas.

Os animais foram alimentados duas vezes por dia (9:00 e 16:00 h), em regime ad libitum, tendo sido admitidas rejeições de 10% do alimento administrado. Durante todo o ensaio os animais tiveram sempre à sua disposição blocos de sais minerais. Em cada período experimental toda a silagem destinada ao consumo pelos animais foi congelada após ter sido retirada do silo, procedendo-se na véspera ao descongelamento das doses a fornecer diariamente.

Cada período experimental consistiu em 14 dias de habituação à dieta, seguido de 7 dias de registo individual e diário das quantidades de alimento oferecido e recusado, água oferecida e recusada e fezes e urinas excretadas. Foram ainda efectuadas recolhas individuais e diárias de amostras do alimento oferecido e recusado, bem como de 10% das fezes e 5% das urinas excretadas, que no final de cada período foram agrupadas em amostras compósitas por cada tratamento e animal. As amostras de silagem e respectivas sobras, assim como as das fezes, foram congeladas a  $-18^{\circ}\text{C}$ . As amostras de

urina foram guardadas em frascos opacos escuros e refrigeradas, tendo sido imediatamente analisadas no final de cada período de recolha. Para evitar perdas de amónia adicionou-se diariamente ao recipiente de recolha das urinas 5 ml de ácido sulfúrico a 50%.

Todas as amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C durante 48 h, com excepção das amostras de silagem que foram subdivididas em duas porções, tendo uma dessas porções sido congelada a -18°C e destinada às análises químicas a processar sobre material fresco, e a outra sofrido tratamento idêntico às demais amostras.

O peso vivo de cada animal foi registado no início e no fim de cada período de recolha e o valor médio foi tomado para o cálculo da ingestão voluntária (Anexo 1.9).

### **1.2.3. Análises químicas**

As amostras secas do material verde, alimentos, sobras e fezes foram moídas em moinho de laboratório com crivo de malha redonda de 1 mm de diâmetro, antes de serem analisadas. Para determinação da humidade residual foram utilizadas subamostras de 3 g, que foram secas em estufa a 103°C durante a noite. Com esta determinação foi corrigido o teor de matéria seca (MS) das amostras, excepto no caso das silagens cujo teor de MS total foi determinado por destilação com

tolueno (DEWAR e McDONALD, 1961). O teor de cinzas totais foi determinado por incineração em mufla a 550°C durante 3 horas.

O azoto (N) total foi determinado pelo método macro-Kjeldahl, usando como catalisador o selênio (AOAC, 1975), sendo as amostras de silagem analisadas em fresco. Este teor foi utilizado para o cálculo da proteína bruta (PB), multiplicando-o por 6,25. A fibra insolúvel em detergente neutro (NDF) ou em detergente ácido (ADF), assim como a lenhina no resíduo de ADF (ADL) e o azoto ligado ao ADF (ADIN) foram determinados de acordo com o procedimento proposto por GOERING e VAN SOEST (1970). A celulose (CEL) foi calculada como a diferença entre os teores em ADF e ADL e a hemicelulose (HEM) como a diferença entre os teores em NDF e ADF. O teor de glúcidos solúveis (HCS) foi determinado pelo método do fenol de acordo com HERBERT *et al.* (1971).

A fim de avaliar a qualidade fermentativa da silagem foram feitos extractos das amostras congeladas que serviram para posterior determinação do pH, ácido láctico, ácidos gordos voláteis e azoto amoniacal. De modo a homogeneizar as amostras, as silagens foram fragmentadas num traçador de facas manual antes de se efectuarem os extractos. Os extractos foram preparados com 25 g de silagem e 225 ml de água destilada, ficaram a estabilizar durante 30 minutos e em seguida foram homogeneizados num liquificador, sendo posteriormente filtrados por quatro camadas de gaze (PARKER, 1978). Foi feita de seguida a leitura do pH. Os extractos



destinados às determinações de ácido láctico, ácidos gordos voláteis e azoto amoniacal foram congelados até ao seu processamento, tendo sido adicionado aos extractos destinados às duas últimas determinações 1 ml de ácido metafosfórico a 25% por cada 5 ml de extracto.

O teor de ácido láctico foi determinado pela técnica de HARPER e RANDOLPH (1960), cit. por PARKER (1978). O teor de azoto amoniacal foi determinado por destilação de 25 ml de extracto, sendo o destilado recolhido em 25 ml numa solução de ácido bórico a 4% . A titulação foi executada com ácido clorídrico 0,01 N, usando como indicadores vermelho de metilo e verde de bromocresol.

A determinação dos ácidos gordos voláteis (AGV) foi realizada no Departamento de Nutrição Animal da Estação Zootécnica Nacional, num cromatógrafo Hewlett-Packard, modelo A 5890, por cromatografia de adsorção, do tipo gás-líquido em isoterma, com detecção por ionização de chama. Foram utilizadas colunas de aço inoxidável de 2m de comprimento e secção interior de 1/8", cheias com FFAP 5% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> em Chromosorb WAW, granulometria 80 - 100 mesh. Utilizou-se como gás de arrasto o azoto, com um fluxo de 24 ml/min.. O detector de ionização de chama foi alimentado com hidrogénio e ar, com fluxos de 40 ml/min. e 450ml/min., respectivamente. As temperaturas do forno, injector e detector foram, respectivamente, de 130°C, 200°C e 250°C. Para quantificação de cada ácido nas amostras foi utilizado como padrão interno

o ácido isocaproico, que foi adicionado na quantidade de 2,21 mg a 3 ml do extracto, previamente acidificado com ácido metafosfórico e centrifugado a 10 000 r.p.m.. A quantidade de amostra injectada foi de 0,4  $\mu$ l.

A digestibilidade da matéria orgânica (DMO) in vitro foi determinada pelo método de TILLEY e TERRY (1963), modificado por ALEXANDER e McGOWAN (1966).

Todas as determinações foram efectuadas em duplicado, com excepção do N das urinas e silagem, ADIN, azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis das silagens que foram efectuadas em triplicado.

#### 1.2.4. Análise estatística

A análise de variância da composição química das forragens foi efectuada de acordo com um delineamento completamente casualizado com seis repetições, conforme o procedimento indicado por STEEL e TORRIE (1982). Para todos os demais parâmetros medidos foi feita uma análise de variância para um delineamento em quadrado latino duplo segundo o proposto por LELLOUCH e LAZAR (1974). A comparação das médias foi realizada através do teste de Newman-Keuls (HICKS, 1982). Consideraram-se como valores significativos (\*), muito significativos (\*\*), ou altamente significativos (\*\*\*) quando a probabilidade de ocorrência foi, respectivamente, de 95% ( $P < 0,05$ ), 99% ( $P < 0,01$ ) ou 99,9 %

( $P < 0,001$ ). Os resultados são apresentados como a média ( $\bar{X}$ ) das observações e respectivos erros padrões (EPM) ou desvios padrões (DP).

### **1.3. Resultados e discussão**

#### **1.3.1. Composição química das forragens conservadas e características de conservação da silagem**

No quadro 1.1 apresentam-se os resultados referentes à composição química da forragem verde destinada à fenação e ensilagem - MS1 (material verde ensilado), MF1 (material verde fenado - 1<sup>o</sup> corte), MF2 (material verde fenado - 2<sup>o</sup> corte). No quadro 1.2 é apresentada a composição química das três forragens conservadas - F1 (feno da 1<sup>a</sup> época de corte); F2 (feno da 2<sup>a</sup> época de corte) ; S1 (silagem da 1<sup>a</sup> época de corte). Verificaram-se diferenças significativas na composição química devidas, quer ao modo de conservação, quer ao avanço do estado fenológico. No anexo 1.3 inclui-se a análise de variância de cada um dos parâmetros analisados.

A MS da silagem foi inferior à MS da forragem antes de ensilada. Este facto dever-se-á provavelmente a não ter sido permitida a saída de efluentes do silo e ainda ao tipo de fermentação ocorrido na silagem (Quadro 1.3). Atendendo aos teores de ácido butírico que a silagem apresentou, parece ter ocorrido alguma fermentação do tipo clostrídrico e este tipo de fermentação provoca grandes perdas de MS sob a forma de

gases (McDONALD, 1981).

QUADRO 1.1. Composição química da matéria verde (% MS)

Parâmetros	MS1	MF1	MF2
MS (%)	23,61	23,58	58,33
MO	92,28	94,24	94,85
PB	9,22	8,68	4,42
HCS	9,46	9,97	5,08
NDF	54,82	54,49	63,30
ADF	35,46	36,84	37,78
ADL	5,28	5,52	5,25
HEM	19,36	17,65	25,52
CEL	30,18	31,32	32,53
ADIN (a)	3,16	3,11	11,54
DMO (b)	58,16	57,78	50,06

ADIN (a) (% do N total); DMO (b) - determinada "in vitro"

Qualquer um dos métodos de conservação originou aumentos nos teores de NDF, ADF, ADL e ADIN que foram, no entanto, superiores ( $P < 0,01$ ) na silagem quando comparados com o feno obtido na mesma época de corte. A fermentação que ocorreu durante a ensilagem traduziu-se igualmente numa diminuição acentuada dos teores de HCS, que foram inferiores ( $P < 0,01$ ) aos observados nos dois fenos. O aumento do teor de constituintes fibrosos na silagem fez-se sobretudo à custa duma concentração nos teores de celulose e ADL, não tendo ocorrido nenhuma alteração no teor de hemicelulose.

Embora vários autores tenham referido a ocorrência de alguma hidrólise da hemicelulose durante a ensilagem (MORRISSON, 1979; WOOLFORD, 1984), referindo mesmo um menor teor de hemicelulose nas silagens quando comparadas com os fenos obtidos a partir da mesma forragem (THOMAS *et al.*, 1969; PETIT *et al.*, 1985), tal não se verificou nas nossas condições experimentais.

QUADRO 1.2. Composição química das forragens conservadas (% MS) ( $\bar{X} \pm$  EPM; n=6)

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	signif.
	b	a	a		
MS (%)	21,22	83,40	84,73	0,46	**
	b	a	a		
MO	92,23	94,38	94,93	0,56	*
	a	b	c		
PB	9,35	7,57	4,46	0,52	**
	c	a	b		
HCS	2,75	8,72	4,27	0,07	**
	a	b	a		
NDF	65,52	57,31	64,80	0,73	**
	a	c	b		
ADF	46,47	36,65	40,33	0,59	**
	a	b	b		
ADL	8,18	5,36	5,94	0,42	**
	b	b	a		
HEM	19,05	20,67	24,52	0,67	**
	a	c	b		
CEL	38,29	31,30	34,39	0,45	**
	a	b	a		
ADIN	13,07	9,05	13,63	0,64	**
(% N total)					

Na mesma linha, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido - \* (P<0,05); \*\* (P<0,01).

A ensilagem permitiu uma maior (P<0,01) preservação da PB que a fenação executada na mesma época de corte. Parte da diminuição no teor proteico do feno ter-se-á devido

provalvemente à perda de folhas durante o processo de fenação.

O aumento dos teores em NDF, HEM e ADIN e a redução dos teores em PB e HCS verificado durante a 1ª época de fenação, poderá ter sido ocasionado quer por perdas por respiração, quer por perdas de folhas. Durante a 2ª época de corte terão ocorrido menores perdas por respiração, motivando pequenas alterações nos teores de PB, HCS e ADIN, consequência do elevado teor de MS da forragem nessa época de corte.

As características de fermentação da silagem são apresentadas no quadro 1.3. Atendendo à escala de classificação de LANGSTON *et al.* (1958), cit. por WOOLFORD (1984) (Anexo 1.1), esta silagem pode ser classificada de qualidade intermédia, sendo de esperar a presença de quantidades médias de esporos de clostrídios. No entanto, segundo a escala classificação de GOUET e GIRARDEAU (1974) (Anexo 1.1), silagens obtidas a partir de forragens com teores de glúcidos solúveis superiores a 7% e teores de ácido butírico superiores a 0,5 % da MS são classificadas de má qualidade, apresentando geralmente quantidades elevadas de clostrídios. Os teores de N-NH<sub>3</sub> e de ácido acético apresentados pela silagem foram, contudo, inferiores, respectivamente, a 10 % do N total e a 3 % da MS, considerados por aqueles autores como valores característicos de silagens cujos teores de ácido butírico sejam superiores

a 0,5 % da MS. A escala de classificação de NILSSON *et al.* (1956), cit. por McCULLOUGH (1978), é menos exigente e considera como de boa qualidade toda a silagem que apresente teores de N-NH<sub>3</sub> inferiores a 12,6% do N total e de ácido butírico inferiores a 0,2% da matéria verde (0,16 % da matéria verde no presente estudo).

QUADRO 1.3. Características da silagem ( $\bar{X} \pm DP$ )  
(n=6)

Parâmetros	(g/Kg de MS)	DP
MS (%)	21,22	1,69
pH	4,62	0,08
N-NH <sub>3</sub> (% N total)	9,14	1,93
Acido láctico	67,66	15,73
Acido acético	13,45	2,54
Acido propiónico	0,98	0,17
Acido isobutírico	0,53	0,20
Acido butírico	7,52	1,94
Acido isovalérico	—	—
Acido valérico	0,25	0,05
Acido caproico	0,27	0,32

O aumento dos teores de ADIN nas forragens conservadas tem sido relacionado com aquecimento durante o seu processamento, com conseqüente diminuição do seu valor nutritivo (THOMAS e YU, 1982). Ambos os métodos de

conservação originaram aumentos consideráveis de ADIN durante a 1ª época de corte fazendo suspeitar que tenha ocorrido algum aquecimento da forragem durante a ensilagem e a fenação. O aquecimento parece ter sido mais expressivo no caso da ensilagem em que os teores de ADIN quadruplicaram em relação aos observados no material verde.

O atraso de cerca de um mês na época de corte provocou grandes alterações na composição química da forragem. O feno da 2ª época de corte apresentou uma redução significativa ( $P < 0,01$ ) nos teores de PB, HCS e um aumento significativo ( $P < 0,01$ ) nos teores de NDF, ADF, HEM, CEL, ADL e ADIN. Estes resultados encontram-se de acordo com os de STALLCUP e HORTON (1957), NOLLER *et al.* (1959), KLEBESADEL (1969), BURGESS *et al.* (1972) e ABREU *et al.* (1982), no que diz respeito ao teor de PB, e de acordo com os resultados de FISHER e FOWLER (1975) e JASTER *et al.* (1985) em relação aos teores de NDF e ADF.

Os teores de PB das forragens obtidas na 1ª época de corte foram superiores aos teores de PB apresentados por ABREU *et al.* (1982), MOREIRA (1986-a), GOIC e THIERMANN (1986) para a forragem de aveia no mesmo estado fenológico (valores entre 3,8 e 5,8%; Anexo 1.2), o que parece indicar alguma participação da ervilhaca. São, no entanto, inferiores aos valores referidos por OUKNIDER e JAQUARD, 1986, BENTO *et al.* (1987), POLO e BELLIDO (1987), LETO *et al.* (1988) para a mesma consociação (entre 10 e 12,4 %; Anexo 1.2),





possivelmente devido à utilização de diferentes variedades ou condições de cultivo. Valores idênticos aos observados no presente estudo são referidos por SERRANO 1978, ANDRADE, 1989 e SILVA e SERRANO, 1990.

Vários autores obtiveram com o cultivo de aveia estreme, valores de PB, entre 10 e 14,5%, superiores aos encontrados neste ensaio para a consociação com a ervilhaca (STAHELI e NEUMAN, 1958; NOLLER *et al.*, 1959; CHRISTENSEN *et al.*, 1977-a/b; MARTEN, 1982; JASTER *et al.*, 1985 - Anexo 1.2), reflectindo a grande variabilidade da aveia em diferentes condições edafo-climáticas e de cultivo.

A contribuição do N da ervilhaca para o N total da consociação parece ter diminuído na 2ª época de corte, uma vez que os valores observados na consociação se assemelham aos valores de N observados por vários autores (THOMPSON e DAY, 1959; BURGESS *et al.*, 1972; ABREU, 1982 e GOIC e THIERMANN (1986) para a aveia em idêntico estado fenológico (Anexo 1.2). Em estudos efectuados com esta consociação OUKNIDER e JACQUARD (1986) verificaram que a participação da ervilhaca diminuía à medida que a maturação da aveia avançava.

Tal como para a PB, os valores de NDF, ADF e ADL desta forragem apresentados na literatura são bastante variáveis para o mesmo estado fenológico, situando-se entre 47,5 % e 73 % para o NDF, 29,9 e 46 % para o ADF e 3,1 e 9 % da MS

para a lenhina (Anexo 1.2). Os valores observados para estes constituintes, na 1ª época de corte, encontram-se, no entanto, dentro da média dos valores apresentados na literatura (Anexo 1.2), ou seja 55% para o NDF, 36 % para o ADF e 5,8 % para o ADL, e foram semelhantes aos observados por SERRANO (1978) e ANDRADE (1989) nas condições edafo-climáticas do Ribatejo e Beira Baixa, respectivamente.

O aumento de 5 % nos teores de NDF verificado durante a fenação na 1ª época de corte foi inferior ao aumento de 14,3% observado para a mesma consociação por LETO *et al.* (1988). No entanto o aumento de NDF que verificámos devido à ensilagem foi bastante superior (+ 19,5 %). JARRIGE *et al.* (1981) referem que quanto maior é a fermentação ocorrida na silagem, maior é o incremento no teor de constituintes fibrosos.

Os teores de HCS encontrados foram semelhantes aos valores apresentados por DEMARQUILLY (1970) para a aveia em plena maturação, mas bastante inferiores aos valores desse mesmo autor (12,5%) para a aveia no estado de grão leitoso.

### 1.3.2. Ingestão de MS e água

Na figura 1.1 apresentam-se os valores da ingestão média de MS observados nos animais alimentados com as três forragens conservadas. Os valores obtidos em cada um dos animais são apresentados no anexo 1.4 e a respectiva análise

de variância no anexo 1.5.

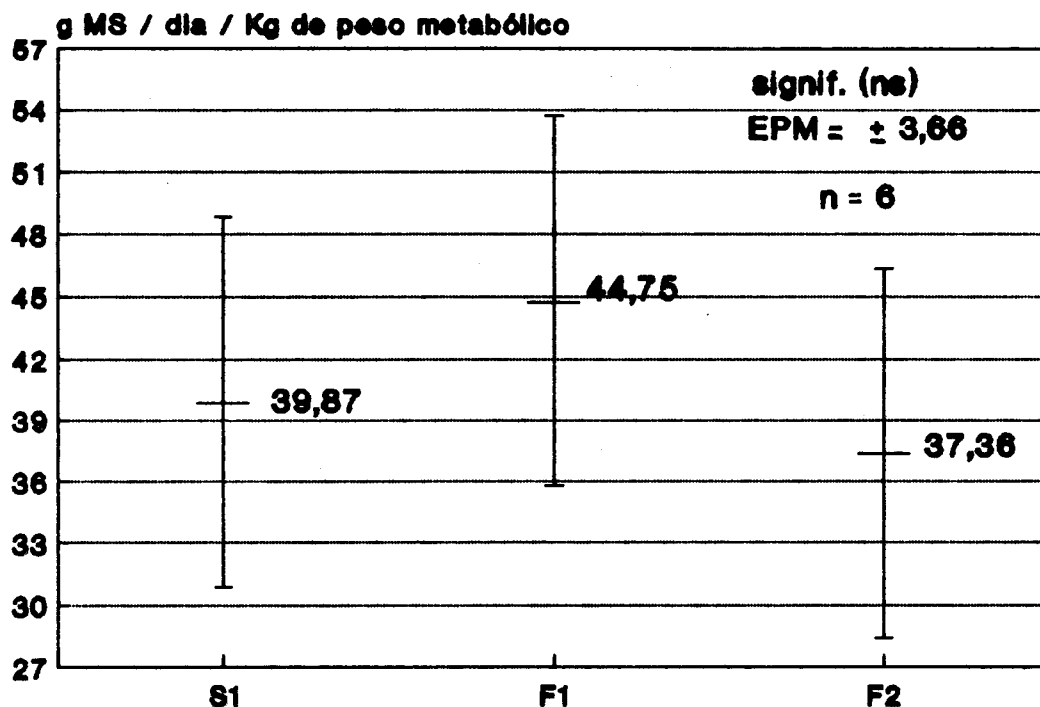


FIGURA 1.1. Ingestão média de MS (g/Kg  $P^{0.75}$ ) e respectivo intervalo de confiança, observada nos animais alimentados com as três forragens conservadas.

Devido à dispersão de valores em torno da média (coeficiente de variação de 22%), não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) na quantidade de MS ingerida pelos animais, embora a ingestão do F1 tenha sido superior em 12% à verificada na S1. A ingestão de MS na S1 foi semelhante à verificada no F2, cortado em avançado estado de maturação.

Os valores de ingestão de MS observados em qualquer das forragens testadas foram baixos, e inferiores aos valores médios de 42 e 60 g / Kg  $P^{0.75}$  que o sistema ARC (1980) atribui, respectivamente, a silagens e fenos. Foram

também inferiores aos observados por outros autores para forragens de aveia ou da sua consociação com leguminosas (Anexo 1.2), que variaram entre 46,3 e 77,1 g/ Kg de PV<sup>0.75</sup> para forragens verdes (DEMARQUILLY, 1970; CHRISTENSEN *et al.*, 1977-a; ABREU *et al.*, 1982; LETO *et al.*, 1988) e entre 48,0 e 91,1 g/ Kg de PV<sup>0.75</sup> para fenos (SERRANO, 1978; BENTO *et al.*, 1987; LETO *et al.*, 1988; ANDRADE, 1989). Para silagens os valores da literatura situam-se entre 1,62 e 2,33 % do PV (1,57% do PV no presente estudo) (BURGESS *et al.*, 1973; THORLACIUS e BEACOM, 1981; JASTER *et al.*, 1984; JASTER *et al.*, 1985) ou entre 45,4 e 95 g/ Kg PV<sup>0.75</sup>, (DEVUYST *et al.*, 1975; CHRISTENSEN *et al.*, 1977-b; BENTO *et al.*, 1987).

A qualidade de conservação da silagem poderá ter influenciado a sua ingestão, atendendo às correlações negativas encontradas por WILKINS *et al.* (1971), DEMARQUILLY (1973) e GILL *et al.* (1988) entre ingestão e qualidade de preservação. No caso da silagem ensaiada os teores de ácido butírico poderão estar associados a alguma fermentação do tipo clostrídico, que poderá ter ocasionado a produção de aminas. Para CLANCY *et al.* (1977) e BARRY *et al.* (1978-b) as aminas associadas a fermentações do tipo clostrídico são as principais responsáveis pelas reduções na ingestão das silagens. Contudo, o tamanho de partícula da silagem ensaiada (entre 5 e 10 cm) poderá ter tido a sua influência, dada a maior sensibilidade dos ovinos ao tamanho de partícula do que à qualidade de fermentação (DULPHY *et al.*, 1975; DULPHY *et al.*, 1984). Com efeito, DULPHY *et al.* (1975) verificaram um

aumento da ingestão de 35,6 para 50,3 g /kg P<sup>0.75</sup> em silagens com elevados teores de ácido butírico e azoto amoniacal, quando reduziram o seu tamanho de partícula de 5 a 10 cm para 2 a 3 cm, antes de a administrarem aos animais.

Os valores superiores de ingestão apresentados na literatura para silagens de aveia (BURGESS et al., 1973; CHRISTENSEN et al., 1977-b; JASTER et al., 1985), poderão ser consequência de terem sido medidos com bovinos, que parecem ingerir mais silagem que os ovinos (DEVUYST et al., 1975; DULPHY et al., 1984). Todavia, THORLACIUS e BEACOM (1981) e BENTO et al. (1987) observaram igualmente maiores ingestões de silagens de aveia, ou aveia ervilhaca, em ovinos, que seriam justificadas não só pela sua melhor preservação (a avaliar pelas características de fermentação apresentadas) como também, no caso dos valores obtidos pelos primeiros autores, pelos menores teores de NDF e ADF apresentados pelas silagens. BURGESS et al., 1972 e JASTER et al., 1985 encontraram correlações negativas entre os teores de ADF, ou NDF, e a ingestão da forragens de aveia, quer fornecidas em fresco, quer ensiladas. Estas correlações negativas têm vindo a ser salientadas por vários autores (VAN SOEST, 1965 e 1982; SEOANE, 1982; AITCHISON et al., 1986-a; MERTENS, 1987) para vários tipos de forragens. Contudo, a correlação encontrada entre a ingestão e o teor de NDF das forragens ensaiadas (Anexo 1.8) foi muito baixa ( $r = - 0,23$ ) e não significativa ( $P > 0,05$ ), o que poderá dever-se à interferência de factores como a qualidade de fermentação da silagem ou a variabilidade

entre animais.

Na figura 1.2 é apresentado o consumo de água observado durante os períodos experimentais e no anexo 1.7 a respectiva análise de variância. A dieta S1 originou uma redução significativa ( $P < 0,01$ ) na quantidade de água ingerida pelos animais, quando comparada com a observada nas dietas F1 e F2, entre as quais não se registaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ). Contabilizando a água ingerida com os alimentos não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) na ingestão total de água.

A menor quantidade de água ingerida na dieta de silagem é concordante com os resultados encontrados por WALDO *et al.* (1965-b), CAMPLING (1966) e SEKINE e ASHIDA (1987), e está de acordo com a afirmação de ATKENSON E WARREN (1934 - cit. por SESINE e ASHIDA, 1987) de que a introdução de um alimento succulento na dieta dos animais origina uma redução na quantidade de água bebida. A ausência do efeito da dieta na quantidade de água total ingerida, encontra-se de acordo com o verificado por SEKINE e ASHIDA (1987), mas em desacordo com o verificado por WALDO *et al.* (1965-b) e CAMPLING (1966) que observaram valores de água total ingerida significativamente superiores nas dietas de silagem. Para WALDO *et al.* (1965-b) o aumento na quantidade de água total ingerida nas dietas de silagem poderia reflectir-se numa redução da produção de saliva com a consequente redução da capacidade tampão do fluido ruminal. O aumento ou a diminuição na salivacão

influenciaria no mesmo sentido a taxa de diluição (COLE *et al.*, 1976 - cit. por OWENS e GOETSCH, 1986). O efeito do método de conservação sobre estes parâmetros será objecto de discussão no próximo capítulo.

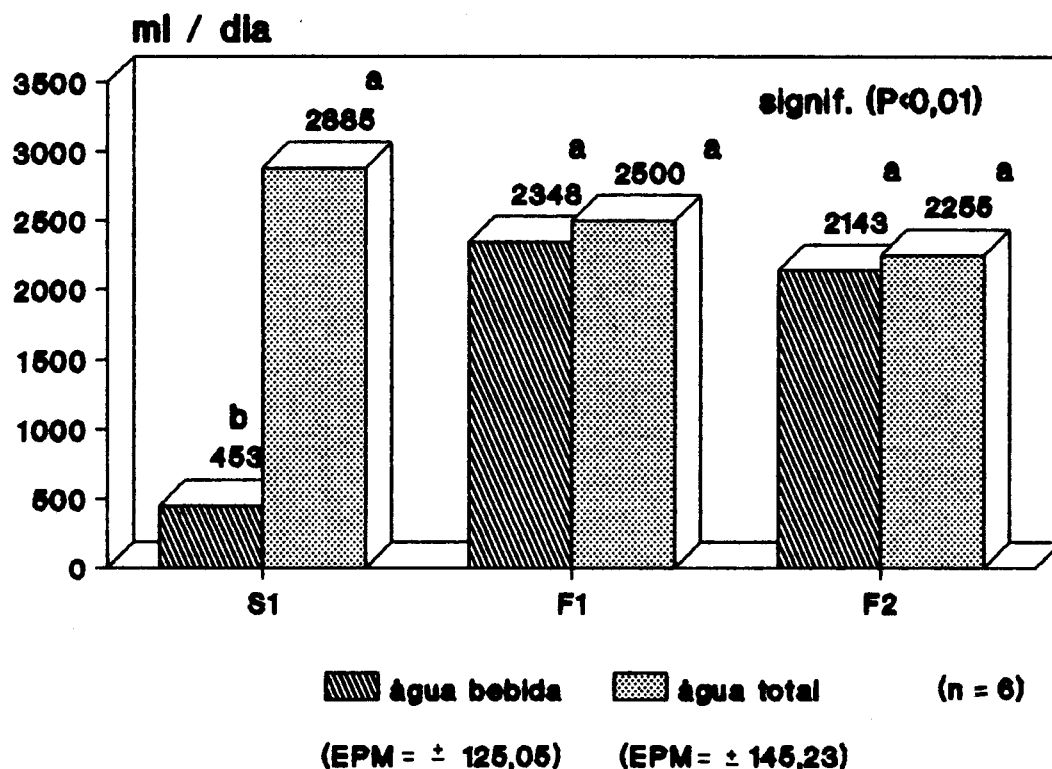


FIGURA 1.2. Água bebida e água total ingerida com as dietas experimentais. ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=6). Diferentes índices superiores em cada um dos parâmetros medidos, representam diferenças significativas para  $P < 0,01$ .

### 1.3.3. Digestibilidades aparentes da MO, NDF, ADF e PB

Os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade aparentes da MO (DMO), da NDF (DNDF), da ADF (DADF) e da PB (DPB) observados nas dietas experimentais são apresentados no quadro 1.4 e na figura 1.3. A respectiva análise de variância é apresentada no anexo 1.5.

O avanço do estado de maturação da forragem originou uma significativa redução ( $P < 0,05$ ) na DMO, que não foi afectada ( $P > 0,05$ ) pelo método de conservação. As DNDF e DADF foram superiores ( $P < 0,05$ ) na silagem, não se tendo registado diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os dois fenos. Tanto o método de conservação, como o avanço do estado de maturação afectaram significativamente ( $P < 0,05$ ) a DPB.

QUADRO 1.4. Coeficientes de digestibilidade aparente observados nas dietas experimentais ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ;  $n=6$ ).

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	signif.
DMO	68,16	63,01	55,99	1,52	**
DNDF	66,78	56,10	51,77	1,78	**
DADF	63,51	51,32	45,48	1,89	**
DPB	61,31	49,40	21,33	3,23	**

\*\* ( $P < 0,01$ )

Os valores de DMO das forragens conservadas foram superiores aos verificados nas forragens em verde (Quadro 1.1). Aqueles valores foram, no entanto, medidos "in vitro". Também BURGESS *et al.* (1972) e CHRISTENSEN *et al.* (1977-b) encontraram, neste tipo de forragens, valores de DMO superiores, quando a sua medição era feita "in vivo". Esta diferença poderá resultar de longos tempos de retenção das forragens nos compartimentos digestivos, uma vez que a extensão da digestão é determinada pelo tempo de retenção no compartimento onde se dá a digestão (VAN SOEST, 1982; HOVELL 1986). Poderá dever-se ainda às condições de fermentação "in



vitro".

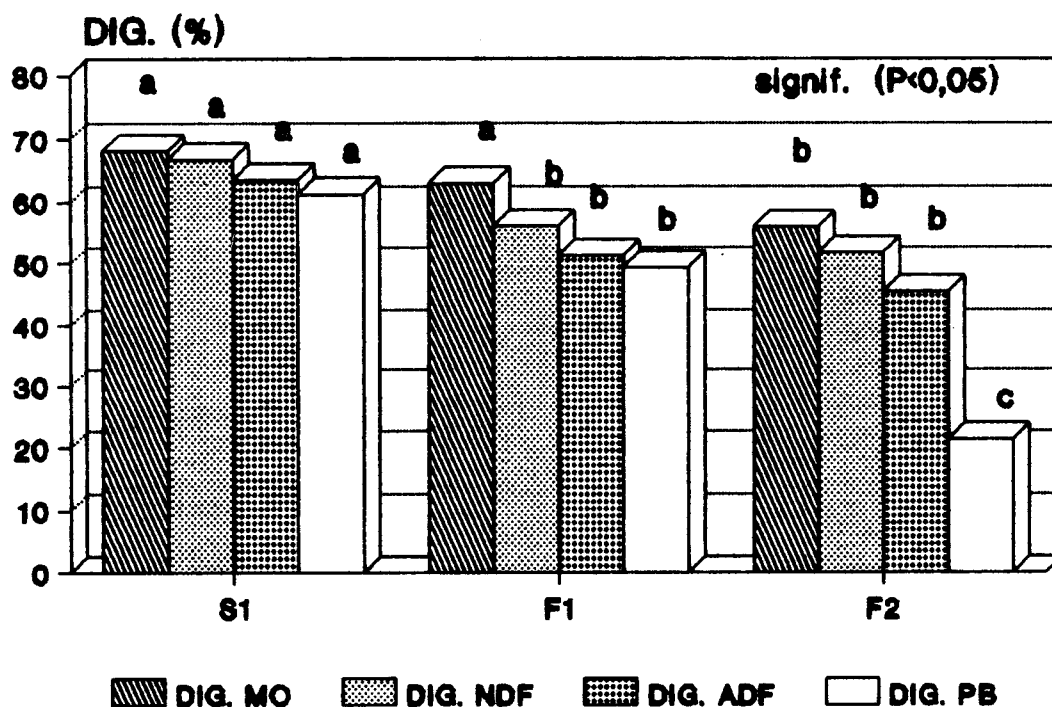


FIGURA 1.3. Coeficientes de digestibilidade aparente verificados nas três forragens conservadas. Diferentes índices superiores em cada um dos parâmetros medidos, representam diferenças significativas para  $P < 0,05$ .

Os valores da DMO observados na S1 foram bastante superiores aos referidos na literatura (Anexo 1.2) para forragens de aveia ou aveia x ervilhaca cortadas no estado de grão leitoso/pastoso ( $\bar{X}=59\%$ ), com exceção dos valores referidos por SERRANO (1978), INRA (1980), ABREU *et al.* (1982) e GOIC e THIERMANN (1986), que foram idênticos aos obtidos no presente estudo.

O efeito do método de conservação na DMO das forragens foi bastante contraditório nos vários estudos comparativos

realizados entre fenos e silagens. Vários autores (McCARRICK, 1965; WALDO *et al.*, 1969; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981; ATWAL, 1983) encontraram valores de DMO superiores na silagem, mas nesses estudos comparativos o feno tinha sido alterado devido à ocorrência de chuva durante a fenação. Contudo noutros estudos comparativos (BARRY, 1975; BENTO *et al.*, 1987) a maior DMO da silagem observada parece ter-se devido antes a baixos níveis de ingestão. Quando a qualidade de preservação da silagem era afectada, maiores valores de DMO foram observados em fenos (GORDON *et al.*, 1961; WALDO *et al.*, 1965-a; VALENTINE e BROWN, 1973). No presente estudo, a DMO da silagem (68%) apresentou uma tendência para ser superior à do feno (63%), embora sem significância para  $P < 0,05$  (diferença mínima requerida = 5,27 - diferença mínima observada entre as duas forragens = 5,15). Este valor superior observado na silagem poderá ser justificado, quer pela sua menor ingestão, quer por uma maior taxa de digestão, quer por um maior tempo de retenção no rúmen. Associados a dificuldades de ruminação, vários autores encontraram tempos de retenção superiores em dietas de silagem, quando comparadas com fenos provenientes da mesma forragem e cortados no mesmo estado fenológico (CAMPLING, 1966; DULPHY *et al.*, 1975).

O avanço do estado de maturação originou um decréscimo significativo ( $P < 0,05$ ) na DMO, o que se encontra de acordo com o verificado por outros autores para a forragem de aveia (NOLLER *et al.*, 1959; HOGAN e WESTON, 1969; DEMARQUILLY,

1970; FISHER e FOWLER, 1975; ABREU *et al.*, 1982). A principal causa deste decréscimo não parece ser, como o apontado por CHERNEY e MARTEN (1982-b), o aumento dos teores de ADL, que permaneceram constantes nas forragens por nós ensaiadas. A diminuição de DMO observada poderá ter sido devida ao baixo teor de azoto que o F2 apresentou, assim como a um deficiente fornecimento de outros nutrientes (minerais, vitaminas, iso-ácidos, amino-ácidos) indispensáveis ao crescimento microbiano.

Os coeficientes superiores de digestibilidade da NDF e ADF verificados na silagem, relativamente aos dos dois fenos, encontram-se de acordo com o verificado por outros autores (SUTTON E VETTER, 1971; PETIT *et al.*, 1985; SHEEHAN *et al.* 1985; CHESTNUT *et al.*, 1988) em estudos comparativos entre fenos e silagens. Naqueles ensaios as digestibilidades superiores verificadas nas silagens serão justificadas pelas modificações que a ensilagem originou na composição das paredes celulares. MORRISON (1979) verificou uma perda de 10 a 20% das hemiceluloses e 60% dos ácidos fenólicos em gramíneas, como resultado do processo de ensilagem, sendo as maiores modificações verificadas em silagens bastante ácidas com valores elevados de pKa. Este autor verificou ainda que as perdas das hemiceluloses não eram uniformes e que as cadeias laterais de arabinose eram separadas preferencialmente aos resíduos de xilose. Para VAN SOEST (1982) a remoção da arabinose poderia aumentar a digestão dos polímeros de xilose, o que explicaria a maior digestibilidade

da NDF das silagens. Em festuca, CHESTNUT *et al.* (1988), verificaram uma redução do teor de NDF e hemicelulose após ensilagem, significativamente inferiores aos valores da mesma forragem fenada, e que resultaram em taxas de digestão da NDF e ADF mais elevadas nas silagens.

Ao contrário do verificado por aqueles autores, no presente estudo a ensilagem originou maiores teores de NDF e ADF, não se tendo, contudo, verificado nenhum aumento na concentração da hemicelulose, que se apresentou inferior em 7,8% ao valor observado para o F1, diferença que não foi significativa. As modificações que possam ter ocorrido no teor de hemicelulose, ou na sua composição, parecem ter sido pequenas e os maiores valores de DNDF e DADF verificados na S1 serão talvez devidos a outros factores como baixo nível de ingestão, ou superiores tempos de retenção no rúmen. Comparando silagens pré-fenadas com fenos MERCHEN e SATTER (1983), não encontraram diferenças na DNDF e DADF devidas ao método de conservação.

Os baixos valores de DNDF e DADF verificados nos fenos poderão dever-se ao seu baixo valor proteico, especialmente no caso do F2. Os microorganismos celulolíticos requerem amónia como principal fonte azotada, e um deficiente fornecimento deste nutriente afecta negativamente a digestão da NDF e ADF (VAN SOEST, 1982; HOOVER, 1986). Além de amónia muitos dos microorganismos celulolíticos requerem ainda aminoácidos e peptídeos, bem como, ácidos gordos como o

isobutírico, isovalérico e 2-metil butírico, para o seu óptimo desenvolvimento (ØRSKOV, 1982; THOMSEN, 1985; SUTTON, 1986).

Embora o grau de lenhificação das forragens tenha sido associado a uma diminuição na digestão dos componentes da parede celular (VAN SOEST, 1982), não se verificou nenhum aumento na concentração de ADL nas forragens ensaiadas, com excepção da S1, e não será esta a causa provável da diminuição da digestibilidade verificada nos fenos. O avanço do estado de maturação da forragem originou, contudo, incrementos significativos nos teores de hemicelulose e celulose, dependendo a sua disponibilidade para a degradação microbiana do grau de complexação com a lenhina ou ácidos fenólicos (AKIN, 1986).

A fenação e o avanço do estado de maturação afectaram negativamente a DPB. Todavia, a medição da digestibilidade aparente da PB não tem em conta o metabolismo dos compostos azotados ao longo do tracto digestivo. A extensa degradação que as proteínas da forragem sofrem durante a ensilagem origina uma elevada proporção de azoto não proteico nas silagens o qual é rapidamente degradado no rúmen, originando elevadas concentrações ruminais de amónia (JARRIGE *et al.*, 1981; THOMAS, 1982). As elevadas concentrações ruminais de amónia, associadas a baixos teores de glúcidos solúveis, originam frequentemente perdas substanciais de azoto nas urinas (McDONALD e EDWARDS, 1976; WILKINS, 1980, GRENET e

DEMARQUILLY, 1982) e, conseqüentemente, menores retenções azotadas, mas elevadas digestibilidades aparentes da PB.

A maior DPB verificada na S1 não parece ter sido acompanhada de acrescidas perdas urinárias de azoto, uma vez que não houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) na quantidade de azoto urinário excretado, quer em g /dia (Quadro 1.5, Fig. 1.4), quer em % do N ingerido (Fig. 1.5). Para ØRSKOV (1982), quando as silagens são fornecidas em situações alimentares ad libitum, o azoto amoniacal derivado da silagem consumida num dado momento pode ser utilizado com a energia libertada a partir da MO da silagem consumida anteriormente, e permitir um adequado crescimento microbiano sem grandes perdas de azoto.

Valores de DPB superiores em silagens quando comparadas com fenos são referidos por EKERN e REID (1963) e GRENET e DEMARQUILLY (1982). SUTTON e VETTER (1971) e PETIT et al. (1985) observaram, pelo contrário, valores inferiores de DPB nas silagens que resultaram de danos ocasionados por aquecimento durante o processo de ensilagem. MERCHEN e SATTER (1983) e SHEEHAN et al. (1985) não encontraram diferenças devido ao método de conservação. Os primeiros autores salientaram, contudo, a irrelevância desta medição uma vez que observaram perdas superiores de azoto no rúmen nas dietas à base de silagem, que resultaram em quantidades inferiores de azoto não amoniacal absorvido no intestino.

Além do decréscimo no teor de PB, o avanço da maturação causou decréscimos acentuados na DPB. HOGAN e WESTON (1969), DEMARQUILLY (1970) e BURGESS *et al.* (1972) referem igualmente uma diminuição na DPB da forragem de aveia com o avançar da maturação mas nenhum destes autores observou valores tão baixos como os observados no F2. Contudo, ANDRADE (1989), em ensaios efectuados com fenos de aveia cujo teor de PB era semelhante ao do F2, observou igualmente digestibilidades aparentes da PB muito baixas representando o azoto fecal 71,6% do azoto ingerido. Parte do azoto fecal será provavelmente de origem metabólica, atendendo aos valores de azoto metabólico fecal encontrados para ovinos em dietas à base de fenos e palhas por SEOANE (1982) e SILVA (1985), e que foram, respectivamente, de 0,5 e 0,4 g/100 g de MS ingerida. Dada a ingestão média de 625 g de MS verificada nesta dieta, o azoto metabólico fecal terá variado entre 2,5 g/dia e 3,1 g /dia, o que aliado à baixa ingestão diária de azoto (4,4 g/dia) justifica em parte as baixas digestibilidades aparentes observadas.

#### 1.3.4. Azoto retido

No quadro 1.5 e na figura 1.4 são apresentados os valores de azoto retido observado nas forragens testadas, assim como, os valores de azoto ingerido, e azoto fecal e urinário excretados diariamente. Na figura 1.5 são apresentados os valores de azoto excretado expressos em % do azoto ingerido. A respectiva análise de variância é

apresentada nos anexos 1.5 e 1.6.

QUADRO 1.5. Balanço azotado (g/dia) observado nos animais alimentados com as três forragens conservadas ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=6)

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	signif.
N ingerido	10,03	8,82	4,42	0,77	**
N fecal	3,89	4,29	3,42	0,37	NS
N urinário	3,57	3,71	2,24	0,35	*
N retido	+2,57	+0,82	-1,39	0,52	**

\* ( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); NS - não significativo

Não se verificaram diferenças significativas no N ingerido devidas ao método de conservação ( $P > 0,05$ ) (Fig. 1.4). Este parâmetro diminuiu, no entanto, significativamente ( $P < 0,05$ ) devido ao avanço da maturação. Não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no N excretado (fecal e urinário), quer devidas ao método de conservação, quer devidas ao avanço da maturação. O N urinário foi, todavia, significativamente inferior na dieta F2 ( $P < 0,05$ ), se em vez do teste de Newman-Keuls fôr aplicado o teste da diferença mínima significativa. O N retido foi menor ( $P < 0,05$ ) na dieta F2, não se verificando qualquer diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as dietas F1 e S1.

Quando expresso em função do N ingerido (Fig. 1.5) o N fecal foi superior ( $P < 0,05$ ) na dieta F2, não se registrando



diferenças significativas entre o F1 e a S1. Não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no N urinário (% do N Ingerido) com quaisquer das três dietas testadas.

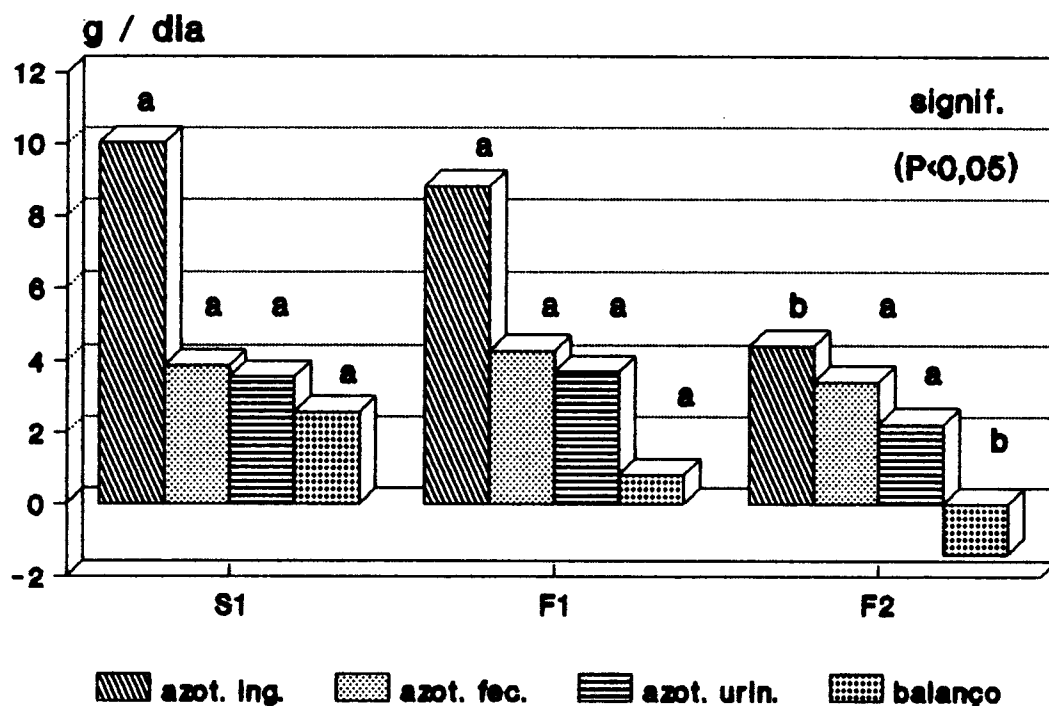


FIGURA 1.4. Balanço azotado (g/dia) observado com as dietas experimentais. Diferentes índices superiores em cada um dos parâmetros medidos, representam diferenças significativas para  $P < 0,05$ .

Vários autores (WALDO *et al.*, 1965-a; WALDO *et al.*, 1969; SUTTON e VETTER, 1971; SHEEHAN *et al.*, 1985; BENTO *et al.*, 1987) comparando feno e silagens cortadas no mesmo estado fenológico, obtiveram valores superiores de azoto retido com dietas à base de feno. Estes resultados foram atribuídos, quer a indesejáveis fermentações na silagem que conduziram a elevados níveis de azoto amoniacal (WALDO *et al.*, 1969), ou a elevação exagerada da temperatura (SUTTON e VETTER, 1971), quer a menores ingestões de azoto (SHEEHAN *et*

al., 1985; BENTO *et al.*, 1987) e energia (WALDO *et al.*, 1965-a).

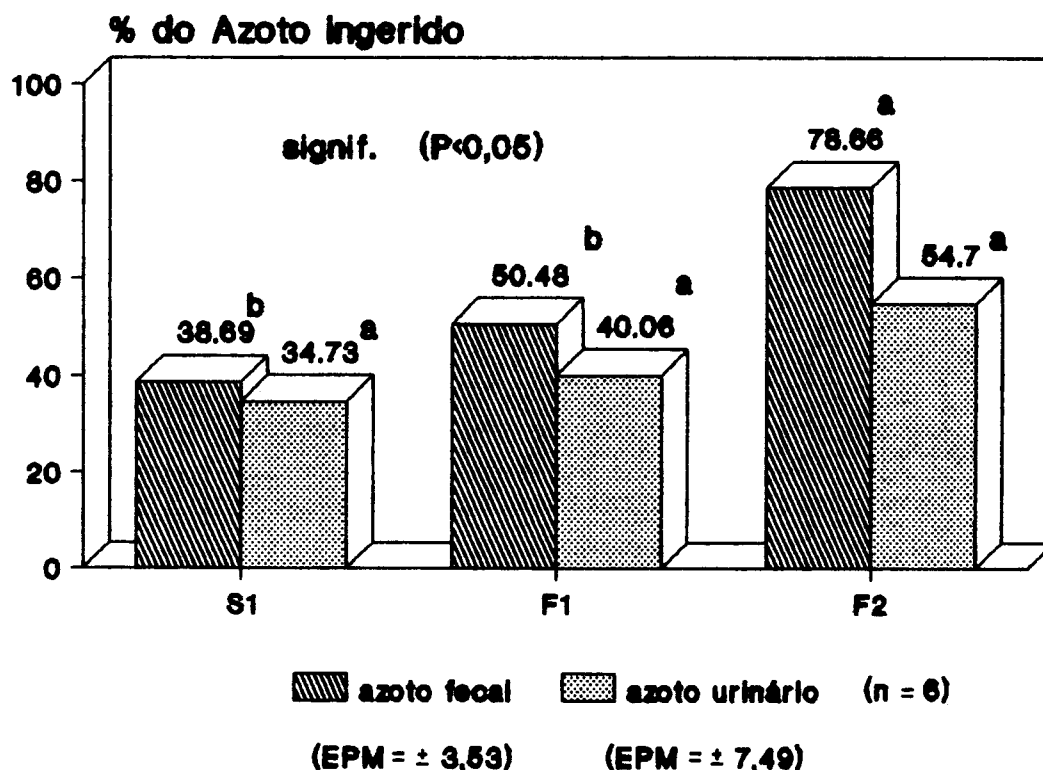


FIGURA 1.5. Azoto excretado em % do azoto ingerido. ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=6). Diferentes índices superiores em cada um dos parâmetros medidos, representam diferenças significativas para  $P < 0,05$ .

A fermentação ocorrida durante o processo de ensilagem origina frequentemente grandes perdas de azoto na urina (FORBES e JACKSON, 1971; BARRY *et al.*, 1978-a; GRENET e DEMARQUILLY, 1982; GRENET, 1983). Tal não aconteceu no presente ensaio, possivelmente porque terá havido uma sincronização entre o azoto amoniacal ingerido com a silagem num dado instante e a energia libertada a partir da digestão da MO da silagem consumida anteriormente, conforme o proposto por ØRSKOV (1982), quando as silagens são fornecidas em regime *ad libitum*. GRENET (1983) verificou que

o azoto retido nas dietas de silagem se encontrava positivamente correlacionado com a digestibilidade da MO.

O avanço do estado de maturação da forragem originou uma diminuição na quantidade de azoto retido tal como o verificado por HOGAN e WESTON (1969). Esse decréscimo dever-se-á a uma diminuição na quantidade de azoto ingerido e a um decréscimo acentuado na digestibilidade do azoto.

#### 1.4. Conclusões

Face aos resultados obtidos será aconselhável o uso de aditivos, ou a utilização de pré-fenação, quando se ensilar esta forragem em estados fenológicos idênticos aos ensaiados, de forma a melhorar as suas características de fermentação.

A contribuição da ervilhaca para o incremento do valor alimentar desta forragem terá sido pequena, não sendo perceptível quando em avançado estado de maturação. O corte da forragem naquele estado de maturação originou uma redução no seu valor alimentar, que se manifestou por uma diminuição significativa nos coeficientes de digestibilidade da MO e PB e na quantidade de azoto retido pelos animais.

Quer a fenação, quer a ensilagem provocaram alterações na composição química da forragem que se repercutiram num incremento dos constituintes fibrosos e numa redução nos teores de glúcidos solúveis, especialmente significativos no

caso da ensilagem. A fenação originou uma redução no teor proteico da forragem. Não se verificaram, no entanto, diferenças significativas devidas ao método de conservação no valor alimentar da forragem, com exceção das observadas para as digestibilidades aparentes da PB, NDF e ADF que foram superiores na silagem. As diferenças verificadas na digestibilidade da NDF e ADF não parecem dever-se a modificações na composição dos constituintes das paredes celulares. O azoto retido pelos animais não diferiu significativamente nos dois métodos de conservação e não se observaram maiores perdas urinárias de azoto devidas à ensilagem.

A ingestão de MS verificada nas três forragens foi baixa, e se no caso da silagem poderá ser justificada pelo tipo de fermentação ocorrido, no caso do feno estará mais dependente do teor em constituintes da parede celular e de outros factores que condicionam a sua digestão.

Embora a quantidade de água bebida tenha sido inferior nas dietas de silagem, não se verificaram diferenças significativas na quantidade de água total ingerida.

Este tipo de forragem garantirá apenas as necessidades de manutenção dos animais, se cortado na 1ª época de corte testada. Atendendo à ausência de diferenças significativas na ingestão, assim como à melhor digestibilidade dos constituintes da parede celular e à tendência para permitir

melhores balanços azotados e melhores digestibilidades da matéria orgânica apresentados pela silagem, será aconselhável a utilização deste método de conservação da forragem, que poderá ainda ser favorecido se se melhorarem as características de fermentação.

## CAPÍTULO 2

### EFEITO DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO E ÉPOCA DE CORTE NAS CARACTERÍSTICAS DA FERMENTAÇÃO RUMINAL DA FORRAGEM DE AVEIA X ERVILHACA

#### 2.1. Introdução.

Na experiência anterior a silagem evidenciou melhor digestibilidade da PB, NDF e ADF, e uma tendência para uma superior digestibilidade da MO, quando comparada com os fenos ensaiados. Tais resultados poderão dever-se a taxas de digestão superiores, ou a maiores tempos de retenção no tracto gastro-intestinal, nos animais alimentados com as dietas de silagem. Poderão ainda dever-se a diferentes condições no ecossistema ruminal (pH, concentrações de azoto amoniacal) que, afectando o crescimento da população microbiana, condicionariam os valores de digestibilidade encontrados.

O grau de acidez das silagens pode interferir no pH ruminal, especialmente após as refeições, e causar decréscimos até valores de 5,8 (CLANCY *et al.*, 1977). Esse efeito afecta a ingestão de silagem (CLANCY *et al.*, 1977; DULPHY, 1985), e pode interferir na digestão dos constituintes da parede celular, dado o decréscimo na população celulolítica quando o pH ruminal diminui para valores inferiores a 6,0 (MOULD e ØRSKOV, 1983). Todavia, o

efeito da acidez da silagem no pH ruminal parece ser passageiro. CHAMBERLAIN *et al.* (1983 / 1985) observaram que 2 horas após a ingestão de silagem, o pH ruminal se aproximava da neutralidade, parecendo não afectar a sua digestão. Com efeito, em estudos comparativos com fenos provenientes da mesma forragem e cortados em estados fenológicos idênticos, a silagem apresentou taxas de digestão superiores (SMITH *et al.*, 1980; PRATES *et al.*, 1986). Confirmando aquelas observações, GILL *et al.* (1988) encontraram maiores produções de ácidos gordos voláteis nas horas seguintes à distribuição das refeições nos animais alimentados com silagens. A produção total diária de ácidos gordos voláteis não foi contudo afectada pelo método de conservação nos estudos efectuados por ANDERSON e JACKSON (1971) e GILL *et al.* (1988).

O grau de distensão da parede retículo-ruminal constitui um dos factores limitantes à ingestão voluntária de forragens (CAMPLING, 1970), sendo controlado pelos factores que afectam quer a sua digestão, quer a sua passagem naqueles compartimentos. A fraca ingestão verificada em todas as forragens testadas poderá estar relacionada com taxas de digestão lentas, dado o seu elevado teor em constituintes da parede celular. Lentas taxas de digestão conduzem a elevados tempos de retenção e a um limite na ingestão por distensão da paredes retículo-ruminais (VAN SOEST, 1982; HOVELL, 1986). As taxas de passagem poderão igualmente ter influenciado a ingestão. A alteração da motilidade do retículo-rúmen,

observada por CAMPLING (1966), DULPHY *et al.* (1975) e DESWYSEN e EHRLEIN (1979), nos animais alimentados com silagens, condicionaria a passagem destes alimentos no tracto gastro-intestinal e originaria maiores tempos de retenção no rúmen (CAMPLING, 1966; DULPHY *et al.*, 1984) que se repercutiriam numa menor ingestão da silagem.

Os valores semelhantes de azoto urinário observados no F1 e na S1 fazem supôr que tenha havido uma eficiente captação do azoto solúvel da silagem no rúmen, o que permitiria uma adequada síntese de proteína microbiana. A eficiência da síntese de proteína microbiana depende da sincronização entre a concentração ruminal de amónia, rapidamente libertada no rúmen devido à elevada degradabilidade da proteína das silagens, e a energia libertada durante a digestão da MO. A falta de sincronização desses dois processos origina frequentemente concentrações ruminais superiores de amónia nas dietas de silagem quando comparadas com fenos provientes da mesma forragem (WILKINS, 1980; GRENET e DEMARQUILLY, 1982). Contudo, ØRSKOV (1982) sugere que em regimes *ad libitum* a sincronização é possível, pois a amónia libertada num dado instante pode ser aproveitada com o ATP produzido a partir da MO digerida anteriormente.

Com o objectivo de determinar a influência de factores como pH, concentração de amónia ruminal, taxas de digestão da MS e NDF e taxas de passagem da fase sólida e líquida sobre a



ingestão, digestibilidade e azoto retido em animais alimentados com as forragens em estudo, procedemos à sua medição em ovinos com fistulas e cânulas ruminais.

## 2.2. Materiais e métodos

### 2.2.1. Animais e manejo

Foram utilizados nesta experiência três animais com cânulas ruminais de ebonite com 4 cm de diâmetro interno e 9 cm de falange externa, que serviram simultaneamente para colher os dados descritos na experiência anterior. Foi observado um intervalo de pelo menos um mês entre a operação cirúrgica para colocação das cânulas e o início dos ensaios. O tipo de cânulas utilizado originou rejeições que provocaram a morte de alguns animais e só após várias tentativas foi possível obter três animais em condições de prosseguir com os ensaios programados. Contudo, durante os períodos experimentais não ocorreu qualquer rejeição das cânulas ou aparecimento de lesões devidas à sua utilização.

Durante os períodos experimentais foram distribuídas aos três animais, na modalidade de quadrado latino, as dietas descritas em 1.2.1., constituídas pela silagem da 1ª época de corte (S1), feno da 1ª época de corte (F1) e feno da 2ª época de corte (F2). A sua composição química é apresentada no capítulo 1 - quadro 1.2. O manejo alimentar seguido foi o descrito em 1.2.2.

A recolha de amostras, em cada período experimental, obedeceu ao seguinte programa:

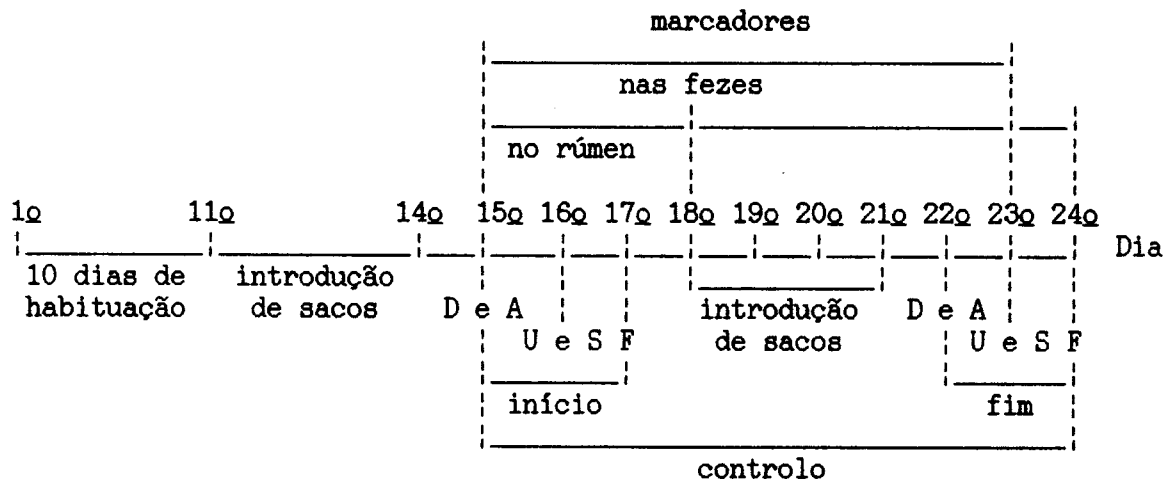


FIGURA 2.1. Esquema experimental utilizado. D - dieta; A - água; S - sobras; U - urinas; F fezes.

O conteúdo ruminal foi amostrado de 4 em 4 horas durante os dois primeiros dias do período de controle, começando a amostragem uma hora após a administração matinal dos alimentos. A recolha das amostras do conteúdo ruminal foi efectuada a partir de vários locais do retículo-rúmen com o auxílio de uma mangueira plastificada de 1,5 cm de diâmetro e de uma bomba de vácuo. A medição do pH do fluido ruminal foi efectuada imediatamente após a sua recolha, com um potenciómetro Orion Modelo 399 A, previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,00 e 4,01. Procedia-se em seguida à filtração do material recolhido por quatro camadas de gase, para remoção do material particulado. O material filtrado destinado à determinação de azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis foi imediatamente congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$ , após a adição

de ácido metafosfórico a 25% na proporção de 1 ml por cada 5 ml de fluido ruminal.

### 2.2.2. Determinação das taxas de digestão in situ

As taxas de digestão da MS e NDF de cada uma das três forragens conservadas testadas foram determinadas in sacco, sendo cada incubação realizada por duas vezes, em dias diferentes, durante cada período experimental ( Fig. 2.1) conforme o procedimento recomendado por MEHREZ e ØRSKOV (1977). A forragem incubada, previamente moída por crivo de 2 mm, correspondeu à forragem distribuída a cada animal durante esse período. Para confecção dos sacos utilizou-se nylon NY 55 HC da Hidro-Bios com uma dimensão média de poros de 4 x 14,4  $\mu\text{m}$  (57,6  $\mu\text{m}^2$ ). Cada saco, cujas dimensões eram de 17 x 9 cm, foi confeccionado com uma dupla costura de linha de nylon, sendo os cantos inferiores arredondados.

A quantidade de amostra incubada foi de 4,0 g de MS, correspondente à quantidade de 13,1 mg de MS por  $\text{cm}^2$  de superfície exposta do saco, sendo cada saco atado firmemente com um fio de nylon após a introdução da amostra. Os tempos de permanência dos sacos no rúmen foram de 6, 12, 24, 36, 48 e 72 h, e a sua introdução foi determinada de forma a permitir a recolha simultânea da totalidade dos sacos, com excepção do saco das 6h que foi incubado no 2º dia após o início da introdução dos sacos. Seguiu-se este procedimento a fim de evitar que mais de cinco sacos estivessem no rúmen ao

mesmo tempo, o que dificultaria a sua remoção, conforme referido por MEHREZ E ØRSKOV (1977). Procedeu-se à suspensão dos sacos no rúmen com um fio de nylon ligado por uma extremidade à tampa da cânula e suportando na outra extremidade um peso de chumbo de 150 g, envolto em envólucro de plástico. Para facilitar a colocação e a remoção dos sacos foram introduzidas argolas inox no fio de suspensão distanciadas entre si 1,5 cm, sendo o primeiro saco colocado a 25 cm da tampa da cânula conforme proposto por ØRSKOV et al. (1980).

Terminado o período de incubação, os sacos foram limpos exteriormente e em seguida o seu conteúdo foi lavado durante 15 minutos em água corrente. Para o efeito montou-se um dispositivo de lavagem com cinco pequenos chuveiros ligados à mesma torneira o que permitia a lavagem simultânea de cinco sacos. Os sacos lavados foram colocados em estufa a 60°C durante 36 h e em seguida foram pesados a quente para determinação do resíduo de MS. Cada determinação do resíduo foi corrigida com a tara do respectivo saco, também pesado a quente. Depois de cada utilização os sacos foram cuidadosamente lavados, secos e observados para detectar buracos ou alterações na malha, antes de serem reutilizados.

As taxas de digestão da MS foram calculadas com base no modelo proposto por ØRSKOV e McDONALD (1979) por ajustamento da exponencial  $p = a + b(1 - e^{-ct})$  em que  $p$  representa a matéria desaparecida ao tempo  $t$ ,  $a$  é a

intercepção (geralmente representa a fracção imediatamente solúvel), **b** o material insolúvel potencialmente degradável e **c** a taxa de digestão de **b**. A assíntota da curva, representada por **a+b**, constitui a degradabilidade potencial do material.

O material que poderia ser removido do saco, por solubilização aquosa ou saída de partículas, foi estimado mergulhando em água a 40°C sacos contendo 4 g de MS de cada um dos alimentos, durante 1 h, e agitando lentamente. Os sacos foram secos em estufa durante 36 h e posteriormente pesados a quente. O material solúvel foi estimado adicionando 2 g de MS de cada um dos alimentos a 200 ml de água a 40°C durante 1 h, após o que se procedia à sua filtração por papel de filtro Whatman nº 541. O resíduo foi seco em estufa a 60°C durante a noite e pesado a quente. A diferença entre a % de material removido do saco e a % de material solúvel representa a % de pequenas partículas perdidas (HOVELL *et al.*, 1986). Estas determinações foram executadas em triplicado.

Para determinação das taxas de digestão da NDF o resíduo de MS de cada saco foi analisado para o seu teor em NDF, expresso em % da MS. As taxas de digestão da NDF foram determinadas com base no modelo proposto por SMITH *et al.* (1972), baseado no conceito de WALDO *et al.* (1969), cit. por SMITH *et al.* (1971), de que os constituintes da parede celular se subdividem em duas fracções: a potencialmente digestível e

a indigestível. Foi considerado como NDF indigestível o resíduo de NDF obtido após incubação *in sacco* durante 72 h. A NDF potencialmente digestível em cada tempo de incubação (S) foi determinada pela diferença entre os resíduos de NDF em cada tempo de incubação e o resíduo de NDF às 72 h (expressa em % da fibra potencialmente digestível no instante  $t=0$  ( $S_0$ )). As taxas de digestão (k) foram calculadas regressando o seu valor transformado em logaritmo natural face ao tempo de incubação (t), segundo o modelo  $\ln S = \ln S_0 - kt$ . Foram excluídos da regressão os valores correspondentes ao tempo inicial ( $t=0$ ) conforme o proposto por MERTENS e LOFTEN (1980). O tempo de latência ( $t_L$ ) foi determinado do seguinte modo (MERTENS, 1973 - cit. MERTENS e LOFTEN, 1980):

$$t_L = (\ln S_r - \ln S_{0e}) / k$$

em que  $\ln S_r$  é igual ao  $\ln 100$  (logaritmo natural de 100% do NDF potencialmente digestível),  $\ln S_{0e}$  é o logaritmo natural do NDF potencialmente digestível às 0 h (estimado por regressão) e k é a taxa de digestão.

Todos os cálculos das taxas de digestão da MS e NDF foram efectuados utilizando o valor médio das duas observações realizadas em cada animal para cada tempo de incubação testado. Verificou-se em algumas ocasiões valores de resíduos com desvios da média superiores a três vezes o desvio padrão verificado para a respectiva hora de incubação, que foram rejeitados. Quando tal aconteceu utilizou-se

apenas um valor por animal.

### 2.2.3. Determinação das taxas de passagem da "digesta" no tracto gastro-intestinal

Para determinação das taxas de passagem da fase sólida e líquida da "digesta" foram administrados simultâneamente dois marcadores - a fibra insolúvel em detergente neutro mordantada com crómio, para a fase sólida, e o polietileno - glicol (PEG) (peso molecular 4000), para a fase líquida.

A preparação da NDF mordantada com crómio baseou-se na técnica de UDEN *et al.* (1980) e utilizou-se como fonte de NDF palha de trigo moída por crivo de 1 cm, depois de separado o material pulverulento ou algum grão existente. A palha de trigo foi submetida a extracção durante 2 h com detergente comercial conforme o procedimento descrito por ALMEIDA (1986), tendo-se em seguida prosseguido com o procedimento proposto por UDEN *et al.* (1980). Foi escolhido o tamanho de partícula de 1 cm por esta dimensão representar 44,4% do material particulado recolhido através de fistulas esofágicas em ovinos alimentados com o feno traçado em partículas de 5 a 10 cm, conforme o fornecido aos animais. Para separação das partículas as amostras foram separadas em material pulverulento (34,5% do total de MS colhido) e material particulado (65,5% do total de MS), sendo este posteriormente passado por crivos de 2,5, 2,0, 1,5, 1,0 e 0,5 cm.

A NDF mordantada foi analisada para determinação do seu teor de crómio, e a estabilidade da ligação do Cr à NDF foi determinada através da sua fermentação *in vitro* pelo método de TILLEY e TERRY (1963), seguida de doseamento do teor de Cr no resíduo. A NDF mordantada apresentou um teor de crómio de  $2,14 \% \pm 0,07$  (% da MS), cuja recuperação *in vitro* foi de  $99,52 \% \pm 3,96$ . A digestibilidade *in vitro* da MS da NDF mordantada foi de  $28,17 \pm 2,33$ . Estas determinações foram realizadas em triplicado e os valores apresentados são a média e desvio padrão observados.

A introdução dos marcadores no rúmen foi feita 1 h após a administração da refeição da manhã, em dose única de 30 g de fibra mordantada (dividida em 6 porções e distribuída por vários pontos do rúmen) e 10 g de PEG em 100 ml de solução aquosa. Colheram-se amostras do conteúdo ruminal a partir de vários locais do retículo-rúmen com o auxílio de um tubo de plástico de 15 mm de diâmetro e de uma bomba de vácuo. As fezes foram amostradas directamente no recto. A frequência de amostragem da "digesta" ruminal e das fezes foi a indicada no quadro 2.1. Antes da administração dos marcadores foram colhidas amostras da "digesta" do rúmen e das fezes, as quais serviram de brancos para correcção das concentrações dos marcadores.

As amostras de "digesta" ruminal foram filtradas através de 4 camadas de gase e o seu conteúdo separado em material particulado e fluido ruminal. O fluido ruminal foi



imediatamente congelado e posteriormente analisado para determinação do teor de PEG. As amostras do material particulado e das fezes foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C durante 48 h, moídas em moinho de laboratório por crivo de 1 mm, antes de serem analisadas para determinação do seu teor de Cr.

QUADRO 2.1. Frequência de amostragem da "digesta" do rúmen e das fezes para determinação da cinética de passagem dos marcadores.

Dia	Horas de colheita	
	Rúmen	Recto
1	14, 18, 22	16, 18, 22
2	02, 06, 10, 16, 22	02, 06, 10, 16, 22
3	10, 22	10, 22
4	10	10, 22
5		10, 22
6		10, 22
7		10

Foi utilizado o modelo de cinética de 1ª ordem proposto por ULYATT (1964), cit. por SNYDER *et al.* (1984) para estimar a taxa de desaparecimento dos marcadores no rúmen. O logaritmo natural da concentração dos marcadores no rúmen foi sujeito a regressão linear face ao tempo de amostragem após a sua administração. A taxa de passagem foi determinada como o declive da recta de regressão e o tempo médio de retenção

como o recíproco da taxa de passagem. Utilizando os resultados obtidos com o marcador da fase líquida estimou-se a percentagem do volume ruminal que passa por hora (% / h), multiplicando a taxa de passagem por 100. O volume ruminal (ml) foi calculado pela razão entre a quantidade de marcador introduzida no rúmen e a concentração do marcador às 0 horas (inverso do logaritmo natural da intersecção da recta de regressão - expresso em g/ml). O fluxo de passagem da fase líquida (l / h) no rúmen foi determinado multiplicando a taxa de passagem pelo volume ruminal estimado.

As taxas de passagem, determinadas a partir da concentração fecal do Cr, foram estimadas de acordo com o modelo proposto por GROVUM e WILLIAMS (1973) para os marcadores da fase líquida ( $y = Ae^{-K_1(t-TT)} - Ae^{-K_2(t-TT)}$ ), e mais tarde adoptado pelos mesmos autores para a fase sólida (GROVUM e WILLIAMS, 1977). A constante  $K_1$ , representando a taxa de passagem do marcador no rúmen, foi obtida por regressão linear dos logaritmos naturais das concentrações do marcador, na fase descendente da curva de excreção fecal, face ao tempo correspondente de amostragem. A constante  $K_2$ , representando a taxa de passagem do marcador no cego e colon proximal, foi calculada por transformação da porção ascendente da curva de excreção fecal pelo método descrito por SHIPLEY e CLARK (1972), cit. por SILVA (1985). Os tempos médios de retenção do material particulado no rúmen e no intestino grosso foram estimados, respectivamente, como os recíprocos de  $K_1$  e  $K_2$ . O tempo decorrido até ao aparecimento

do marcador nas fezes (TT) foi calculado a partir de:

$$TT = \ln A_2 - \ln A_1 / K_2 - K_1 \text{ (GROVUM e WILLIAMS, 1973)}$$

e o tempo médio de retenção do marcador no tubo digestivo (TMRT) a partir de:

$$TMRT = (TT + 1/K_1 + 1/K_2) \text{ (GROVUM e PHILLIPS, 1973).}$$

#### 2.2.4. Análises químicas

Todas as determinações de MS e NDF foram executadas como descrito em 1.2.3., tal como as determinações dos teores de azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis que foram realizadas, respectivamente em 25 ml e 0,4  $\mu$ l de fluido ruminal. Devido a limitações laboratoriais no processamento das análises de ácidos gordos voláteis as amostras recolhidas nas várias horas em cada período experimental foram juntas numa amostra composita única para cada animal, que foi posteriormente analisada.

Para determinação do teor de PEG no fluido ruminal, seguiu-se o método turbidimétrico de HYDEN (1955) modificado por RUSSELL *et al.* (1982). A curva padrão foi determinada com metade das doses recomendadas por aqueles autores de forma a ajustar-se à gama de valores observados. Dada a melhor correlação obtida, a curva padrão foi construída usando uma escala linear da concentração de PEG ( $r^2=0,9967$ ) em vez da sua transformação logarítmica ( $r^2=0,9713$ ). RUSSELL *et al.* (1982) justificaram a escolha da transformação logarítmica da curva padrão pelo facto de geralmente as concentrações de PEG

no fluido ruminal se situarem na porção inferior da curva padrão. A redução para metade das concentrações de PEG permite que as leituras das concentrações de PEG no fluido ruminal recaiam sobre toda a curva padrão, o que justifica a utilização da escala linear, para além da elevada correlação encontrada. A curva padrão assim determinada foi testada diariamente durante as determinações e caracterizada por uma elevada reproducibilidade, não se verificando diferenças significativas entre os declives encontrados.

O teor de crómio das amostras do rúmen e fezes foi determinado pela técnica de STEVENSON e LANGEN (1960), cit. por ALMEIDA (1986).

#### **2.2.5. Análise estatística**

Para análise do pH e teor em azoto amoniacal do fluido ruminal foi utilizado o modelo proposto por STEEL e TORRIE (1982) para um delineamento em "split-plot" com as unidades principais arranjadas em quadrado latino 3x3. A análise referente à concentração de ácidos gordos voláteis no fluido ruminal foi realizada para um quadrado latino simples (LELLOUCH e LAZAR, 1974), assim como toda a análise referente aos parâmetros estimados resultantes da aplicação dos modelos de cinética de passagem e digestão. A separação das médias foi realizada utilizando o teste da diferença mínima significativa (LSD) (HICKS, 1982).

A significância das diferenças entre os coeficientes de regressão das equações aplicadas à cinética de digestão e passagem foram analisadas de acordo com o proposto por STEEL e TORRIE (1982).

### 2.3. Resultados e discussão.

#### 2.3.1. Variação do pH, azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis.

O pH do fluido ruminal (Quadro 2.2) foi significativamente menor ( $P < 0,05$ ) nos animais que consumiram o F1, que nos animais que consumiram as dietas S1 e F2. O valor mais elevado ( $P < 0,05$ ) foi verificado cinco horas após a 1ª distribuição de alimentos (Fig 2.2; Anexo 2.1), e os valores mais baixos foram observados 6, 10 e 14 h após a 2ª distribuição de alimentos, e 1 h após a 1ª distribuição. A interacção hora x dieta não foi significativa ( $P > 0,05$ ) e as três dietas apresentaram uma variação semelhante ao longo do dia (Fig. 2.2; Anexo 2.3).

Não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) nas concentrações de amónia ruminal devidas, quer ao método de conservação, quer ao avanço do estado de maturação (Quadro 2.2; Fig. 2.3). O valor mais elevado de N-NH<sub>3</sub> foi observado 1 hora após a distribuição de alimentos e diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) dos valores observados nas restantes horas. O valor mais baixo ( $P < 0,05$ ) foi observado 5

horas após a distribuição da 1ª refeição. A variação do teor em azoto amoniacal ao longo do dia dependeu do tipo de forragem administrada aos animais, sendo a interacção hora x forragem significativa ( $P < 0,05$ ). Enquanto na dieta F1 se verificou uma elevação acentuada dos teores de azoto amoniacal após as refeições, na dieta S1 e, especialmente na dieta F2, a variação ao longo do dia foi menos pronunciada (Fig. 2.3; Anexos 2.2 e 2.3).

**QUADRO 2.2.** Valores médios de pH, azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis (A.G.V.) observados nos animais alimentados com as três forragens testadas. ( $\bar{X} \pm$  EPM;  $n=3$ )

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	Signif.
pH (c)	7,24 <sup>a</sup>	7,07 <sup>b</sup>	7,24 <sup>a</sup>	0,022	*
N-NH <sub>3</sub> (mg/100ml) (c)	8,47	10,32	5,85	1,720	NS
A.G.V. (mmol/l)					
Totais	56,30	65,23	50,93	1,824	$P < 0,059$
Acético	47,30	54,77	43,67	2,089	NS
Propiónico	4,75 <sup>b</sup>	6,52 <sup>a</sup>	4,84 <sup>b</sup>	0,084	**
Isobutírico	0,43	0,15	0,05	0,089	NS
Butírico	3,13 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>	2,16 <sup>b</sup>	0,060	**
Isovalérico	0,41	0,18	0,08	0,117	NS
Valérico	0,28	0,40	0,13	0,066	NS

Na mesma linha, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; NS - não significativo; (c)  $n=18$

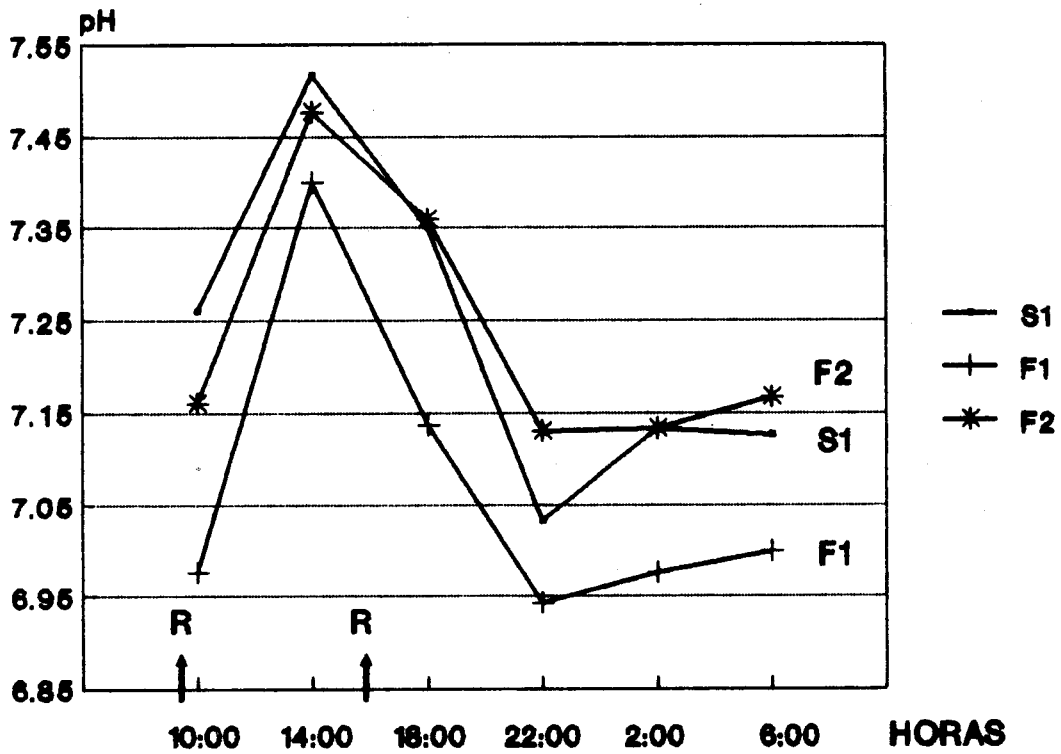


FIGURA 2.2. Variação do pH ao longo do dia. (R)- refeição

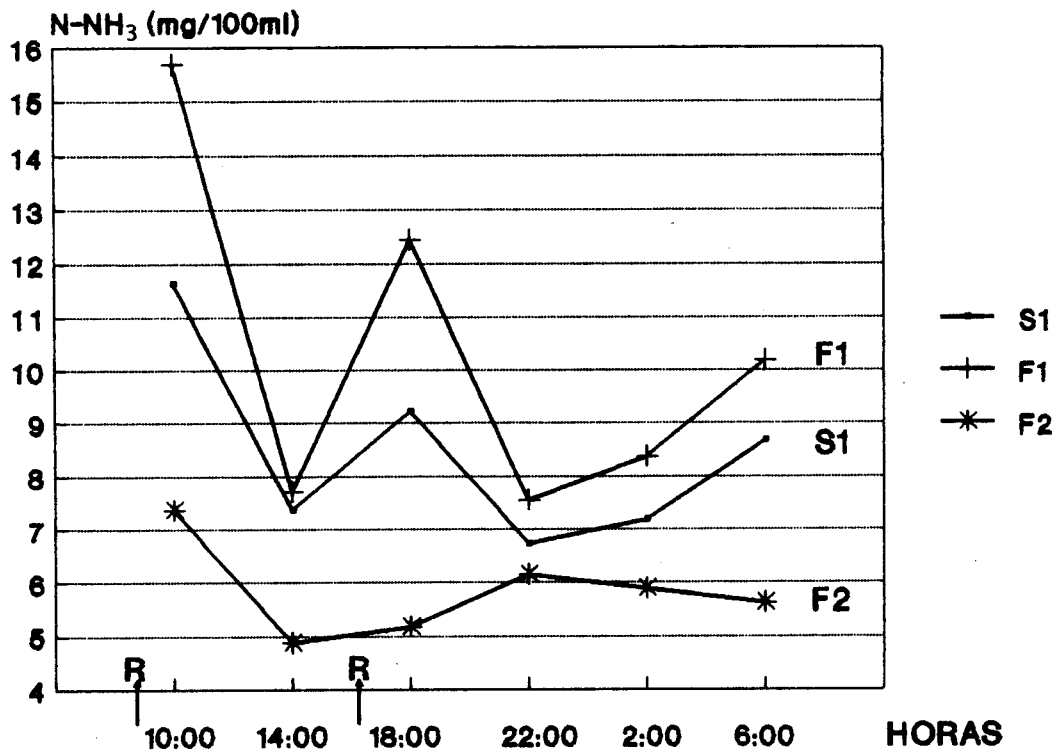


FIGURA 2.3. Variação da concentração de azoto amoniacal ao longo do dia. (R) - refeição

A concentração total de ácidos gordos voláteis no rúmen apresentou uma tendência ( $P < 0,059$ ) para ser superior na dieta F1 (Quadro 2.2). Contudo, a concentração média diária dos vários ácidos gordos voláteis medidos não foi afectada ( $P > 0,05$ ) pelo tipo de forragem distribuída aos animais (Quadro 2.2), com excepção das concentrações de ácido propiónico e butírico que apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,01$ ). A concentração de ácido propiónico foi significativamente mais elevada ( $P < 0,05$ ) na dieta F1 que nas dietas S1 e F2, e a concentração de ácido butírico foi significativamente menor ( $P < 0,05$ ) na dieta F2, não diferindo ( $P > 0,05$ ) nas dietas S1 e F1 (Quadro 2.2). Com excepção da proporção molar de ácido propiónico, não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) nas proporções molares dos vários ácidos gordos voláteis (Quadro 2.3). A dieta F1 apresentou a maior percentagem molar de ácido propiónico ( $P < 0,05$ ) e a dieta S1 a menor. A relação não glucogénica (RNG), (calculada conforme o proposto por ØRSKOV, 1975 - cit. por McDONALD e EDWARDS, 1976) apresentou uma tendência ( $P < 0,063$ ) para um valor superior na dieta S1 (Quadro 2.3).

Em anexo (Anexos 2.3, 2.4 e 2.5) são apresentadas as análises de variância respeitantes ao pH, concentração de azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis.



QUADRO 2.3. Efeito da forragem nas percentagens molares dos ácidos gordos voláteis. ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=3)

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	Signif.
Ac. acético	84,19	84,00	86,20	0,741	NS
Ac. propiónico	8,39 <sup>b</sup>	9,96 <sup>a</sup>	9,18 <sup>ab</sup>	0,156	*
Ac. isobutírico	0,75	0,23	0,12	0,139	NS
Ac. butírico	5,48	4,91	4,12	0,194	P<0,074
Ac. isovalérico	0,70	0,28	0,15	0,193	NS
Ac. valérico	0,48	0,61	0,23	0,116	NS
Acét./propión.	10,15	8,60	9,77	0,242	P<0,081
RNG (c)	10,91	9,12	10,44	0,242	P<0,063

(c)  $\text{RNG} = (A + 2B + V) / (P + V)$  em que A, P, B, V representam as proporções molares de ácido acético, propiónico, butírico e valérico, respectivamente.

Na mesma linha, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido \* - (P<0,05); NS- não significativo

O pH do fluido ruminal resulta do balanço entre a concentração de ácidos provenientes da fermentação microbiana dos alimentos e a produção de saliva que pela sua acção tamponizante, neutraliza aquele efeito acidificante. Assim, os menores valores de pH observados na dieta F1 poderão ser o reflexo da produção superior de ácidos gordos voláteis (quase significativa - P<0,059) verificada nesta dieta. O teor de ácido láctico da silagem (não muito elevado) e o facto deste ácido ser rapidamente metabolizado no rúmen - 1 a 1,5 h após a ingestão (SENEL e OWEN, 1966; CHAMBERLAIN *et al.*, 1983;

GILL *et al.*, 1986) poderão, por outro lado, justificar os valores superiores de pH observados na dieta S1. Estes valores poderão ainda resultar de uma actividade de mastigação e ruminação superior nas dietas de silagem de que resultaria uma maior produção de saliva. CAMPLING (1966) verificou que os animais que consumiam silagem gastavam mais tempo a mastigar e a ruminar que os animais sujeitos a dietas de feno.

Um tempo superior de ruminação poderá igualmente justificar os valores encontrados para o F2, uma vez que aquele aumenta com o teor fibroso da dieta. Em dietas à base de forragens de baixo valor alimentar, DULPHY *et al.* (1980), cit. por ULYATT *et al.* (1986), verificaram que o tempo de ruminação aumentava com o teor fibroso das dietas e que a ruminação podia atingir 10 h por dia. HOGAN e WESTON (1969) verificaram, igualmente, um aumento de 10 para 15 h de ruminação devido ao avanço do estado de maturação da forragem de aveia.

Os elevados valores de pH observados 5 e 2 h após a administração das forragens (Fig. 2.2; Anexo 2.1) parecem dever-se ao fraco teor em material solúvel destas forragens. Aliás, o elevado teor em constituintes fibrosos e o fraco teor em glúcidos solúveis destas forragens reflectiu-se igualmente nas percentagens molares dos ácidos gordos voláteis no fluido ruminal, muito elevadas para o ácido acético e muito baixas para o ácido propiónico. A diminuição

dos valores de pH observada 6 horas após a 2ª distribuição dos alimentos e 14h após a 1ª refeição, assim como os valores verificados 10 e 14 horas após a 2ª distribuição dos alimentos (Fig.2.2; Anexo 2.1), poderá reflectir a digestão dos constituintes fibrosos que atinge o seu máximo valor 6 a 18h depois da ingestão dos alimentos (VAN SOEST, 1982).

Em qualquer das três dietas os níveis de azoto amoniacal no rúmen estiveram acima de 5 mg/ 100 ml de fluido ruminal (Fig. 2.3), considerados por vários autores (SATTER e SLYTER, 1974; SATTER e ROFFLER, 1977; HOOVER, 1986) como o valor a partir do qual o N-NH<sub>3</sub> deixa de ser limitante para a síntese microbiana. ØRSKOV (1982) e HOOVER (1986) observaram, no entanto, que a máxima digestão dos nutrientes no rúmen se processava a níveis de azoto amoniacal superiores aos requeridos para o óptimo crescimento microbiano. A concentração de azoto amoniacal que suportaria o máximo crescimento microbiano ou a máxima digestão dos nutrientes estaria ainda dependente do substracto fermentado. Essas diferenças resultariam dum incremento nas necessidades de azoto amoniacal das microcolónias associadas quer à digestão de constituintes fibrosos, quer à digestão de amido. Atendendo aos valores compilados por HOOVER (1986), apenas as dietas S1 e F1 garantiriam o nível de azoto amoniacal de 8,0 mg/100 ml de fluido ruminal necessários para a máxima digestão dos nutrientes.

Devido à extensa fermentação que parece ter ocorrido na

silagem seriam de esperar concentrações ruminais superiores de azoto amoniacal nos animais alimentados com a S1 em relação aos animais alimentados com o F1, conforme o observado por McDONALD e EDWARDS (1976) ou GRENET e DEMARQUILLY (1982). O facto de tal não ter acontecido, assim como a menor flutuação daqueles teores ao longo do dia nas dietas S1, poderá ser o resultado do comportamento alimentar associado às dietas de silagem. DULPHY (1985) refere que os animais alimentados com silagem consomem menor quantidade de alimento a seguir à sua distribuição que os animais alimentados com forragens não conservadas, compensando ao longo do dia com um maior número de refeições. Tal comportamento alimentar explicaria a menor flutuação dos valores de azoto amoniacal nas dietas de silagem, assim como a retenção de azoto verificada nesta dieta. A repartição da ingestão de silagem ao longo do dia permitiria a sincronização do azoto amoniacal libertado após a ingestão com a energia libertada anteriormente a partir da digestão dos constituintes fibrosos. DONALDSON e EDWARDS (1980) verificaram uma menor flutuação nos teores de amónia ruminal quando ofereceram várias refeições de silagem, em vez de duas refeições diárias espaçadas de 12 h, e salientaram a importância do efeito do aumento da frequência das refeições no incremento do azoto total no rúmen.

SUTTON e VETTER (1971) observaram maiores concentrações ruminais de amónia nos animais que consumiram feno quando comparadas com as verificadas nos animais consumindo silagens

de corte directo ou pré-fenadas, que atribuíram, no entanto, à maior ingestão de azoto verificada nas dietas de feno.

A variação entre animais na concentração ruminal de azoto amoniacal foi bastante grande, especialmente no F2 (Anexo 2.2) e sugere uma diferente capacidade de reciclagem de azoto endógeno que terá sido particularmente importante nesta dieta dado o seu baixo teor em azoto. A importância do azoto reciclado na economia azotada dos animais alimentados à base de forragens com baixo teor em azoto, e em particular nas forragens de aveia, foi salientada nos trabalhos de HOGAN e WESTON (1969) e EGAN (1974), cit. por EGAN (1980). HOGAN e WESTON (1969) verificaram que em animais alimentados à base de forragem de aveia, cuja ingestão média diária de azoto era de 6,2 g, ocorria um ganho de 3,7 g/dia de azoto não amoniacal entre a boca e o duodeno. Nas dietas em que o teor de azoto é baixo o N reciclado constitui uma fonte de N rapidamente degradável que contribui para o "pool" de amónia ruminal, melhorando a síntese microbiana (EGAN *et al.*, 1986).

As concentrações ruminais de azoto amoniacal e ácidos gordos voláteis observadas nos animais alimentados com as forragens testadas reflectem o seu baixo valor alimentar. As concentrações de azoto amoniacal foram, no entanto, semelhantes às observadas por HOGAN e WESTON (1969) (5,3 mg/100 ml) e AZEVEDO (1989) (4,22 mg/100ml) para forragens de aveia em avançado estado de maturação. A concentração total de ácidos gordos voláteis foi inferior às referidas por

WESTON e HOGAN (1968) (95 a 75 mmol /l) e JASTER *et al.* (1984) (72,5 mmol/l), mas semelhantes às observadas por JASTER *et al.* (1985) (55,4 mmol/l) para forragens de aveia. Contudo, nenhum destes autores observou percentagens molares tão elevadas de ácido acético e tão baixas de ácido propiónico como as verificadas no presente estudo, situando-se as percentagens molares de ácido acético em cerca de 71% e as de ácido propiónico em 18%. A relação não glucogénica que observámos com estas forragens foi muito elevada, o que poderá originar eficiências de conversão da energia metabolizável muito baixas, uma vez que estes valores foram muito diferentes dos valores de 2,25 a 3,00 apontados por ØRSKOV (1975), cit. por McDONALD e EDWARDS (1976), como favoráveis a obtenção da eficiência máxima de conversão de energia para engorda.

Tal como o observado por ANDERSON e JACKSON (1971), a concentração de ácido propiónico, assim como a sua percentagem molar, foi inferior nas dietas de silagem, quando comparadas com feno cortado em idêntico estado de maturação. A menor concentração de glúcidos solúveis nas silagens, será, porventura, uma das causas determinantes daqueles valores.

Os resultados obtidos no presente estudo são contraditórios com os observados por EKERN e REID (1963) que observaram maiores proporções molares de ácido propiónico nas dietas de silagem que nas dietas de feno. Contudo, aqueles autores amostraram o fluido ruminal apenas nas primeiras

quatro horas a seguir à refeição da manhã e a maior percentagem de ácido propiónico poderá ter resultado do metabolismo do ácido láctico da silagem no rúmen (WALDO e SCHULTZ, 1956; CHAMBERLAIN *et al.*, 1983). DONALDSON e EDWARDS (1980) referem que a proporção de ácidos gordos voláteis varia ao longo do dia nos animais alimentados com silagem, sendo a proporção molar de ácido propiónico superior nas primeiras horas após a ingestão da silagem.

A diferença no padrão fermentativo ruminal entre fenos e silagens dever-se-á, sobretudo, à qualidade de preservação das forragens. Comparando fenos e silagens pré-fenadas, ROHR (1980) encontrou padrões fermentativos idênticos para os dois métodos de conservação.

### 2.3.2. Taxas de digestão

As curvas de desaparecimento da MS observadas para as três forragens em estudo são apresentadas na figura 2.4. O F1 apresentou uma taxa de digestão (c) superior ( $P < 0,05$ ) à das outras duas forragens que não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ) (Quadro 2.4). A percentagem de MS desaparecida às 6 e 12 horas de incubação foi superior ( $P < 0,05$ ) no F1, não diferindo ( $P > 0,05$ ) a S1 do F2 (Quadro 2.4).

Feno e silagem cortados na 1ª época de corte

apresentaram a mesma degradabilidade potencial (a+b), significativamente superior ( $P < 0,05$ ) à observada no feno da 2ª época de corte (Quadro 2.4; Fig. 2.4). Das três forragens apenas a silagem atingiu uma digestibilidade da M.S. próxima da sua degradabilidade potencial (Quadro 2.4).

QUADRO 2.4. Matéria Seca desaparecida (%) in sacco e características de degradabilidade determinadas por ajustamento da exponencial  $p = a + b(1 - e^{-ct})$  ( $\bar{X} \pm$  EPM; n=3)

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	Signif.
MS desaparecida (%)					
6 h	30,15 <sup>b</sup>	37,48 <sup>a</sup>	28,36 <sup>b</sup>	0,64	*
12 h	42,32 <sup>ab</sup>	50,83 <sup>a</sup>	36,02 <sup>b</sup>	1,58	*
24 h	56,14	59,51	47,79	1,89	NS
36 h	64,90	65,12	54,29	1,98	NS
48 h	64,31 <sup>b</sup>	68,26 <sup>a</sup>	59,49 <sup>c</sup>	0,67	*
72 h	67,43	67,78	63,30	0,68	$P < 0,068$
a+b	69,28 <sup>a</sup>	70,35 <sup>a</sup>	64,02 <sup>b</sup>	0,63	*
c (%/h)	5,52 <sup>b</sup>	6,53 <sup>a</sup>	4,99 <sup>b</sup>	0,16	*
c (%/h) (até às 36h)	7,33	5,89	4,67	0,95	NS
a	19,67	24,44	13,56	2,57	NS
DMS "in vivo"	68,30 <sup>a</sup>	63,33 <sup>ab</sup>	53,17 <sup>b</sup>	1,74	*
horas para atingir a DMS "in vivo"	71,76	30,19	33,61	6,54	$P < 0,07$

Na mesma linha, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido \* - ( $P < 0,05$ ); NS- não significativo



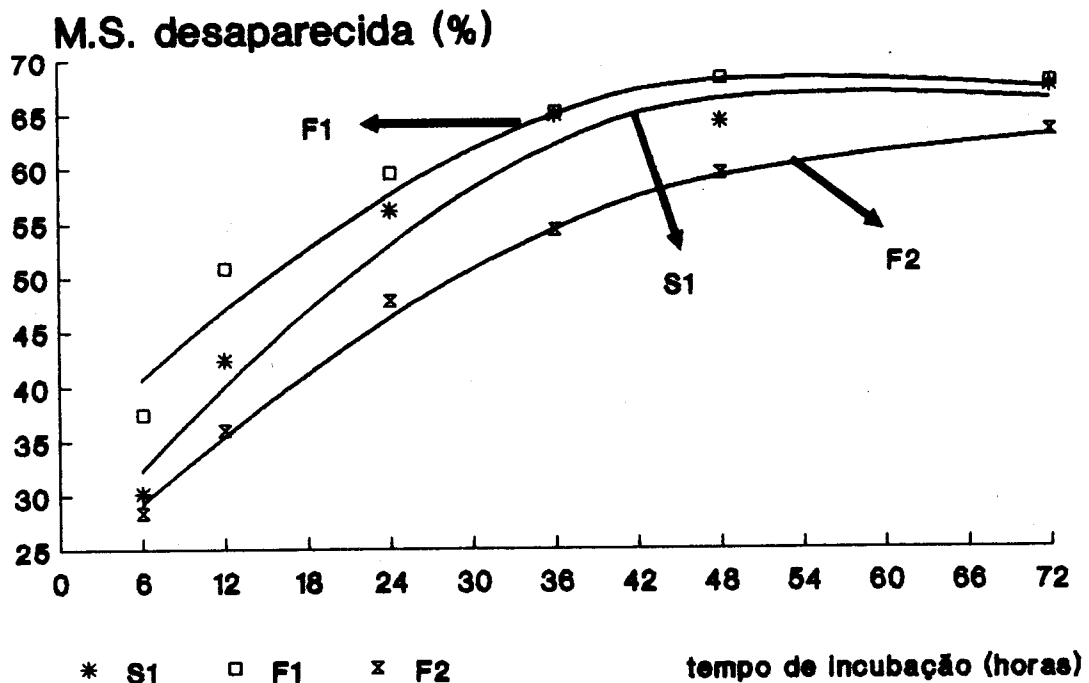


FIGURA 2.4. Desaparecimento da MS (%) das forragens in sacco, em função do tempo de incubação.

O material solúvel (a) parece ter sido subestimado (Quadro 2.5) quando calculado a partir da equação  $p=a+b(1-e^{-ct})$  em relação ao determinado, quer por incubação dos sacos em água a 40°C, quer por lavagem e filtração do material. No entanto, mediante a análise de variância efectuada (Anexo 2.10) os métodos de determinação não diferiram significativamente e apenas se verificaram diferenças significativas ( $P<0,01$ ) entre as forragens. A inexistência de diferenças entre o material solúvel determinado por incubação ou lavagem, parece indicar que a

moenda da amostra por crivo de 2 mm preveniu as perdas de material por saída dos sacos através dos seus orifícios.

QUADRO 2.5. Proporção de material solúvel (% da MS) determinado nas três forragens

Forragem	Método			$\bar{X}$
	equação	lavagem	incubação	
S1	19,67	23,60	24,25	22,50 <sup>b</sup>
F1	24,43	23,64	23,22	23,76 <sup>a</sup>
F2	13,56	17,20	16,65	15,80 <sup>c</sup>
$\bar{X}$	19,22	21,48	21,37	

EPM para forragem e método = 0,79

EPM para forragem x método = 1,37

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

Nem o método de conservação, nem o avanço do estado de maturação afectaram significativamente ( $P > 0,05$ ) as taxas de digestão do NDF potencialmente digestível (Quadro 2.6). O NDF potencialmente digestível às 6 horas de incubação e o tempo de latência (lag time) foram significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) no feno da 2ª época de corte (Quadro 2.6).

Embora não tendo sido significativa, a percentagem de NDF potencialmente digestível nas várias horas de incubação foi sempre mais elevada no F2 (Fig. 2.5) e este alimento apresentou uma tendência ( $P < 0,07$ ) para uma percentagem

superior de NDF indigestível às 72 horas de incubação (Quadro 2.6).

QUADRO 2.6. NDF potencialmente digestível (NDFPD), taxas de digestão (k) e tempos de latência (lag time) observados nas forragens ensaiadas ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=3)

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	Signif.
NDFPD (% So)					
6 h	74,21 <sup>b</sup>	78,92 <sup>b</sup>	85,82 <sup>a</sup>	1,00	*
12 h	54,83	50,23	71,54	4,04	NS
24 h	23,84	26,13	39,45	6,00	NS
36 h	5,77	11,68	16,04	5,16	NS
48 h	5,65	5,04	8,68	2,28	NS
k (%/h)	7,32	6,58	5,98	1,20	NS
k (%/h) (até às 36 h)	9,65	6,42	5,86	2,81	NS
" lag time "	1,81 <sup>b</sup>	2,25 <sup>b</sup>	5,41 <sup>a</sup>	0,34	*
resíduo de NDF (% MS)					
6 h	54,46 <sup>b</sup>	50,92 <sup>c</sup>	59,55 <sup>a</sup>	0,12	***
12 h	46,74 <sup>ab</sup>	41,20 <sup>b</sup>	53,80 <sup>a</sup>	1,18	*
72 h	24,52	23,79	29,52	0,87	P<0,07

Na mesma linha, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001; NS - não significativo

A matéria seca ingerida (g /Kg PV<sup>0.75</sup>) não se correlacionou significativamente com nenhum dos parâmetros medidos respeitantes às características de degradabilidade das forragens (Quadros 2.7 e 2.8).

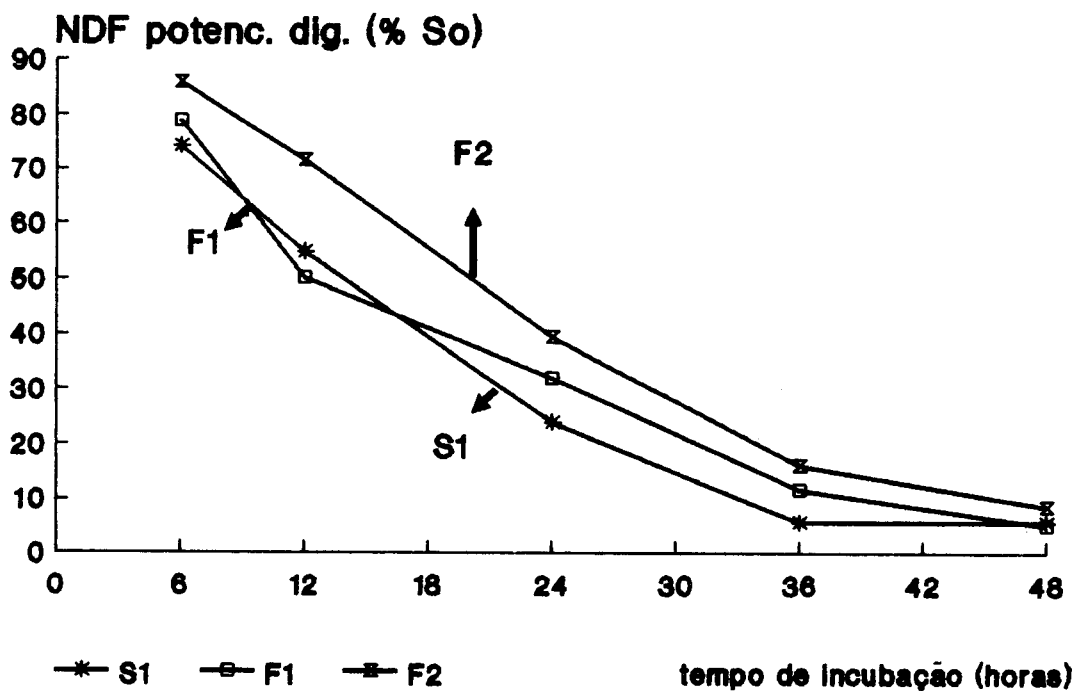


FIGURA 2.5. NDF potencialmente digestível (% So) das forragens em função do tempo de incubação

QUADRO 2.7. Relação entre a MS ingerida (g/Kg P.<sup>0.75</sup>) e as características de degradabilidade da MS nas 3 forragens (n=9).

Parâmetro	equação	r	Sy.x	sig.
c (%/h)	$Y = 27,29 + 2,349 X$	0,344	6,687	NS
(a+b)	$Y = 7,90 + 0,482 X$	0,266	6,864	NS
MS 6h	$Y = 7,51 + 0,287 X$	0,220	6,946	NS
MS 12h	$Y = 13,36 + 0,298 X$	0,299	6,679	NS
(a)	$Y = 25,71 + 0,698 X$	0,376	6,600	NS
D.M.S.	$Y = 53,65 + 0,203 X$	0,168	4,610	NS

(a+b)- degradabilidade potencial; (MS 6h)- % da MS desaparecida in sacco às 6 h; (MS 12h)- % da MS desaparecida in sacco às 12h; (a)- material solúvel (% da MS) determinado por incubação de sacos em água a 40°C; D.M.S.- digestibilidade da MS in vivo.

QUADRO 2.8. Relação entre a MS ingerida (g/Kg P.<sup>0.75</sup>) e as características de degradabilidade da NDF nas 3 forragens (n=9).

Parâmetro	equação	r	Sy.x	sig.
k (%/h)	$Y = 45,98 - 0,807 X$	-0,169	7,02	NS
"lag time"	$Y = 44,08 - 1,095 X$	-0,298	6,80	NS
NDF 6h	$Y = 61,96 - 0,172 X$	-0,256	4,61	NS
NDF 12h	$Y = 57,70 - 0,257 X$	-0,300	5,82	NS

k - taxa de digestão do NDF potencialmente digestível; NDF 6h - resíduo de NDF (% da MS) às 6h; NDF 12h - resíduo de NDF (% da MS) às 12h

A análise de variância respeitante às características de degradabilidade da MS e NDF potencialmente digestível é apresentada em anexo (Anexos 2.6, 2.7, 2.8 e 2.9).

A cinética de desaparecimento da MS e NDF potencialmente digestível determinada *in sacco* obedeceu aos modelos aplicados, que explicaram entre 80 a 99% da variância observada (Anexos 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16). Os modelos utilizados aplicaram-se melhor à cinética de desaparecimento observada nos fenos ( $r^2$  entre 92 e 99%) que à observada na silagem ( $r^2$  entre 80 e 99%). Estes resultados parecem ser consequência duma aparente paragem da digestão, observada na silagem (Quadros 2.4 e 2.6) entre as 36 e 48 h.

Os modelos utilizados assumem que os substractos fermentados são homogénios e são sempre degradados à mesma

taxa. Esta aproximação é no entanto questionável. Para PRESTON e LENG (1985) a descrição do desaparecimento da MS através duma curva resulta provavelmente da presença no alimento de compostos com diferentes taxas de digestão. Esta hipótese poderia explicar os menores coeficientes de determinação encontrados para a silagem. A silagem seria constituída por dois tipos de substractos: um substracto com uma taxa de digestão mais rápida até às 36 h e um substracto com uma taxa de digestão mais lenta até às 72 h, dedução para a qual as taxas de digestão observadas na silagem até às 36 horas parecem apontar. Contudo, os diferentes coeficientes de determinação observados entre carneiros (Anexos 2.11 e 2.14) poderão indicar antes um problema de entrada de material procedente do fluido ruminal nos sacos incubados.

A dificuldade da reprodução "in vitro" de todas as condições presentes no ecossistema ruminal (pH, motilidade, diferentes populações microbianas, remoção dos produtos finais da digestão) tornam atractiva a utilização da técnica de incubação "in sacco". Esta técnica é contudo afectada, por uma série de variáveis tais como a porosidade do material utilizado na confecção dos sacos, o tamanho de partícula do material incubado, o tamanho da amostra por superfície de exposição, a contaminação microbiana do material incubado, entre outras.

Vários autores recomendam a utilização de material com

uma porosidade média superior a 36  $\mu\text{m}$  (UDEN e VAN SOEST 1984; LINDBERG *et al.*, 1984; NOCEK, 1985 e 1988). Tal recomendação deriva da observação de que a utilização de material com tamanho de poro inferior a 36  $\mu\text{m}$  apenas permite a entrada de pequenos protozoários, impedindo a entrada de protozoários de maiores dimensões, assim como limita a troca de fluidos com o ecossistema ruminal (LINDBERG *et al.*, 1984). A utilização de material com porosidade inferior impediria o contributo importante duma parte da população microbiana para a digestão da matéria orgânica, assim como, por dificultar a troca de fluidos, criaria condições diferentes das do ecossistema ruminal.

A colonização dos constituintes fibrosos pelos microorganismos celulolíticos e a sua capacidade para aderir às paredes celulares constitui um factor de primordial importância na digestão destes compostos (CHESSON e FORSBERG, 1988), mas origina um aumento do resíduo de MS nos sacos. A magnitude da contaminação aumenta com o tempo de incubação (ROOKE *et al.*, 1984; SHARMA *et al.*, 1988), embora para estes autores este fenómeno não retire validade à técnica de incubação *in situ* quando utilizada com a finalidade de comparar efeitos de tratamentos.

No presente estudo os valores obtidos em alguns dos 36 sacos incubados por alimento às várias horas e em diferentes períodos apresentaram desvios da média superiores a três vezes o desvio padrão verificado para a respectiva hora de

incubação e foram rejeitados (Quadro 2.9). O maior número de rejeições ocorreu, no entanto, durante as primeiras horas de incubação, especialmente nas 12 h de incubação. Estes sacos foram incubados no rúmen durante a noite e os valores observados podem ter sido afectados por uma menor actividade microbiana durante esse período.

QUADRO 2.9. Número de sacos rejeitados por tempo de incubação e alimento nos 3 períodos experimentais

HORAS	S1	F1	F2
6		2	1
12	2	1	1
24	1		1
36	1		2
48		1	
72	1		

total de sacos incubados por hora: n=18

As menores taxas de digestão assim como a menor percentagem de MS desaparecida às 6 e 12 h de incubação na S1, encontram-se em desacordo com os resultados obtidos por SMITH *et al.* (1980) e PRATES *et al.* (1986) que, pelo contrário, encontraram taxas de solubilização mais rápidas na silagem. Aqueles autores não referem, no entanto, as características de fermentação e a composição química das duas forragens conservadas. Para DULPHY (1972-b) as taxas de digestão de fenos e silagens dependem da quantidade de



material solúvel em água contido em cada uma dessas forragens. Aquele autor verificou taxas de digestão superiores em fenos, ou em silagens bem conservadas, do que em silagens mal conservadas que continham menores percentagens de material solúvel em água. Comparando taxas de digestão de silagens bem conservadas com as de silagens mal conservadas e extensamente fermentadas, CATTON *et al.* (1982), verificaram, igualmente, um efeito positivo do maior conteúdo celular das silagens bem conservadas na digestão da matéria orgânica durante as primeiras 4 horas.

No presente estudo o F1 e a S1 não diferiram quer na quantidade de material solúvel em água a 40°C, quer na degradabilidade potencial. No entanto, o feno apresentou um teor inferior em componentes da parede celular e, por conseguinte, uma percentagem superior de conteúdo celular (37,07% da MS no feno e 26,71% da MS na silagem) que poderá ter sido mais rapidamente digerido, justificando as taxas de digestão observadas. Os valores de pH e ácidos gordos voláteis observados nos animais alimentados com o F1 parecem estar de acordo com as taxas de digestão da MS superiores verificadas com esta forragem.

O avanço do estado de maturação originou uma redução significativa na taxa de digestão e na quantidade de material potencialmente digestível do F2. Estes resultados dever-se-ão, provavelmente, quer aos menores teores de azoto amoniacal observados nos animais alimentados com estas

dietas, que afectariam o crescimento da população microbiana, quer a uma possível complexação da matriz de constituintes fibrosos que dificultaria o acesso dos microorganismos aos vários substractos.

O método de conservação não afectou a taxa de digestão da NDF, contrariamente ao verificado por CHESTNUT *et al.* (1988). Aqueles autores observaram, no entanto, reduções nas concentrações dos teores de NDF e hemiceluloses devidas ao processo de ensilagem. Tais modificações não ocorreram nas nossas condições experimentais.

O avanço do estado de maturação não alterou as taxas de digestão da NDF, mas originou resíduos superiores de NDF indigestível às 72 h. Embora o teor em lenhina tenha sido apontado como um dos factores que limitam a extensão de digestão dos constituintes da parede celular (SMITH *et al.*, 1971/1972) as forragens estudadas não apresentaram alterações neste constituinte devidas ao avanço do estado fenológico. Registou-se, contudo, um incremento nos teores de hemicelulose que se poderá ter complexado com os outros constituintes e afectado a disponibilidade da NDF para a digestão microbiana. Durante o processo de espessamento das paredes secundárias são depositadas consideráveis quantidades de hemicelulose que juntamente com a celulose, a lenhina e os ácidos fenólicos formam uma matriz complexa (CHESSON e FORSBERG, 1988). O grau de complexação dos componentes da parede celular com a lenhina ou ácidos fenólicos afecta a

sua disponibilidade para a degradação microbiana (AKIN, 1986).

SILVA (1985) observou em fenos de aveia, com uma composição química muito semelhante à que observámos no F2, taxas de digestão da NDF de 3,9%/h, inferiores às encontradas no presente estudo. Igualmente SMITH *et al.* (1971), referem para a aveia em avançado estado de maturação valores de taxas de digestão (4,2 %/h) inferiores aos observados no F2. Ambos os autores utilizaram a técnica de incubação *in vitro* e os menores valores obtidos podem ter resultado do efeito da acumulação de produtos de fermentação sobre a população microbiana, ou de dificuldades na reprodução *in vitro* do ecossistema ruminal. Os valores que observámos *in sacco* poderão, por outro lado, estar sobrevalorizados pela perda de pequenas partículas de material indigestível através dos poros dos sacos. Em todos os estudos referidos a NDF indigestível foi calculada como o resíduo de NDF às 72 h de incubação.

O maior tempo de latência verificado no F2 poderá ter resultado de uma limitação de nutrientes que terá desfavorecido o crescimento da população microbiana. Para essa hipótese apontam os baixos níveis ruminais de azoto amoniacal, assim como as menores percentagens de material solúvel observados nesta dieta. Outro dos factores que pode ter contribuído para estes resultados poderá ser uma maior dificuldade de adesão dos microorganismos às paredes

celulares no F2. CHENG *et al.* (1983/1984), cit. por CHESSON e FORSBERG, (1988), verificaram que as espessas paredes dos tecidos vascular e esclerenquimatoso eram fracamente colonizadas, em contraste com as paredes mais digestíveis do parênquima, altamente colonizadas. O tempo de latência pode ser igualmente afectado pelas diferentes capacidades de hidratação das partículas (VAN SOEST, 1982).

A ausência de diferenças significativas na ingestão das três forragens estudadas, bem como a variabilidade observada entre animais, podem ter determinado as baixas correlações encontradas entre a quantidade de MS ingerida e as variáveis testadas. A interferência de factores como a qualidade de fermentação da silagem pode, igualmente, ter influenciado os resultados. De facto não houve qualquer relação entre ingestão e a quantidade de MS, ou NDF desaparecida às 6h de incubação, indicando que a estrutura volumosa dos alimentos não foi determinante na variação observada na ingestão. De igual modo a degradabilidade potencial, que HOVELL (1986) HOVELL *et al.* (1986) e ØRSKOV *et al.* (1988) consideram como uma das características que mais se correlaciona com a ingestão de forragens, apresentou-se neste trabalho muito pouco correlacionada com a ingestão.

### 2.3.3. Taxas de passagem

Nem o método de conservação, nem o avanço do estado fenológico afectaram significativamente ( $P > 0,05$ ) a taxa de

passagem da fase líquida, o volume ou fluxo de líquido ruminal e tempo médio de retenção dessa mesma fase no rúmen (Quadro 2.10; Anexos 2.17, 2.20, 2.21, 2.22).

QUADRO 2.10. Efeito das dietas na taxa de passagem (k), volume, fluxo ruminal e tempo médio de retenção (1/k) da fase líquida ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=3).

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	Signif.
k (%/h)	7,09	7,84	9,60	1,76	NS
Volume (ml)	6178,77	6219,77	6250,40	470,62	NS
Fluxo (l/dia)	10,24	11,52	14,34	2,24	NS
1/K (h)	15,09	12,94	12,36	2,59	NS

Tal como para a fase líquida, o método de conservação ou o avanço do estado de maturação não influenciaram significativamente ( $P > 0,05$ ) as taxas de passagem da fase sólida no rúmen ( $K_1$ ) e no intestino grosso ( $K_2$ ), assim como, os tempos de trânsito (TT), tempos médios de retenção no rúmen ( $1/K_1$ ), no intestino grosso ( $1/K_2$ ) e em todo o tracto digestivo (TMRT) e fluxo ruminal de MS (Quadro 2.11; Anexos 2.18, 2.19).

QUADRO 2.11. Valores médios das taxas de passagem da fase sólida no rúmen ( $k_1$ ) e intestino grosso ( $k_2$ ), tempos médios de retenção no rúmen ( $1/k_1$ ), no intestino grosso ( $1/k_2$ ), TT e TMRT, MS no rúmen e fluxo ruminal de MS observados nas dietas em estudo ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ;  $n=3$ ).

Parâmetros	S1	F1	F2	EPM	Signif.
$k_{1ru}$ (%/h)	2,11	3,55	4,23	0,78	NS
$k_{1fe}$ (%/h)	2,19	3,83	2,84	0,45	NS
$1/k_{1ru}$ (h)	54,63	29,38	24,37	10,29	NS
$1/k_{1fe}$ (h)	56,65	26,75	35,47	11,52	NS
$k_2$ (%/h)	4,72	6,05	6,85	0,62	NS
$1/k_2$ (h)	21,85	16,61	15,07	1,80	NS
TT (h)	21,77	19,54	19,15	2,41	NS
TMRT (h)	98,26	65,53	58,59	14,05	NS
MS rúmen (g)	787,67	602,33	499,67	81,63	NS
fluxo ruminal de MS (g/dia)	400,67	485,00	501,33	45,24	NS

$k_{1ru}$ -taxa de passagem no rúmen determinada a partir da cinética de desaparecimento do marcador no rúmen;  $k_{1fe}$ - taxa de passagem no rúmen determinada a partir da cinética de desaparecimento do marcador nas fezes.

Atendendo ao facto de estes parâmetros terem sido estimados a partir de uma análise de regressão, e ainda ao de o número de observações utilizado no seu cálculo ter diferido consoante os animais, entendeu-se que a maneira mais correcta de os analisar seria, porventura, a comparação directa dos declives das rectas de regressão. Dada a variabilidade

existente entre animais (Anexos 2.23 a 2.34), procedemos ao agrupamento dos valores observados em três equações de regressão correspondentes a cada um dos alimentos distribuídos, utilizando para cada uma delas o conjunto dos valores individuais observados para cada animal, e não um valor médio.

Das equações gerais testadas apenas se verificaram diferenças significativas entre os declives referentes às taxas de passagem do marcador da fase sólida no rúmen e que são apresentados no quadro 2.12. Dadas as diferenças significativas verificadas no F2 entre as taxas de passagem do marcador da fase sólida no rúmen determinadas a partir da sua concentração ruminal ou fecal (Quadro 2,13), obtiveram-se conclusões diferentes consoante o método utilizado. Assim o valor de  $K_1$  do F2 não diferiu significativamente do observado no F1, quando o marcador foi amostrado no rúmen. Quando o marcador foi amostrado nas fezes o valor de  $K_1$  do F2 foi idêntico ao observado na S1. Contudo, a taxa de passagem determinada para a silagem foi sempre significativamente inferior ( $P < 0,01$ ) à verificada para o feno cortado em idêntico estado fenológico.

QUADRO 2.12. Equações de regressão determinadas a partir do logaritmo da concentração do marcador da fase sólida no rúmen (ru) ou nas fezes (fe) face ao tempo de amostragem (h).

Forragem	equação	r	S <sub>b</sub>	S <sub>y.x</sub>	sig.	n
S1 (fe)	Y = 7,532 - 0,0212 X <sup>b</sup>	-0,7480	0,00410	0,6871	***	23
F1 (fe)	Y = 8,554 - 0,0383 X <sup>a</sup>	-0,9693	0,00194	0,3748	***	27
F2 (fe)	Y = 7,418 - 0,0253 X <sup>b</sup>	-0,9011	0,00249	0,4776	***	25
S1 (ru)	Y = 6,696 - 0,0211 X <sup>b</sup>	-0,7775	0,00373	0,3320	***	23
F1 (ru)	Y = 7,013 - 0,0356 X <sup>a</sup>	-0,9720	0,00197	0,1621	***	21
F2 (ru)	Y = 7,275 - 0,0439 X <sup>a</sup>	-0,9055	0,00473	0,3933	***	21

Dentro de cada método de determinação (ru ou fe), valores afectados por diferentes superscritos são significativamente diferentes para P<0,01

QUADRO 2.13. Taxas de passagem determinadas com base na concentração ruminal (k<sub>iru</sub>) ou fecal (k<sub>ife</sub>) do marcador da fase sólida.

Forragem	carneiro	(k <sub>iru</sub> )	(k <sub>ife</sub> )
S1	C1	0,0298	0,0324
	C2	0,0119	0,0105
	C3	0,0216	0,0228
F1	C1	0,0262	0,0308
	C2	0,0429	0,0449
	C3	0,0375 <sup>a</sup>	0,0392 <sup>b</sup>
F2	C1	0,0379	0,0271
	C2	0,0359 <sup>a</sup>	0,0319 <sup>b</sup>
	C3	0,0530	0,0262

Na mesma linha, valores afectados por diferentes superscritos representam diferenças significativas para P<0,05.



Os modelos utilizados aplicaram-se aos dados referentes à cinética de passagem do Cr no tracto gastro-intestinal dos animais alimentados com as dietas em estudo, dada as elevadas correlações observadas (Anexos 2.23 a 2.34). No entanto, contrariamente aos resultados obtidos por GROVUM e WILLIAMS (1977), HARTNELL e SATTER (1979), SILVA (1985) e SEQUEIRA (1988), não houve total concordância entre o  $k_1$  determinado a partir da concentração ruminal ou da concentração fecal. As diferenças entre os dois locais de amostragem foram evidentes no F2, embora tenham dependido da variabilidade observada entre carneiros (Quadro 2.13). A dificuldade de amostragem do material particulado do rúmen por sucção, através de cânulas, foi demonstrada por EGAN *et al.*, 1983, especialmente quando se tratava de dietas à base de alimentos fibrosos, e poderá explicar a ausência de concordância entre os valores obtidos por aqueles dois métodos. Com excepção de GROVUM e WILLIAMS (1977) todos os outros autores citados trabalharam com bovinos, possivelmente com cânulas mais largas, permitindo uma amostragem mais perfeita do conteúdo ruminal.

O modelo apresentado por GROVUM e WILLIAMS (1973/1977) assume que o retículo-rúmen e o cego-colon proximal constituem os compartimentos de mistura mais importantes do tracto digestivo. Para FAICHNEY e BOSTON (1983) e FAICHNEY (1986) o abomaso constitui um terceiro compartimento de mistura que não deverá ser ignorado, considerando aqueles autores que a análise das curvas fecais providencia apenas uma informação geral que não é suficiente para o estudo das

determinantes que afectam a passagem do material particulado no rúmen. O facto de os valores de  $k_1$  obtidos pelos dois métodos de determinação não se terem correlacionado significativamente ( $r=0,6127$ ;  $P<0,079$ ) poderá ter resultado, também, duma indevida identificação destes compartimentos de mistura.

O tempo médio de retenção do material particulado no rúmen nos animais alimentados com silagem foi duas vezes superior ao observado nos animais alimentados com F1. Comparando o tempo médio de retenção daquele material no rúmen com o número de horas de permanência no rúmen necessárias para que o alimento atinja a digestibilidade da MS determinada *in vivo* (Quadro 2.4), verificámos que os valores superiores de digestibilidade observados na silagem se deram essencialmente à custa dum maior tempo de retenção nestes compartimentos. Contudo, a comparação directa entre os tempos de retenção determinados com o marcador e os tempos de permanência calculados a partir da digestão *in sacco* não deverá ser feita (UDEN e VAN SOEST, 1984), uma vez que o processo de digestão *in vivo* resulta da competição entre digestão e passagem que não ocorre *in sacco* e é, por outro lado, efectuado em outros compartimentos digestivos para além do retículo-rúmen.

ØRSKOV e McDONALD (1979) propuseram que a predição da extensão da digestão se fizesse à base da combinação das equações referentes ao cálculo das taxas de digestão e

passagem, definindo que a extensão da digestão P seria determinada a partir de  $P=a+bc/(c+k)$ , em que a é igual ao material solúvel instantaneamente, b é o material que desaparece à taxa c e k representa a taxa de passagem. Admitindo que 70% da digestão das forragens se processa no rúmen (THOMAS e ROOK, 1981), a quantidade de MS digerida no rúmen seria, nas forragens em estudo, de 47,81% para a S1, 44,33% para o F1 e de 37,22% para o F2. Por aplicação do modelo proposto por ØRSKOV e McDONALD (1979) aos nossos valores, a MS digerida no rúmen seria de 38,47% para a S1, 32,17% para o F1 e 28,78% para o F2 e, portanto, subestimada. Idênticos resultados foram obtidos por AITCHISON et al. (1986-b) que testaram o modelo de ØRSKOV e McDONALD (1979) face aos valores estimados por amostragem e remoção manual do conteúdo ruminal. Aqueles autores verificaram que os menores valores obtidos por aplicação do modelo de ØRSKOV e McDONALD (1979) se deviam, por um lado, a uma sobrevalorização das taxas de passagem determinadas a partir da fibra mordantada, e, por outro lado, a uma subvalorização das taxas de digestão determinadas por incubação in sacco. Estes resultados reforçam as afirmações de UDEN e VAN SOEST (1984) de que a combinação daquelas variáveis matemáticas não explica totalmente o processo de digestão in vivo.

Um dos inconvenientes da utilização da fibra mordantada com crómio como marcador resulta do aumento da densidade das partículas, causado pelo tratamento a que é sujeita, e que pode originar taxas de passagem mais rápidas (ELLIS e

LASCANO, 1982). Embora a fibra que utilizámos neste estudo tenha apresentado um conteúdo muito baixo de crómio, a hipótese de que a densidade de partícula tenha sido afectada causando uma passagem mais rápida que a do material particulado deverá ser considerada. Contudo, apesar dos problemas que a aplicação destas técnicas levantam, AITCHISON et al. (1986-b) concluíram que os resultados obtidos deverão ser considerados válidos quando utilizados com a finalidade de comparar tratamentos.

O aumento do tempo médio de retenção no rúmen com as dietas de silagem, quando comparadas com dietas de fenos em igual estado fenológico, tem vindo a ser referido por vários autores (CAMPLING, 1966; DULPHY et al., 1975). O motivo parece estar ligado a perturbações da ruminação que seriam causadas pela formação dum emaranhado fibroso no rúmen que dificultaria a regurgitação de material (CAMPLING, 1966; DESWYSEN e EHRLEIN, 1979; DULPHY et al., 1984). O efeito que algumas aminas presentes na silagem exercem sobre a motilidade gastro intestinal (CLANCY et al., 1977; BUCHANAN-SMITH e PHILLIP, 1986), poderá constituir outra das possíveis causas, tendo em conta que a presença destas substâncias se encontra associada a fermentações do tipo butírico (OSHIMA e McDONALD, 1978) que parece terem ocorrido na nossa silagem.

As taxas de passagem do material particulado observadas nas dietas em estudo não se correlacionaram

significativamente com a ingestão e apesar de o nível de correlação ser superior ao observado com as características de degradabilidade da MS ou NDF, o seu valor foi ainda bastante baixo ( $r=-0,4183$ ;  $y=45,7247-0,1410x$ ;  $s_b=0,116$ ;  $s_{y.x}=6,468$ ;  $n=9$ ).

O método de conservação não afectou a taxa de passagem da fase líquida, tal como o verificado por MERCHEN e SATTER (1983). A ausência de diferenças significativas na taxa de diluição contraria a hipótese da produção de saliva ter aumentado nos animais alimentados com silagem, uma vez que o aumento da produção saliva influencia a taxa de diluição no mesmo sentido (COLE *et al.*, 1976 - cit. por OWENS e GOETSCH, 1986).

#### 2.4. Conclusões.

O método de conservação e o avanço do estado de maturação influenciaram o padrão fermentativo a nível do retículo-rúmen. O feno obtido na 1ª época de corte foi a forragem que originou maiores concentrações de ácidos gordos voláteis e amónia, assim como maiores taxas de digestão da MS. A fermentação ruminal caracterizou-se, no entanto, por elevadas proporções molares de ácido acético e fracas proporções de ácido propiónico, características de forragens com teores elevados em constituintes fibrosos, que poderão originar baixas eficiências de conversão da energia. A ensilagem, ao provocar proporções de ácido propiónico ainda

mais baixas, poderá causar um agravamento desta situação.

Contrariamente ao que seria de esperar, os animais alimentados com S1 apresentaram valores de pH ruminal superiores aos verificados nos animais alimentados com F1, e muito embora a sua média se tenha situado nos limites fisiológicos, em algumas horas de observação os seus valores tenderam para a alcalinidade. O médio teor de ácido láctico da silagem, ou as menores taxas de digestão de MS observadas neste alimento, poderão justificar aqueles valores. Nos animais alimentados com a S1 observou-se, igualmente, uma menor flutuação nos valores de concentração ruminal de amónia que poderão justificar os maiores valores de azoto retido observados nos animais que consumiram este alimento.

Embora o feno e a silagem cortados na mesma época de corte tenham apresentado degradabilidades potenciais semelhantes, só a silagem é que atingiu uma digestibilidade in vivo idêntica à sua degradabilidade potencial. A justificação parece encontrar-se no maior tempo médio de retenção no tracto digestivo observado nos animais alimentados com silagem, já que as taxas de digestão observadas naquele alimento foram inferiores às observadas no F1. As maiores digestibilidades da NDF verificadas na silagem parecem ter igualmente resultado de maiores tempos de retenção, uma vez que o método de conservação não afectou as taxas de digestão. O avanço do estado fenológico limitou a extensão da digestão da MS e NDF, diminuiu a taxa de digestão

da MS e aumentou o tempo de latência. Estes resultados deveram-se possivelmente ao efeito associado da falta de nutrientes, que pode ter restringido o crescimento microbiano, e a uma complexação da matriz dos constituintes fibrosos, limitativa da digestão.

A ingestão de MS não se correlacionou com nenhuma das variáveis determinadas a partir da cinética de digestão ou de passagem. A variabilidade devida aos animais, a ausência de diferenças significativas na ingestão das três forragens, bem como a interferência da qualidade de fermentação da silagem na ingestão, poderão justificar aqueles resultados.

## CAPÍTULO 3

### EFEITO DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO E DO NÍVEL DE SUPLEMENTAÇÃO NO VALOR PRODUTIVO DA FORRAGEM DE AVÉIA X ERVILHACA

#### 3.1. Introdução

Um dos factores que mais condiciona a produção animal é a ingestão voluntária dos alimentos, que tem sido apontada como uma das principais causas das diferenças observadas entre fenos e silagens quando ensaiados simultaneamente. Com efeito, menores ganhos médios diários, associados a menores taxas de ingestão, são referidos por vários autores para dietas de silagens, quando comparadas com fenos cortados no mesmo estado fenológico ( THOMAS *et al.*, 1961-b; McCARRICK, 1965; WALDO *et al.*, 1965-a; SHEEHAN e FITZGERALD, 1977; SHEEHAN *et al.*, 1985). Alguns destes resultados foram obtidos com silagens que apresentavam uma má qualidade de preservação (THOMAS *et al.*, 1961-b; WALDO *et al.*, 1965-a). Todavia, a melhoria da qualidade de preservação da silagem, através da utilização de aditivos (WALDO *et al.*, 1969; TAS e BEE, 1980), ou através do recurso à pré-fenagem (FLIPOT *et al.*, 1984), permitiu a obtenção de ganhos médios diários semelhantes para os dois métodos de conservação.

A produção animal obtida com dietas à base de feno pode, por outro lado, ser afectada negativamente pela ocorrência de condições climatéricas adversas durante a



fenação e, nesse caso, melhores ganhos médios diários são obtidos com silagens (McCARRICK, 1965; FLIPOT *et al.*, 1984).

Para McCARRICK (1966) a comparação da produtividade animal obtida com dietas à base de feno ou de silagens não deve ser feita por comparação do ganho de peso obtido pelos animais, mas antes pela qualidade das suas carcaças. Aquele autor verificou ganhos médios idênticos em animais alimentados à base de feno e silagem, contudo, devido ao maior conteúdo digestivo nos animais que consumiam feno, o rendimento de carcaça foi superior nos animais alimentados com silagem. Verificou ainda que os animais alimentados com silagem produziam carcaças significativamente mais gordas, sugerindo uma maior eficiência de conversão da energia nestas dietas. A constatação de que os animais alimentados com silagem produziam carcaças mais gordas foi também efectuada por SHEEHAN e FITZGERALD (1977), que obtiveram, no entanto, nessas mesmas carcaças, uma maior percentagem de osso e menor percentagem de músculo que nas dos animais alimentados com feno. Uma menor eficiência da síntese microbiana nas dietas de silagem (THOMAS, 1982), que conduziria a menores quantidades de aminoácidos no duodeno, ou desequilíbrios na relação energia/proteína destas forragens (THOMAS e THOMAS, 1985), são algumas das justificações apontadas para uma maior deposição de gordura e a menor deposição de músculo nas carcaças dos animais alimentados com estas dietas.

A ausência de diferenças significativas na ingestão,

retenção azotada e produção ruminal de ácidos gordos voláteis e amónia, verificada nas experiências anteriores nos animais alimentados com feno ou silagem de aveia x ervilhaca, cortados no mesmo estado fenológico, parece indicar que a produção animal passível de ser obtida a partir destas forragens poderá ser semelhante. Os valores obtidos naquelas determinações foram, no entanto, bastante baixos, incapazes de manter o crescimento de borregos. A elevada percentagem molar ruminal de ácido acético verificada com aquelas forragens aponta, igualmente, para uma baixa eficiência de conversão da energia. Assim, com o objectivo de determinar a produção animal permitida pelo feno e silagem de aveia x ervilhaca, decidimos medir o ganho médio diário e qualidade final das carcaças de borregos alimentados com aquelas forragens, recorrendo, no entanto, a uma suplementação idêntica que foi incorporada em dois níveis nas dietas.

### **3.2. Materiais e métodos**

#### **3.2.1. Dietas**

Numa mesma folha semeada a 22-10-86 com uma consociação forrageira de 60 Kg/ha de aveia (*Avena sativa* L.; cv. Boa-fé) e 50 Kg/ha de ervilhaca (*Vicia villosa* Roth), foram efectuados cortes para ensilar (11-5-87) e para feno (14-5-87). Na altura do corte a aveia encontrava-se no estado de grão pastoso e a ervilhaca em plena floração. A forragem destinada à ensilagem foi fraccionada em troços de 5 a 10 cm,

metida directamente num silo trincheira, calcada e coberta com uma folha de plástico e areia. A forragem destinda à fenação foi cortada com gadanheira condicionadora, virada uma vez, encordoada e enfardada, respectivamente, no 3º, 5º e 7º dia após o corte da forragem. O feno foi posteriormente traçado grosseiramente em partículas de 5 a 10 cm de comprimento, antes de ser administrado aos animais, de forma a não diferir do tamanho de partícula da silagem.

Antes de se efectuarem os cortes para feno e ensilar a forragem verde foi amostrada, tendo-se procedido de maneira semelhante à descrita em 1.2.1 para a recolha e tratamento das amostras.

A suplementação das forragens foi efectuada com uma mistura farinada cuja composição se encontra no quadro 3.1, tendo-se estabelecido dois níveis de distribuição para cada forragem: 30 g (N1) e 50 g (N2) por Kg de peso metabólico (P.V.0.75 ).

QUADRO 3.1. Composição do suplemento (% da MS)

ALIMENTO	%
Milho	66,3
Bagaçõ de soja	32,6
Fosfato bicálcico	0,5
Carbonato de cálcio	0,6

Cada animal teve sempre acesso a água fresca e a blocos de sais minerais cuja composição se apresenta no quadro 3.2.

QUADRO 3.2. Composição dos blocos de sais minerais

Minerais	Quantidade
Cobre	40 ppm
Cobalto	20 ppm
Iodo	200 ppm
Manganês	100 ppm
Zinco	120 ppm
Ferro	100 ppm
Magnésio	0,5 %
Cloreto de sódio até	100 %

### 3.2.2. Animais e manejo

Utilizaram-se vinte e quatro borregos Merino Branco com um peso vivo médio inicial de 19,2 Kg ( $\pm 1,22$ ), que foram distribuídos aleatoriamente pelos quatro tratamentos ensaiados. Antes do início do período de ensaio os animais foram habituados progressivamente às dietas, sujeitos a exames coprológicos para controlo de parasitas internos e vacinados para prevenção de Enterotoxémia e Pasteurelose. Durante esse período de adaptação procedeu-se à sua desparasitação para estrogilídeos pulmonares, Moniezia e Coccidiose, e todos os animais foram injectados com 4 ml do complexo vitamínico cuja composição se apresenta no quadro 3.3. Uma semana mais tarde, procedeu-se à administração de igual dose do complexo vitamínico e durante todo o período de ensaio foi mantido o controlo de parasitas internos,

procedendo-se quinzenalmente a análises coprológicas.

QUADRO 3.3. Composição do complexo vitamínico  
(por cada ml)

Vitaminas	Quantidade
Vitamina A	15 000 U.I.
Vitamina D <sub>3</sub>	7 500 U.I.
Vitamina E	20 mg
Vitamina B <sub>1</sub>	10 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	5 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	3 mg
Nicotinamida	35 mg
D-pantenol	25 mg
Extracto hepático com Vitamina B <sub>12</sub>	20 mcg

Os animais foram alojados em parques de seis animais, providos de cama de palha que era renovada diariamente de forma a encontrar-se sempre enxuta. O espaço ocupado no parque por cada animal encontrava-se delimitado de forma que apenas pudesse ter acesso ao seu comedouro individual, tendo-se utilizado para o efeito uma corrente que os mantinha ligados ao seu comedouro, sem, no entanto, perturbar a manifestação do seu comportamento gregário, próprio desta espécie animal.

Semanalmente, antes da distribuição dos alimentos, os animais eram pesados, após o que se procedia ao ajustamento da suplementação a fornecer durante a semana. As forragens eram distribuídas em regime ad libitum, sendo admitido um refugo de 15% sobre a ingestão de MS da antevéspera. Os alimentos eram distribuídos uma única vez ao dia, de manhã,

sendo primeiro administrada a forragem e pouco depois o suplemento. A silagem era retirada semanalmente do silo, congelada em doses individuais e descongelada na véspera da sua utilização.

Durante um período experimental de sete semanas procedeu-se diariamente à recolha individual de amostras dos alimentos fornecidos e sobras. As amostras eram pesadas diariamente e posteriormente agrupadas em amostras semanais para controle da MS e quinzenais para análise da composição química. As amostras de silagem fornecida e recusada foram congeladas até procedimento laboratorial.

Seguiu-se um procedimento analítico idêntico ao descrito em 1.2.3. para todas as amostras de alimento e sobras. A digestibilidade da matéria orgânica foi determinada pelo método de TILLEY TERRY (1963), modificado por ALEXANDER e MCGOWAN (1966).

O cálculo da percentagem relativa de forragem e concentrado consumidos pelos animais foi efectuado a partir da resolução matemática dum sistema de duas equações que partindo da quantidade total de PB ingerida (g) permitiu o cálculo da ingestão de forragem e concentrado (g):

$$\begin{cases} \text{PBI(g)} = [\text{MSC} \times (\% \text{ de PBC}/100)] + [\text{MSF} \times (\% \text{ de PBF}/100)] \\ \text{MST (g)} = \text{MSC (g)} + \text{MSF (g)} \end{cases}$$

PBI = proteína total ingerida em gramas

MST = quantidade total de MS ingerida em gramas

MSC = quantidade de concentrado ingerida (g de MS)

MSF = quantidade de forragem ingerida (g de MS)

PBC = % de PB do concentrado

PBF = % de PB da forragem.

A EM (MJ/ Kg de MS) das forragens foi determinada a partir da DOMD x 0,15 e a EM do concentrado a partir da DOMD x 0,16 (MAFF, 1975), em que DOMD representa a digestibilidade da MO na MS. O método do gás-teste (MENKE *et al.*, 1979) foi utilizado para medir a fermentabilidade das dietas *in vitro*, tendo sido utilizadas as proporções relativas de forragem e concentrado estimadas para cada uma das quatro combinações ensaiadas.

Para determinação do ganho médio diário (GMD) foram utilizados dois métodos de cálculo:

Método 1 - Regressão individual entre a idade e o peso

Método 2 -  $(\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / \text{n}^{\circ} \text{ de dias do ensaio}$

### 3.2.3. Abate e medições nas carcaças

No final das sete semanas de ensaio, e após um jejum de 24 horas, os animais foram pesados, abatidos, esfolados e eviscerados. Procedeu-se, em seguida, à separação da cabeça pela articulação occipito-atloïdiana e, das patas anteriores e posteriores, respectivamente, pelas articulações carpo-metacarpianas e tarso-metartasianas. As carcaças assim obtidas foram pesadas a quente e refrigeradas durante 24 h. Em seguida foram divididas ao longo dum plano sagital e a metade direita foi submetida ao corte descrito por CALHEIROS (1968), baseado no corte de Paris (Fig. 3.1), tendo sido obtidas as seguintes peças: perna, sela, lombo, costeleta, pá, aba e pescoço. A peça costeleta incluiu a área correspondente à costeleta anterior que não foi separada. Cada peça foi posteriormente dissecada em músculo, osso e gordura total (gordura subcutânea + gordura intermuscular).

A partir das mensurações feitas nas carcaças foram calculados os seguintes rendimentos:

**Rendimento corrigido da carcaça (RCC) =**  $\frac{\text{Peso da carcaça post mortem} \times 100}{(\text{Peso vivo ao abate} - \text{Peso do conteúdo dos compartimentos gástricos})}$

**Rendimento das peças nobres (RPN)=**  $\frac{(\text{Peso da Perna} + \text{Peso da Sela} + \text{Peso do Lombo}) \times 100}{(\text{Peso da meia carcaça} - \text{rilada})}$



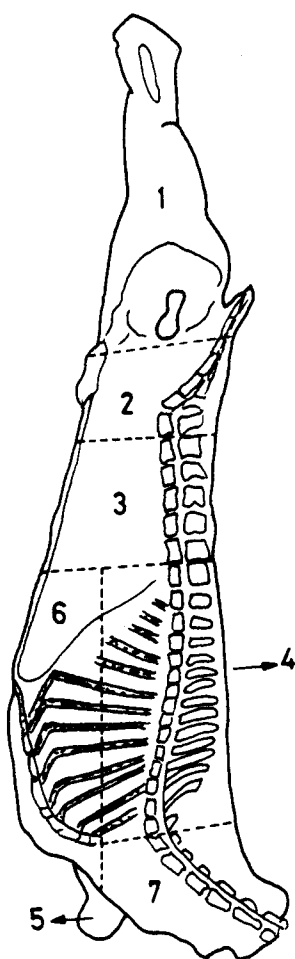


FIGURA 3.1. Corte de Paris adaptado por CALHEIROS (1968). (1) Perna; (2) Sela; (3) Lombo; (4) Costoleta; (5) Pá; (6) Aba; (7) Pescoço

As percentagens de músculo e osso na carcaça foram calculadas com base no peso da meia carcaça dissecada, sem correcção para a gordura peri-renal.

### **3.2.4. Análise estatística**

Todos os parâmetros medidos foram analisados para um delineamento completamente casualizado em que os tratamentos foram agrupados num factorial 2x2, resultante da combinação de dois métodos de conservação da forragem (MC), feno (F) e silagem (S), com os dois níveis de suplementação (N), 30 g (N1) e 50 g (N2) por Kg P.V.<sup>0.75</sup>. Para cada tratamento houve 6 repetições, constituindo cada animal uma unidade experimental. Durante o ensaio morreu um dos animais sujeito ao regime FN2, e todas as análises de variância foram executadas tendo em consideração esse factor. A separação das médias resultantes da interacção método de conservação x nível de suplementação (MC x N) foram executadas através de pares de testes t (STEEL e TORRIE, 1982), atendendo ao desigual número de observações. Foi utilizada análise de covariância (STEEL e TORRIE, 1982) para remover o efeito do peso inicial no ganho médio diário, peso ao abate e peso de carcaça.

### **3.3. Resultados e discussão.**

#### **3.3.1. Composição química das forragens conservadas e características de conservação da silagem**

No quadro 3.4 é apresentada a composição química das

amostras compostas da forragem destinada a fenação (MVF) e ensilagem (MVS) e, no quadro 3.5, a composição química do feno (F) e silagem (S) obtidos.

QUADRO 3.4. Composição química da forragem verde antes da conservação (% MS)

Parâmetros	MVF	MVS
MS (%)	38,03	35,23
MO	93,77	93,52
PB	6,46	7,31
HCS	9,68	8,72
NDF	64,28	65,12
ADF	38,64	39,53
ADL	5,56	5,74
HEM	25,64	25,59
CEL	33,08	33,79
ADIN (a)	16,30	17,10
DMO (%) (b)	58,65	59,00

ADIN (a) - (% N total); DMO (b) (*in vitro*)

A análise de variância referente à composição química das forragens conservadas é apresentada no anexo 3.1.

QUADRO 3.5. Composição química das forragens conservadas (% MS) ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=4)

Parâmetros	F	S	EPM	signif.
MS (%)	83,99	36,23	0,68	***
MO	88,79	89,48	1,02	NS
PB	6,73	7,53	0,19	*
HCS	8,24	3,95	0,33	***
NDF	68,38	67,16	0,70	NS
ADF	43,11	42,32	0,75	NS
ADL	6,30	6,28	0,61	NS
HEM	25,28	24,84	0,79	NS
CEL	36,80	36,04	1,00	NS
ADIN (a)	17,95	17,25	0,54	NS
DMO (b)	60,00	60,15	0,71	NS

ADIN (a) (% do N total); DMO (b) (*in vitro*); \* ( $P < 0,05$ );  
\*\*\* ( $P < 0,001$ ); NS - não significativo

No quadro 3.6. é apresentada a composição química do suplemento administrado.

QUADRO 3.6. Composição química do suplemento (% da MS) ( $\bar{X} \pm \text{DP}$ )

MS	MO	PB	* DMO (%)
84,91 $\pm$ 0,37	96,17 $\pm$ 0,35	19,95 $\pm$ 1,22	92,54 $\pm$ 0,30

\* (*in vitro*)

O corte da forragem foi efectuado num estado fenológico mais avançado que o determinado para o 1º ano de ensaio, devido à ocorrência de problemas técnicos no corta-forragens que determinaram o atraso de uma semana na data prevista para o corte da forragem. A MS da forragem encontrava-se entre os 35-38 %, e o maior teor de MS apresentado pela forragem que foi fenada poderá dever-se ao facto de o corte para fenar ter sido efectuado três dias após o corte para ensilar, numa época em que a temperatura ambiental era bastante elevada. O teor de MS parece, no entanto, ter favorecido a ensilagem, se se considerarem as suas características de fermentação (Quadro 3.7).

QUADRO 3.7. Características da silagem ( $\bar{X} \pm DP$ )

Parâmetros	(g / Kg de MS)	DP
MS (%)	36,23	0,71
pH	4,16	0,06
N-NH <sub>3</sub> (% N total)	9,90	3,23
Acido láctico	75,00	8,77
Acido acético	10,79	2,12
Acido propiónico	0,33	0,13
Acido isobutírico	0,13	0,05
Acido butírico	0,79	0,25

Os valores de PB da forragem foram inferiores aos valores observados no 1º ano de ensaios, assim como aos verificados por SERRANO (1978) (8,5%) para a mesma forragem

em idêntico estado de maturação. Assemelharam-se, no entanto, aos valores apresentados por MOREIRA (1986-a) para várias consociações de aveia x ervilhaca ensaiadas (ver anexo 1.2). Os teores de NDF e ADF apresentaram-se bastante superiores aos verificados na experiência anterior para a 1ª época de corte (55% para o NDF e 36% para o ADF), sendo semelhantes aos valores observados na 2ª época de corte (63% para NDF e 38% para o ADF). Embora semelhantes aos valores observados por CABALLERO e GOICOECHEA (1980) para a forragem de aveia aqueles valores são, no entanto, superiores à média dos valores apresentados por vários autores (55,5% para o NDF e 36% para o ADF- Anexo 1.2) para esta forragem, com exceção dos valores encontrados por JASTER *et al.* (1985) que encontraram valores de 72% para o NDF e 40% para o ADF. Os valores superiores observados face à generalidade dos autores citados poder-se-ão dever a um menor contributo do grão nas forragens por nós ensaiadas.

Não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) na composição química das forragens conservadas (Quadro 3.5; Anexo 3.1) com exceção das observadas na PB e HCS. O feno apresentou teores de PB inferiores ( $P < 0,05$ ) e teores de glúcidos solúveis superiores ( $P < 0,001$ ) aos da silagem. Os valores inferiores de PB do feno parecem ter resultado, em parte, de um teor proteico inferior da forragem que lhe deu origem (Quadro 3.4).

A fermentação que ocorreu durante o processo de

ensilagem parece ter sido menor que a observada no 1º ensaio e não originou um aumento tão elevado da NDF e ADF (+ 4,1 e + 4,5 unidades percentuais) como o verificado no referido ensaio (+ 10,7 e + 11,0 unidades percentuais). Os glúcidos solúveis foram igualmente fermentados em menor escala (-57,9 %) que no 1º ensaio (-72,8%). Tal dever-se-á ao maior teor de MS da forragem que terá restringido a fermentação, originando uma silagem de boa qualidade (Quadro 3.6) de acordo com as escalas de classificação referidas em 1.3.1 e anexo 1.1. A facilidade de ensilagem dos cereais secundários cortados na fase de maturação pastosa do grão é bem conhecida (GARDNER e WIGGANS, 1961; LAWES e JONES, 1971; BISHNOI *et al.*, 1978 e AERTS *et al.*, 1979).

Embora a fenação tenha originado um aumento dos teores de NDF e ADF, as modificações tiveram uma ordem de grandeza semelhante à verificada anteriormente no 1º ensaio (+ 2,5 unidades percentuais). LETO *et al.* (1988) observaram modificações superiores (+7,4 unidades percentuais para o NDF; + 4,7 unidades percentuais para o ADF - Anexo 1.2).

Os teores de ADIN foram mais elevados que os das forragens conservadas do 1º ensaio, mas não aumentaram com o processo de conservação, ao contrário do verificado no processo de ensilagem e fenação do referido ensaio durante a 1ª época de corte. A sua origem parece pois ser diferente, e representará efectivamente o azoto ligado aos constituintes fibrosos e não o resultado de aquecimento sofrido durante a

conservação das forragens.

### 3.3.2. A ingestão de MS e o ganho médio diário

O método de conservação não afectou ( $P>0,05$ ) a quantidade de MS total ingerida pelos animais, que, no entanto, aumentou significativamente ( $P<0,001$ ) devido ao incremento de suplementação (Quadro 3.8; Fig. 3.2).

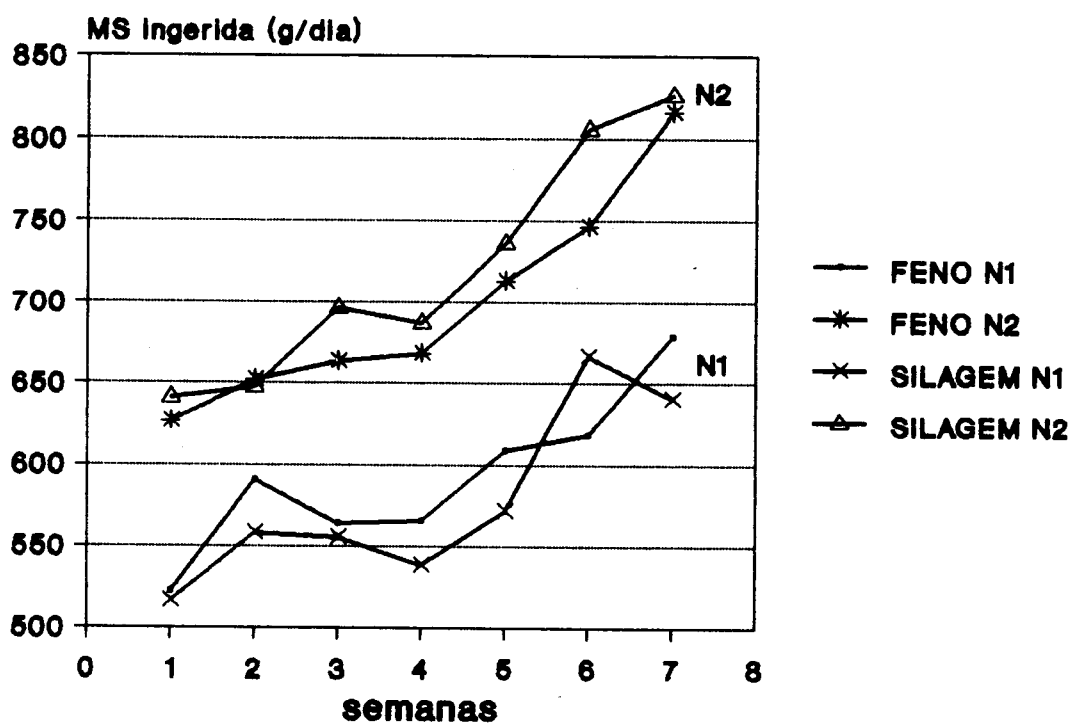


FIGURA 3.2. Ingestão total de MS (g/dia)

A interação entre o método de conservação e o nível de suplementação foi significativa ( $P<0,05$ ), devido ao aumento da ingestão verificado na dieta de silagem sujeita ao nível mais elevado de suplementação - N2 (Quadro 3.8). Este aumento



no total de MS ingerida deveu-se a uma ingestão de silagem superior ( $P < 0,05$ ) à do feno, com o nível superior de suplementação (Quadro 3.8).

QUADRO 3.8. Quantidade de MS, forragem e suplemento consumidas diariamente ( $\text{g/Kg PVO}^{0.75}$ ) pelos animais alimentados com as dietas em estudo ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ;  $n=42$ ).

Parâmetros	FENO		SILAGEM		significância		
	N1	N2 (d)	N1	N2	MC	N	MC x N
MS total	59,81 <sup>c</sup> $\pm 0,73$	66,99 <sup>b</sup> $\pm 0,80$	58,05 <sup>c</sup> $\pm 0,73$	69,32 <sup>a</sup> $\pm 0,73$	NS	***	*
Forragem	32,91 <sup>a</sup> $\pm 0,72$	19,64 <sup>c</sup> $\pm 0,79$	31,58 <sup>a</sup> $\pm 0,72$	22,55 <sup>b</sup> $\pm 0,72$	NS	***	*
Suplemento	26,91 <sup>b</sup> $\pm 0,33$	47,22 <sup>a</sup> $\pm 0,37$	26,43 <sup>b</sup> $\pm 0,33$	46,81 <sup>a</sup> $\pm 0,33$	NS	***	NS
% de forragem na dieta (% MS)	54,67 <sup>a</sup> $\pm 0,72$	29,13 <sup>c</sup> $\pm 0,79$	54,20 <sup>a</sup> $\pm 0,72$	32,38 <sup>b</sup> $\pm 0,72$	NS	***	*
% de suplemento na dieta (% MS)	45,33 <sup>c</sup> $\pm 0,72$	70,87 <sup>a</sup> $\pm 0,79$	45,80 <sup>c</sup> $\pm 0,72$	67,62 <sup>b</sup> $\pm 0,72$	NS	***	*

Na mesma linha, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido \* ( $P < 0,05$ ); \*\*\* ( $P < 0,001$ ); NS-não significativo; (d)  $n=35$   
 MC - método de conservação; N - nível de suplementação; MC x N - interacção método de conservação x nível de suplementação.

O incremento do nível de suplementação originou uma substituição de 0,36 Kg de MS de silagem e de 0,53 Kg de MS de feno por cada Kg de suplemento adicional. Assim, a percentagem de forragem na dieta de silagem no N2 (32,4 %) foi superior ( $P < 0,05$ ) à verificada na dieta de feno no mesmo nível de suplementação (29,1 %) e, em contrapartida, a percentagem de suplemento foi inferior ( $P < 0,05$ ) na dieta SN2 (67,6 %) quando comparada com a dieta FN2 (70,7 %) (Quadro 3.8). Não se verificaram contudo, diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) devidas ao método de conservação, quer na % de forragem, quer na % de suplemento nas dietas, realmente ingeridas (Quadro 3.8). No anexo 3.2 apresenta-se a respectiva análise de variância.

O método de conservação não influenciou ( $P > 0,05$ ) as quantidades de PB e EM ingeridas diariamente (Quadro 3.9), que, no entanto, aumentaram significativamente ( $P < 0,001$ ) devido ao incremento da suplementação. Como seria de esperar, o aumento da suplementação originou um aumento significativo ( $P < 0,001$ ) no teor de PB e na concentração energética das dietas (Fig. 3.3 e 3.4).

QUADRO 3.9. Teores de PB (% da MS ingerida), concentração energética (MJ/Kg de MS ingerida) e valores médios de ingestão de PB (g/dia) e EM (MJ/dia) observados nas dietas ensaiadas ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=42)

Parâmetros	FENO		SILAGEM		significância		
	N1	N2 (e)	N1	N2	MC	N	MC x N
% de PB	12,66 <sup>c</sup> ± 0,14	16,03 <sup>a</sup> ± 0,15	13,17 <sup>b</sup> ± 0,14	15,85 <sup>a</sup> ± 0,15	NS	***	*
concentração energética	10,78 <sup>c</sup> ± 0,04	12,03 <sup>a</sup> ± 0,04	10,67 <sup>d</sup> ± 0,04	11,80 <sup>b</sup> ± 0,04	***	***	NS
PB ing.	75,13 <sup>b</sup> ± 2,26	112,16 <sup>a</sup> ± 2,47	76,06 <sup>b</sup> ± 2,26	114,37 <sup>a</sup> ± 2,26	NS	***	NS
EM ing.	6,37 <sup>b</sup> ± 0,13	8,38 <sup>a</sup> ± 0,14	6,15 <sup>b</sup> ± 0,13	8,49 <sup>a</sup> ± 0,13	NS	***	NS

Na mesma linha, valores afectados por índices superiores diferentes são significativamente diferentes para o grau de significância referido \* (P<0,05); \*\*\* (P<0,001); NS- não significativo; (e) n=35  
MC - método de conservação; N - nível de suplementação; MC x N - interacção método de conservação x nível de suplementação.

Verificou-se uma interacção significativa entre o método de conservação e o nível de suplementação na variação do teor de PB das dietas, que se traduziu num teor de PB significativamente superior (P<0,05) na dieta de silagem com o N1, em relação à dieta de feno com o mesmo nível de suplementação. Isto deveu-se possivelmente ao maior teor de PB da silagem, uma vez que a proporção relativa forragem /

suplemento foi idêntica para feno e silagem neste nível de suplementação.

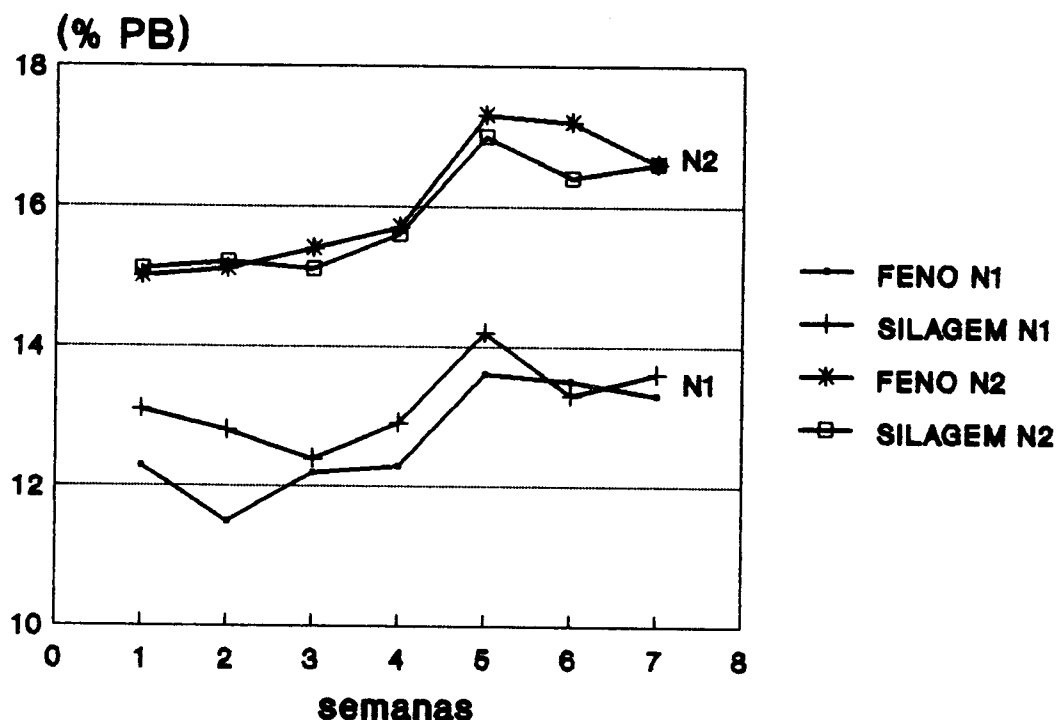


FIGURA 3.3. Variação do teor de PB das dietas ingeridas ao longo do ensaio

A concentração energética das dietas de feno ( $11,34 \pm 0,03$ ) foi significativamente superior ( $P < 0,001$ ) à das dietas de silagem ( $11,24 \pm 0,03$ ) em ambos os níveis de suplementação. Aquela diferença foi mais acentuada no N2, possivelmente devido à maior participação do suplemento na dieta FN2 (Fig. 3.4). No anexo 3.3 apresentam-se as respectivas análises de variância.

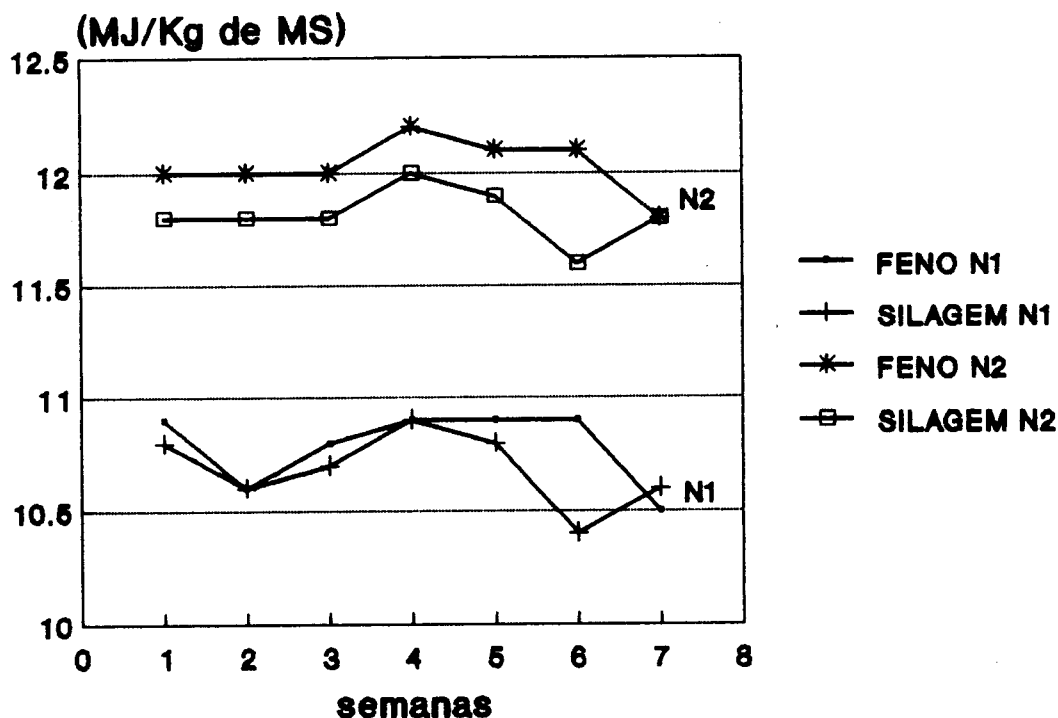


FIGURA 3.4. Variação da concentração energética das dietas ingeridas ao longo do ensaio

Não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre dietas à base de feno ou silagem na produção de gás obtida por fermentação *in vitro* durante 24 h. O incremento da suplementação determinou um aumento significativo ( $P < 0,001$ ) naquela produção (Fig. 3.5). A interacção entre o método de conservação e o nível de suplementação não foi significativa ( $P > 0,05$ ). A interacção entre o nível de suplementação e o tempo de incubação *in vitro* foi significativa ( $P < 0,001$ ), uma vez que a diferença na produção de gás entre os dois níveis de suplementação só se manifestou a partir das 12 h de fermentação (Fig. 3.5). No anexo 3.4 apresenta-se a

respectiva análise de variância.

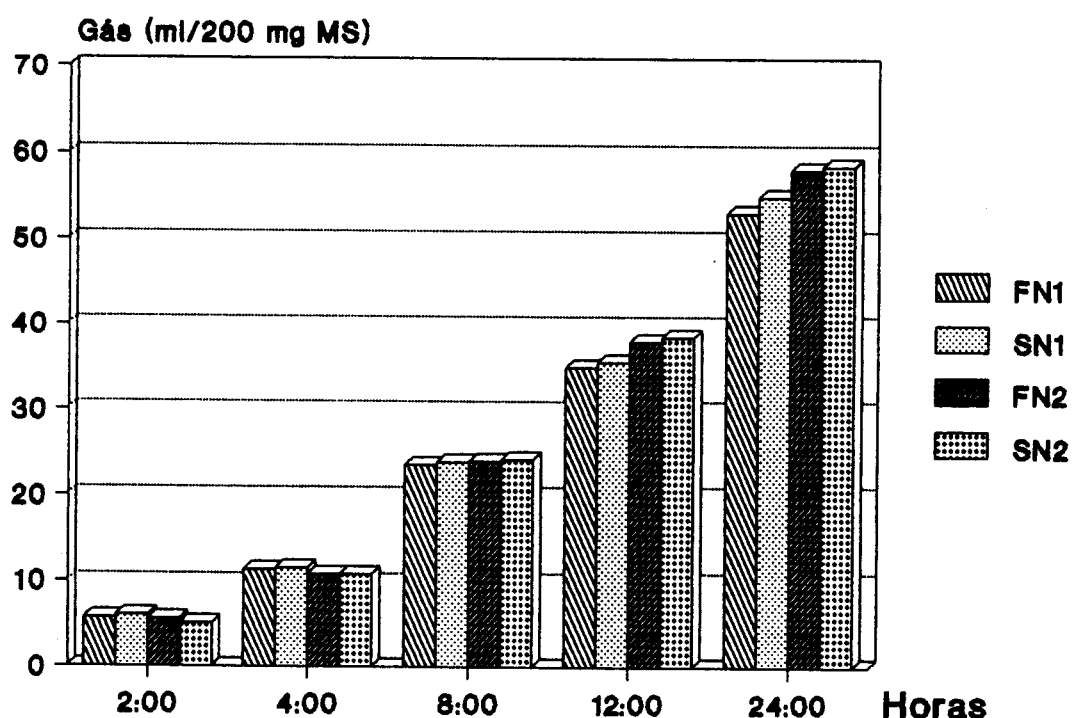


FIGURA 3.5. Produção de gás obtida por fermentação *in vitro* das dietas ensaiadas

O método de conservação não afectou significativamente ( $P>0,05$ ) o peso final, o ganho médio diário e o índice de conversão (Quadro 3.10). O aumento do nível de suplementação originou um aumento significativo ( $P<0,001$ ) no peso final e ganho médio diário, e uma redução significativa ( $P<0,001$ ) no índice de conversão. Embora o peso inicial não tenha diferido significativamente ( $P<0,05$ ) em qualquer das dietas testadas (Quadro 3.10), a sua utilização como covariante nas análises do peso final, ganho médio diário, peso ao abate e peso de carcaça foi altamente significativa ( $P<0,001$ ) (Anexos 3.6 e 3.7).

QUADRO 3.10. Peso inicial (Kg), peso final (Kg), ganho médio diário (GMD-g/dia) e índice de conversão (Kg de MS ingerida / Kg de ganho de peso vivo) observados nas dietas em estudo. ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=6)

Parâmetros	FENO		SILAGEM		significância		
	N1	N2 (d)	N1	N2	MC	N	MC x N
Peso inicial	18,93 $\pm 0,49$	19,40 $\pm 0,53$	19,23 $\pm 0,49$	19,35 $\pm 0,49$	NS	NS	NS
Peso final	<sup>b</sup> 25,01 $\pm 0,34$	<sup>a</sup> 27,78 $\pm 0,37$	<sup>b</sup> 24,84 $\pm 0,34$	<sup>a</sup> 28,04 $\pm 0,34$	NS	***	NS
GMD	<sup>b</sup> 122,50 $\pm 4,85$	<sup>a</sup> 171,60 $\pm 5,31$	<sup>b</sup> 114,83 $\pm 4,85$	<sup>a</sup> 179,83 $\pm 4,85$	NS	***	NS
Índice de conversão	<sup>a</sup> 4,87 $\pm 0,21$	<sup>b</sup> 4,09 $\pm 0,23$	<sup>a</sup> 5,06 $\pm 0,21$	<sup>b</sup> 4,08 $\pm 0,21$	NS	***	NS

Na mesma linha, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido \*\*\* ( $P < 0,001$ ); NS - não significativo; (d) n=5  
 MC - método de conservação; N - nível de suplementação; MC x N - interacção método de conservação x nível de suplementação

Não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no ganho médio diário, devidas aos métodos de cálculo utilizados - (por regressão  $146,6 \pm 0,004$ ; por diferença  $145,7 \pm 0,004$  g/dia). A interacção forragem x nível de suplementação x método de cálculo não foi significativa e a sua variância foi muito pequena (1%), pelo que não foi incluída na análise de variância do ganho médio diário (Anexo

3.7).

O método de conservação não afectou nem a ingestão total de MS, nem a quantidade de forragem consumida. Estes resultados estão de acordo com os verificados por FORBES e IRWIN (1968), TAS e BEE (1980), BARTHOLOMEW *et al.* (1981) e FLIPOT *et al.* (1984), que compararam dietas à base de feno e silagens, utilizando igual quantidade de suplemento.

O aumento do nível de suplementação originou, no presente estudo, uma redução superior na ingestão do feno do que na de silagem. Este facto tinha sido anteriormente verificado por vários autores (CAMPLING, 1966; FORBES e IRWIN, 1968; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981), tendo sido recentemente revisto por THOMAS e THOMAS (1985). Segundo estes últimos autores, o aumento da ingestão de silagens, devido ao incremento da suplementação, dependeria do teor proteico do suplemento, parecendo que a taxa de substituição da silagem seria tanto menor quanto mais elevado fosse o teor proteico do suplemento. A resposta à suplementação proteica seria ainda modelada pela natureza da proteína, parecendo ser superior quando a suplementação era fornecida como farinha de peixe do que como bagaço de soja. Para EGAN (1980) o aumento da ingestão das forragens, devido ao incremento do fornecimento de proteína explica-se, quer por uma melhoria na taxa de digestão das forragens, quer pelo efeito exercido nas reservas proteicas e energéticas do animal, que irão influenciar o controle metabólico da ingestão.



CAMPLING (1966), ao estudar o efeito de suplementações idênticas, à base de cereais e bagaços proteicos, em animais alimentados com feno e silagens, obtidos a partir da mesma forragem e cortados em idêntico estado fisiológico, observou que a taxa de digestão da celulose de algodão incubada "in sacco" variava consoante o tipo de forragem consumido pelos animais. Nos animais alimentados com silagem a suplementação favorecia a digestão in sacco do algodão, nos alimentados com feno a digestão era deprimida. Concluíram que, no caso do feno, a suplementação originava uma diminuição da actividade celulolítica das bactérias. Uma redução na taxa de digestão dos constituintes parietais da forragem no retículo-rúmen causará um maior tempo de permanência da forragem naqueles órgãos, o que, por sua vez, originará um aumento do estado de repleção, ao qual se associará o efeito de repleção causado pela ingestão do concentrado. Este aumento no estado de repleção do retículo-rúmen será compensado por uma diminuição da ingestão de forragem (BERGE e DULPHY, 1985). No presente estudo, a taxa de fermentação in vitro das dietas ensaiadas não foi afectada pelo método de conservação da forragem, no entanto, trata-se de fermentação global, nada dizendo sobre o que se passou a nível de digestão dos constituintes da parede celular das forragens.

A maioria dos trabalhos comparativos entre feno e silagens apresenta valores superiores de ganhos médios diários nos animais alimentados com feno (THOMAS et al., 1961-b; WALDO et al., 1965-a; McCARRICK, 1965; THOMAS et al.,

1969; SHEEHAN e FITZGERALD, 1977; SHEEHAN *et al.*, 1985). Contudo, aqueles trabalhos foram realizados sem qualquer suplementação, tendo a ingestão de silagem sido sempre inferior à ingestão de feno. A introdução de suplementação nalguns ensaios (FORBES e IRWIN, 1968; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981; FLIPOT *et al.*, 1984) causou um aumento da ingestão de MS nas dietas de silagem para níveis semelhantes aos das dietas de feno e permitiu a obtenção de ganhos médios semelhantes a partir dos dois métodos de conservação, tal como o observado no presente estudo.

Os ganhos médios obtidos no presente estudo com as dietas de forragens no N1 foram bastante baixos, apontando para um fraco valor nutritivo da forragem de aveia x ervilhaca, já evidenciado nas experiências anteriores. O incremento na suplementação, originou maiores ganhos médios diários, sem que tenha havido qualquer diferença entre dietas de feno e silagem. Resultados semelhantes foram obtidos por BARTHOLOMEW *et al.* (1981), utilizando uma suplementação energética e proteica de fenos e silagens. FORBES e IRWIN (1968) observaram, no entanto, um efeito superior do aumento de suplementação nas dietas de silagem. Nesse estudo as forragens foram apenas suplementadas com cevada.

As taxas de ingestão verificadas no presente estudo foram baixas atendendo a que as dietas contiveram entre 50 a 70% de suplemento. As tabelas do ARC (1980) apontam para valores de ingestão de MS em borregos em crescimento da ordem

das 54,0 a 64,4 g/Kg  $P^{0.75}$ , quando alimentados apenas com forragens. Igualmente para borregos em crescimento com um peso vivo compreendido entre 20 e 30 Kg, as tabelas do NRC (1985) apontam para ingestões diárias da ordem de 1 Kg de MS, bastante superiores aos valores de 593, 578, 698 e 720 g observados, respectivamente, para as dietas FN1, SN1, FN2 e SN2. Estes valores de ingestão originaram índices de conversão surpreendentemente baixos e coeficientes de utilização da energia metabolizável para o crescimento muito elevados (Anexo 3.9), da ordem de 0,67 para a dieta FN1, 0,68 para a dieta SN1, 0,57 para a dieta FN2 e 0,53 para a dieta SN2. Os coeficientes de utilização da energia metabolizável disponível para o crescimento apresentaram ainda uma tendência contrária à que seria de esperar, ou seja, diminuíram de 0,67 e 0,68 para 0,57 e 0,53, quando se aumentou a concentração energética da ração de 10,72 para 11,92 MJ/Kg de MS.

Embora o cálculo daqueles coeficientes tenha sido feito com base nas equações sugeridas pelo MAFF (1975), cujas estimativas de necessidades energéticas são superiores em cerca de 10% às preconizadas pelo ARC (1980), os valores encontrados nas dietas de nível de suplementação mais baixo são bastante elevados, especialmente porque foram calculados sem a margem de segurança de 5% estabelecida pelo MAFF (1975). Uma possível explicação para estes números poderá ser uma subvalorização da energia das dietas que foi calculada com base na digestibilidade in vitro dos

componentes da dieta, o que poderia afectar, especialmente, as dietas de silagem. Dada a concentração de ácidos orgânicos e outros compostos voláteis nas silagens, a DMO das silagens encontra-se muito pouco correlacionada com a sua energia digestível (BROWN e RADCLIFFE, 1971). O facto da DMO ter sido determinada em amostras secas em estufa poderá, ainda, ter contribuído para uma maior subvalorização. No entanto, foram igualmente encontrados elevados coeficientes de utilização da energia nas dietas de feno, o que levanta a hipótese de poder ter havido algum consumo da palha das camas.

### 3.3.3. Qualidade das carcaças

O peso vivo ao abate (Quadro 3.11), após um jejum de 24h para alimentos e de 16h para água, foi inferior ao peso vivo no final do ensaio em cerca de 1,56 Kg para as duas forragens no N1. Nos animais alimentados com as dietas do N2 a diferença entre aqueles dois pesos (Quadro 3.11) foi menor ( $P < 0,05$ ) para o FN2 (-0,72 Kg) do que para a SN2 (-1,3 Kg). Parte desta variação será devida ao peso dos conteúdos gástricos (Quadro 3.11) que, mesmo após um jejum de 24 h, foi significativamente maior ( $P < 0,001$ ) no N1 do que no N2. O método de conservação da forragem não influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) o peso líquido dos conteúdos gástricos ao abate.



QUADRO 3.11. Peso ao abate, diferença entre o peso final e o peso ao abate, peso de carcaça, peso líquido dos conteúdos gástricos, rendimento de carcaça corrigido (RCC) e rendimento das peças nobres (RPN), observados nos animais alimentados com as dietas em estudo. ( $\bar{X} \pm \text{EPM}$ ; n=6)

Parâmetros	FENO		SILAGEM		significância		
	N1	N2 (d)	N1	N2	MC	N	MC x N
Peso ao abate (kg)	23,42 <sup>b</sup> ± 0,33	27,06 <sup>a</sup> ± 0,36	23,32 <sup>b</sup> ± 0,33	26,67 <sup>a</sup> ± 0,33	NS	***	NS
diferença de pesos (Kg)	-1,60 <sup>a</sup> ± 0,17	-0,72 <sup>b</sup> ± 0,19	-1,53 <sup>a</sup> ± 0,17	-1,38 <sup>a</sup> ± 0,17	NS	**	*
Peso de carcaça (kg)	10,05 <sup>b</sup> ± 0,21	12,18 <sup>a</sup> ± 0,23	10,17 <sup>b</sup> ± 0,21	12,32 <sup>a</sup> ± 0,21	NS	***	NS
Conteúdos gástricos (g)	3658,1 <sup>a</sup> ± 182	3135,3 <sup>ab</sup> ± 199	3672,0 <sup>a</sup> ± 182	2920,5 <sup>b</sup> ± 182	NS	***	NS
RCC (%)	50,91 ± 0,58	51,18 ± 0,64	51,77 ± 0,58	52,10 ± 0,58	NS	NS	NS
RPN (%)	45,16 ± 0,46	44,30 ± 0,50	45,26 ± 0,46	45,19 ± 0,46	NS	NS	NS

Na mesma linha, valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido \*\*\* (P<0,001); \*\* (P<0,01); \* (P<0,05); NS - não significativo; (d) n=5 MC - método de conservação; N - nível de suplementação; MC x N - interacção método de conservação x nível de suplementação.

O peso das carcaças foi significativamente superior ( $P < 0,001$ ) para as dietas com nível mais elevado de suplementação, não se tendo verificado nenhum efeito significativo ( $P > 0,05$ ) devido ao método de conservação da forragem. Não se verificaram quaisquer diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no rendimento corrigido da carcaça ou no rendimento de peças nobres, quer devido ao nível de suplementação, quer ao método de conservação (Quadro 3.11). Nos anexos 3.5, 3.6 e 3.8 são apresentadas as respectivas análises de variância.

As meias carcaças dos animais sujeitos ao nível mais elevado de suplementação apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) quantidade de gordura peri-renal que as dos animais sujeitos ao menor nível de suplementação (Quadro 3.12). Nos animais alimentados com as dietas de feno, a gordura peri-renal ( $65,9 \pm 8,2$  g) apresentou uma tendência ( $P < 0,07$ ) para se depositar em menor quantidade que nos animais sujeitos às dietas de silagem ( $88,75 \pm 7,85$  g).

As meias carcaças dos animais alimentados com as dietas de feno apresentaram uma percentagem de músculo ( $61,28\% \pm 0,53$ ) significativamente superior ( $P < 0,01$ ) à verificada nos animais alimentados com as dietas de silagem ( $59,01 \pm 0,50$ ). O nível de suplementação não afectou ( $P > 0,05$ ) a % de músculo das carcaças (Quadro 3.12). As percentagens de osso e gordura foram, no entanto, significativamente ( $P < 0,01$ ) afectadas pelo aumento do nível de suplementação que originou,

respectivamente, menores percentagens de osso e maiores percentagens de gordura (Quadro 3.12). Verificou-se uma tendência ( $P < 0,055$ ) para as carcaças dos animais alimentados com as dietas de silagem apresentarem uma percentagem de osso superior ( $25,91 \pm 0,38 \%$ ) à das carcaças dos animais alimentados com as dietas de feno ( $24,9 \pm 0,39 \%$ ).

QUADRO 3.12. Gordura peri-renal, percentagem de músculo, osso e gordura na carcaça e respectiva relação músculo / osso observadas nas meias carcaças dissecadas. ( $\bar{X} \pm$  EPM;  $n=6$ )

Parâmetros	FENO		SILAGEM		significância		
	N1	N2 (e)	N1	N2	MC	N	MC x N
Gordura peri-renal (g)	b 57,50 $\pm 11,11$	ab 76,00 $\pm 12,17$	b 69,17 $\pm 11,11$	a 108,33 $\pm 11,11$	NS	*	NS
% músculo	ab 61,03 $\pm 0,71$	a 61,58 $\pm 0,78$	b 59,08 $\pm 0,71$	b 58,94 $\pm 0,71$	**	NS	NS
% osso	a 25,76 $\pm 0,53$	b 23,89 $\pm 0,58$	a 27,12 $\pm 0,53$	b 24,71 $\pm 0,53$	NS	**	NS
% gordura total	b 11,15 $\pm 0,73$	ab 12,73 $\pm 0,80$	b 11,76 $\pm 0,73$	a 14,50 $\pm 0,73$	NS	**	NS
Relação músculo / osso	b 2,37 $\pm 0,07$	a 2,58 $\pm 0,07$	b 2,19 $\pm 0,07$	a 2,40 $\pm 0,07$	**	**	NS

Na mesma linha valores afectados por diferentes índices superiores são significativamente diferentes para o grau de significância referido \* ( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); NS - não significativo; (e)  $n=5$   
 MC - método de conservação; N - nível de suplementação; MC x N - interacção método de conservação x nível de suplementação

A percentagem de gordura total originada pelas dietas de silagem ( $13,13 \pm 0,52$ ), não foi significativamente diferente ( $P > 0,05$ ) da originada pelas dietas de feno ( $11,87 \pm 0,54$ ).

A relação músculo/osso foi significativamente ( $P < 0,01$ ) afectada quer pelo método de conservação, quer pelo nível de suplementação (Quadro 3.12). Foi superior ( $P < 0,01$ ) nas dietas de feno ( $2,47 \pm 0,05$ ) em relação às dietas de silagem ( $2,29 \pm 0,05$ ), e superior ( $P < 0,01$ ) no N2 ( $2,48 \pm 0,05$ ) em relação ao N1 ( $2,28 \pm 0,05$ ). No anexo 3.8 apresenta-se a respectiva análise de variância.

Embora McCARRICK (1966) e SHEEHAN e FITZGERALD (1977) tenham referido pesos superiores dos conteúdos gástricos nos animais sujeitos a dietas de feno, quando comparados com animais sujeitos a dietas de silagem, tal não aconteceu no presente estudo. Uma das possíveis causas que terá originado este diferente resultado será o facto de que os autores citados apenas trabalharam com dietas de forragem sem qualquer suplementação, possivelmente com tempos de retenção médios no tracto digestivo superiores aos das dietas por nós testadas. McCARRICK (1966) utilizou, ainda, um tempo de jejum de apenas 16 h, antes do abate, enquanto que o tempo de jejum utilizado no nosso ensaio foi de 24 h, o que terá contribuído para atenuar eventuais diferenças nos conteúdos gástricos.

Os pesos das carcaças dos animais sujeitos às dietas de



feno foram, no presente estudo, semelhantes aos dos animais nas dietas de silagem, consequência provável do ganho médio diário idêntico observado para os dois métodos de conservação. SHEEHAN e FITZGERALD (1977), num estudo comparativo de fenos e silagens, obtiveram pesos de carcaça superiores em animais alimentados com feno, que tinham tido, no entanto, ganhos médios diários superiores. Já McCARRICK (1966) obteve pesos de carcaça superiores nos animais alimentados com silagem, embora os ganhos médios diários obtidos a partir de forragens conservadas como feno ou silagem tenham sido idênticos. A diferença neste caso resultou dum menor conteúdo gástrico que afectou igualmente o rendimento de carcaça, superior também nas dietas de silagem.

Os pesos de carcaça que obtivemos no N1 foram bastante baixos, especialmente se tivermos em conta a idade dos animais (212 dias), e apontam para a necessidade do emprego de elevadas suplementações quando utilizarmos a forragem de aveia x ervilhaca na alimentação deste tipo de animais.

O método de conservação da forragem e o nível de suplementação não afectaram o rendimento corrigido das carcaças ou o rendimento das peças nobres, que se situaram dentro dos valores referidos por CALHEIROS e MORAIS (1966) e por AVÓ (1990) para borregos Merino Branco.

Embora o rendimento de cerca de 45% de peças nobres permita pensar que as carcaças seriam bem conformadas de

acordo com o critério de CRAPLET e THIBIER (1980), a relação músculo / osso foi muito baixa em qualquer dos regimes alimentares, consequência duma elevada % de osso nas carcaças. Para borregos da mesma raça SIMÕES (1989) e AVÓ (1990) encontraram relações músculo /osso de 3,1 e 2,8, respectivamente. Esta relação apareceu ainda mais desfavorecida nas carcaças dos animais sujeitos ao regime de silagem, como resultado da menor % de músculo e da maior % de osso nessas carcaças.

Uma menor deposição de tecido muscular magro e uma maior deposição de gordura nas carcaças dos animais alimentados com silagens foi referida por McCARRICK (1966) e SHEEHAN e FITZGERALD (1977). Estes resultados têm vindo a ser justificados, quer por uma menor eficiência da síntese de proteína microbiana no rúmen a partir das dietas de silagem (THOMAS, 1982), quer pela ocorrência de desequilíbrios entre a quantidade de energia e proteína disponível para a deposição proteica nestas mesmas dietas (THOMAS e THOMAS, 1985). Atendendo aos estudos efectuados por RADCLIFFE e WEBSTER (1978/1979) - cit. por WEBSTER (1986), em ratos em crescimento, os animais regulam a ingestão de forma a permitirem o máximo de deposição proteica e a deposição de gordura depende da relação energia metabolizável / proteína metabolizável da dieta, sendo o autor da opinião que este princípio se aplica a outras espécies animais. A menor % de músculo verificada no presente estudo nas carcaças dos animais alimentados com dietas de silagem, mesmo no nível

mais elevado de suplementação, parece indicar que a proteína disponível para a deposição proteica seria menor nas dietas de silagem. O aumento do nível de suplementação não parece ter melhorado a relação energia / proteína pelo que o excesso de energia foi canalizado para o aumento da deposição de gordura, que apresentou uma tendência para ser superior, no caso da gordura peri-renal, nas dietas de silagem. A gordura peri-renal constitui o depósito de formação geralmente mais precoce e mais facilmente metabolizável da gordura corporal e, portanto, aquele que reflecte primeiramente os efeitos dos regimes alimentares.

Estes resultados apontam para a necessidade de se conhecer melhor o que se passa a nível de digestão e metabolismo animal quando a forragem de aveia x ervilhaca é fornecida com suplementação. Se, aparentemente, a ingestão de PB e EM foi idêntica, a sua utilização foi efectivamente diferente, conduzindo a interrogações sobre a quantidade e qualidade da proteína absorvida no duodeno ou sobre a quantidade e percentagem molar dos ácidos gordos produzidos durante a fermentação ruminal. Os ensaios anteriores apontaram para uma utilização do azoto similar nas dietas de feno e silagem (igual concentração de amónia ruminal, quantidades semelhantes de azoto retido), o que, em princípio, levaria a pensar em igual quantidade de proteína sintetizada no rúmen e absorvida no intestino delgado. A suplementação idêntica que foi fornecida deveria proporcionar resultados semelhantes, pelo que a qualidade da

proteína absorvida pode ter tido influência nos resultados obtidos. A deposição proteica pode ser severamente limitada por um deficiente fornecimento de metionina, lisina, histidina e arginina (BUTTERY, 1983; MacRAE e LOBLEY, 1986).

As diferenças obtidas poderão, ainda, estar relacionadas com o padrão dos ácidos gordos produzidos que, nos ensaios anteriores, foi diferente nestes dois tipos de forragens conservadas. A silagem originou menores concentrações ruminais de ácido propiónico e, na sua ausência, os animais podem ter gerado energia a partir de aminoácidos o que influenciaria negativamente a quantidade de aminoácidos disponíveis para a deposição de músculo. Contudo a suplementação deveria atenuar estas diferenças no padrão fermentativo e, pelo menos no nível de incorporação mais elevado, não se deveriam fazer sentir.

Esta discussão tem partido do princípio que a repartição de proteína, gordura e água no músculo foi semelhante para os dois métodos de conservação, o que pode não ter acontecido. Para a obtenção de resultados mais conclusivos será aconselhável uma análise mais detalhada da composição muscular.

### **3.4. Conclusões**

O corte da forragem com cerca de 36% de MS melhorou a qualidade de fermentação da forragem quando conservada como

silagem, mas influiu negativamente na sua composição química e valor nutritivo.

A ingestão de MS total não foi afectada pelo método de conservação, tendo-se verificado, no entanto, que o incremento da suplementação originava uma maior substituição do feno do que da silagem.

O método de conservação não afectou os ganhos médios diários dos animais, nem o peso das carcaças, que foram baixos nas dietas com nível inferior de suplementação, só atingindo valores aceitáveis quando se aumentou a suplementação.

A composição das carcaças foi afectada pelo método de conservação da forragem utilizado: as carcaças dos animais no regime de silagem apresentaram menor % de músculo e uma tendência para uma maior % de osso e maior deposição de gordura peri-renal.

O aumento do nível de suplementação permitiu a obtenção de maiores ingestões de MS, melhores ganhos médios diários e de maiores carcaças com menor % de osso e maior % de gordura.

## CAPÍTULO 4

### DISCUSSÃO GERAL

O condicionamento da fenação às condições climatéricas prevaletentes na época de corte, mesmo quando a forragem é cortada em estados avançados de maturação (SILVA e SERRANO, 1990), aponta para o uso da técnica de ensilagem como processo alternativo de conservação das forragens. A conservação desta forragem pela ensilagem permite antecipar a época de corte e, assim, minimizar os efeitos negativos do avanço do estado fenológico observados no ensaio descrito no capítulo 1. Com efeito, o atraso da época de corte causou diminuições no teor proteico da forragem e na digestibilidade da matéria orgânica de 52 % e 18%, respectivamente. Originou, ainda, balanços azotados negativos nos animais alimentados com o feno da 2ª época de corte.

A ensilagem, quando a forragem apresentava teores de MS da ordem 21 %, permitiu a obtenção de melhores digestibilidades aparentes in vivo da NDF, ADF, PB e uma tendência para uma maior digestibilidade da MO e balanço azotado, relativamente ao feno cortado na mesma época de corte. A ingestão de MS foi contudo baixa (39,9 g/Kg PV<sup>0.75</sup>), embora não tenha sido significativamente diferente da observada com o feno (44,8 g/Kg PV<sup>0.75</sup>), constituindo um dos factores condicionantes do valor alimentar desta forragem. A fermentação que ocorreu na silagem pode ter influenciado a

ingestão, uma vez que originou uma concentração acentuada nos constituintes fibrosos, e o aparecimento de teores de ácido butírico, indicativos de alguma fermentação do tipo clostrídico. A ingestão terá sido afectada negativamente pelo teor de constituintes fibrosos, mas também pelo teor de ácido butírico, que resulta de fermentações secundárias por clostrídios e aparece associado a aminas com um elevado poder tóxico (McDONALD e OSHIMA, 1978; McDONALD, 1981). A importância da MS na qualidade de fermentação da forragem foi demonstrada no capítulo 3, dada a melhoria no padrão fermentativo da silagem quando a forragem foi cortada com 36 % de MS. No entanto, o corte da forragem com esta MS repercutiu-se numa diminuição do valor nutritivo da forragem. A ensilagem de cereais secundários com teores de MS superiores a 35% de MS pode ainda apresentar dificuldades de calcamento, dificultando uma boa extração de ar e o estabelecimento de condições de anaerobiose (AERTS *et al.*, 1979).

No capítulo 2 foi analisado o efeito do método de conservação e da época de corte nas características da fermentação ruminal. Os parâmetros ruminais medidos demonstraram que a mobilização dos constituintes solúveis durante a fermentação da silagem se repercutiu em menores taxas de digestão da MS e menores concentrações ruminais de ácido propiónico relativamente às observadas no F1. Contudo, em qualquer das três forragens testadas, a fermentação ruminal caracterizou-se por uma elevada proporção molar de

ácido acético.

A silagem apresentou, ainda, menores taxas de passagem da fase sólida no rúmen que poderão estar relacionadas com alterações da motilidade. Com efeito, em animais alimentados com silagens foram observadas alterações da motilidade ruminal, associadas, quer à presença de amins originadas durante o processo fermentativo (CLANCY *et al.*, 1977; BUCHANAN-SMITH e PHILLIP, 1986), quer a longos tamanhos de partícula, que causariam perturbações na ruminação (CAMPLING, 1966; DULPHY *et al.*, 1975, DESWISEN e EHRLEIN, 1979).

As menores taxas de passagem no rúmen da fase sólida observadas nos animais alimentados com silagem justificarão as maiores digestibilidades da MO e NDF verificadas com esta forragem conservada, face ao feno obtido na mesma época de corte, uma vez que as taxas de digestão *in sacco* da NDF não diferiram significativamente, e as taxas de digestão da MS foram inferiores para a silagem. O estudo efectuado no capítulo 2 revelou ainda que o avanço do estado fenológico da forragem limitou a extensão da digestão da MS e NDF, diminuiu a taxa de digestão da MS e aumentou o tempo de latência na digestão da NDF.

Dado o efeito negativo do avanço do estado fenológico no valor alimentar desta forragem, será aconselhável a antecipação da época de corte para, pelo menos, o início do



estado de grão leitoso da aveia. A opção pela ensilagem poderá ainda ser favorecida se a fermentação de compostos altamente digestíveis durante o processo de ensilagem for limitada. Assim, o efeito de aditivos que permitam uma rápida acidificação ou, alternativamente, o recurso a uma ligeira pré-fenação da forragem, poderão ser alternativas a estudar, quando o corte da forragem se efectuar naquele estado fenológico. Atendendo ao efeito da redução do tamanho de partícula, na melhoria da qualidade de fermentação da silagem (BARRY *et al.*, 1978-a) e no aumento da ingestão (DULPHY *et al.*, 1975; DULPHY *et al.*, 1984), o corte da forragem em partículas inferiores às testadas no presente estudo, poderá ser outra alternativa a encarar.

O valor produtivo de dietas baseadas, quer em feno, quer em silagem, sujeitas a dois níveis de suplementação, foi analisado no capítulo 3. O método de conservação da forragem base não afectou significativamente as ingestões de MS, ganhos médios diários, pesos de carcaças e rendimentos de carcaças. Os valores observados para aqueles parâmetros foram contudo baixos, especialmente no nível inferior de suplementação, apontando para a necessidade de se utilizarem elevados níveis de suplementação com concentrados energéticos e proteicos, quando se pretendem atingir elevadas "performances". Os valores de ingestão observados para as dietas estudadas apresentaram-se, novamente, como condicionantes da produção animal a obter com estas dietas. O teor proteico das forragens estudadas constituiu outro dos

factores condicionantes do seu valor alimentar.

A análise mais detalhada das carcaças demonstrou menores deposições de músculo nos animais alimentados com as dietas à base de silagem, assim como, menores relações músculo/osso, quando comparadas com as dos animais alimentados com dietas à base de feno. Aquelas carcaças apresentaram, por outro lado, uma tendência para uma deposição superior de gordura peri-renal. Estes resultados parecem indicar uma menor deposição de proteína nos animais alimentados com silagem que poderão ser explicados por um excesso de energia face à proteína disponível para a deposição proteica nestas dietas (THOMAS e THOMAS, 1985), ou pela qualidade da proteína absorvida (THOMAS, 1982; BUTTERY, 1983). Dada a necessidade de suplementação que os resultados obtidos parecem apontar, no intuito de aumentar da produção animal a partir desta forragem, parece-nos indicado estudar qual o tipo de suplementação que mais se lhe adequa, de forma a maximizar a produção com um mínimo de custo possível.

Se a ensilagem parece ser uma alternativa à fenação do ponto de vista da independência em relação às condições climatéricas na altura do corte, da preservação dos nutrientes e da produção animal obtida, a adopção deste método de conservação teria ainda a vantagem de reduzir as áreas de forragem destinadas à conservação por fenação, permitindo melhorar o valor alimentar dos fenos (SERRANO, 1985). O processo de fenação seria mais rápido e, portanto,

menos sujeito às condições climatéricas. A viabilidade económica da opção pela ensilagem deverá, no entanto, ser estudada.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



- ABREU, J.M.; CALOURO, M.F. e SOARES, A.M. (1982). Tabelas de valor alimentar. Forragens mediterrânicas cultivadas em Portugal. 1ª contribuição, Lisboa, ed. I.S.A. e L.E.N.A., 185 p.
- AERTS, J.V.; DE BRABANDER, D.L.; COTTYN, B.G. et BUISSE, F.X. (1979). Composition chimique, digestibilité et valeur alimentaire des céréales immatures ensilées. Revue de l'Agriculture, 32:891-906.
- AFRC TECHNICAL COMMITTEE (1987). AFRC technical committee on responses to nutrients, report number 1, characterisation of feedstuffs: energy. Nut. Abs. Reviews (series B) 57:507-523.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC), (1980). The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock, CAB, London, 351 pp.
- AITCHISON, E.M.; GILL, M.; DHANOA, M.S. and OSBOURN, D.F. (1986-a). The effect of digestibility and forage species on the removal of digesta from rumen and the voluntary intake of hay by sheep. Brit. J. Nut. 56:463-476.
- AITCHISON, E.; GILL, M.; FRANCE, J. and DHANOA, M.S. (1986-b). Comparison of methods to describe the kinetics of digestion and passage of foder in sheep. J. Sci. Food Agric. 37:1065-1072.
- 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 Ruminants". Ed. L.P. Milligan, W. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New Jersey, p. 139-157.
- ALEXANDER, R.H. and MCGOWAN, M. (1966). The routine determination of in vitro digestibility of organic matter in forages - an investigation of the problems associated with continuous large-scale operation. Br. Grassld. Soc. 21:140-147.
- ALMEIDA, J.A.A. (1986). Influência dos Taninos de Frutos de Quercus ilex L. e Quercus suber L. sobre a Fermentação Reticulo-Ruminal e a Digestão Enzimática de Proteínas. Tese de doutoramento. Universidade de Évora, Évora, 323 pp.
- ALMEIDA, J.A.A.; BENTO, O.P.; LANÇA, A. e ABREU, M.C. (1987). Valor nutritivo dos fenos produzidos no Alentejo. (Resultados do 2º ano de observações). Pastagens e Forragens, 8 (1):169-178.
- ANDERSON, B.K. and JACKSON, N. (1971). Volatile fatty acids in the rumen of sheep fed grass, unwilted and wilted silage, and barn-dried hay. J. agric. Sci., Camb. 77:483-490.
- ANDRADE, L.P.M.P. (1989). O Valor Nutritivo e Ingestão dos Fenos de Aveia x Ervilhaca e Aveia Suplementados e Tratados com Ureia como Fonte de Amoníaco. Tese de mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, 87 pp.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), (1975). Official Methods of Analysis (12 th. ed.), AOAC, Washington, DC.

- ATWAL, A.S. (1983). Effects of preserving alfalfa forage as formic-acid-treated silage, wilted silage, and as hay in large round bales on chemical composition, recovery of nutrients, digestibility and heifer growth. *Can. J. Anim. Sci.*, 63:925-936.
- AVÓ, J.J.M.G. (1990). Valorização dos Ovinos da Raça Merino Branco. Incremento Produtivo. Tese de doutoramento. Universidade de Évora, 299 pp.
- AZEVEDO, C.R. (1989). Efeito da Complementação Azotada e Energética de Fenos no Processo Digestivo de Ovinos. Tese de doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 169 pp.
- BAILE, C.A. and MAYER, J. (1970). Hypothalamic centres: feedbacks and receptor sites in the short-term control of feed intake. In: "Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant". Ed. A.T. Phillipson, Oriel Press Ltd., Newcastle upon Tyne, p.254-263.
- BAILE, C.A. and DELLA-FERA, M.A. (1981). Nature of hunger and satiety control systems in ruminants. *J. Dairy Sci.*, 64:1140-1152.
- BAILE, C.A. and McLAUGHLIN, C.L. (1987). Mechanisms controlling feed intake in ruminants: a review. *J. Anim. Sci.*, 64:915-922.
- BAILE, C.A. and DELLA-FERA, M.A. (1988). Physiology of control of food intake and regulation of energy balance in dairy cows. In: "Nutrition and Lactation in the Dairy Cow". Ed. P.C. Garnsworthy, Anchor-Brendon Lda., Essex, p.251-261.
- BALCH, C.C. and CAMPLING, R.C. (1962). Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nut. Abs. and Reviews (series B)*, 32:669-686.
- BARRY, T.N. (1975). Effect of treatment with formaldehyde, formic acid, and formaldehyde-acid mixtures on the chemical composition and nutritive value of silage. I. Silages made from immature pasture compared with hay. *New Zel. J. Agric. Res.*, 18:285-294.
- BARRY, T.N. (1976). Effects of intraperitoneal injections of DL-methionine on the voluntary intake and wool growth of sheep fed sole diets of hay, silage and pasture differing in digestibility. *J. agric. Sci., Camb.*, 86:141-149.
- BARRY, T.N.; COOK, J.E. and WILKINS, R.J. (1978-a). The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of nitrogen in lucerne silages. 1. The voluntary intake and nitrogen retention of young sheep consuming the silages with or without intraperitoneal supplements of DL-methionine. *J. agric. Sci., Camb.*, 91:701-715.
- BARRY, T.N.; MUNDELL, D.C.; WILKINS, R.J. and BEEVER, D.E. (1978-b). The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on utilization of nitrogen in lucerne silages. 2. Changes in amino-acid composition during ensiling and their influence on nutritive value. *J. agric. Sci., Camb.*, 91:717-725.

- BARTHOLOMEW, P.W.; McLAUCHLAN and CHESTNUTT, D.M.B. (1981). Effect of unwilted and wilted silages nad hay, supplemented with different amounts of concentrate, on live-weight gain of calves. Anim. Prod. 32:307-313.
- BAUMGARDT, B.R. (1970). Control of feed intake in the regulation of energy balance. In: "Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant". Ed. A.T. Phillipson, Oriel Press Ltd., Newcastle upon Tyne, p. 235-253.
- BAUMGARDT, B.R. (1972). Consumo voluntario de alimentos. In: "Desarrollo y Nutricion Animal". Ed. E.S.E. Hafez e I.A. Dyer, Editorial Acribia, Zaragoza, p. 151-171.
- BECK, Th. (1978). The microbiology in silage fermentation. In: "Fermentation of Silage - a Review". Ed. M.E. McCullough, National Feed Ingredients Assoc., Iowa, p. 61-115.
- BEEVER, D.E. (1980). The utilisation of protein in conserved forage. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No.11, Brit. Grassl. Soc., p. 131-142.
- BELL, F.R. (1984). Aspects of ingestive behavior in cattle. J. Anim. Sci. 59:1369-1372.
- BENTO, O.P.; PEREIRA, A.M.; ALMEIDA, J.A.A. e CARVALHO, M.J.C. (1987). Influência da época de corte e da forma de conservação sobre o valor alimentar da aveia x vicia. Pastagens e Forragens, 8 (1):99-109.
- BERGE, Ph. et DULPHY, J.P. (1985). Étude des interactions entre fourrage et aliment concentré chez le mouton. I. Facteurs de variation du taux de substitution. Ann. Zootech. 34:313-334.
- BERGEN, W.G. (1972). Rumen osmolality as a factor in feed intake control of sheep. J. Anim. Sci. 34:1054-1060.
- BEN TAMALLAH, S. (1987). En zone sub-humide tunisienne, intérêt de l'association avoine-sulla (Hedysarum coronarium):premiers resultats. Fourrages, 109:41-51.
- BHATTACHARYA, A.N. and WARNER, R.G. (1967). Rumen pH as a factor controlling feed intake in ruminants. J. Dairy Sci. 50:1116-1119.
- BHATTACHARYA, A.N. and WARNER, R.G. (1968). Effect of propionate and citrate on depressed feed intake after intraruminal infusions of acetate in dairy cattle. J. Dairy Sci. 51:1091-1094.
- BINES, J.A. and MORAND, S.V. (1983). The effect of body condition on metabolic changes associated with intake of food by cow. Brit. J. Nutr. 50:81-89.
- BISHNOI, U.R.; CHITAPONG, P.; HUGHES, J. and NISHIMUTA, J. (1978). Quantity and quality of triticale and other small grain silages. Agron. J. 70:439-441.



- BLACK, J.L. (1974). Manipulation of body composition through nutrition. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 10:211-218.
- BLAXTER, K.L.; WAINMAN, F.W. and WILSON R.S. (1961). The regulation of food intake by sheep. Anim. Prod. 3:51-61.
- BOLSEN, K.K. and BERGER, L.L. (1976). Effects of type and variety and stage of maturity on feeding values of cereal silages for lambs. J. Anim. Sci., 42:168-174.
- BROWN, D.C. and RADCLIFFE, J.C. (1971). Prediction of *in vivo* dry matter, organic matter, and energy digestibilities of silage by *in vitro* digestion techniques. Aust. J. agric. Res., 22:787-796.
- BRUNDAGE, A.L. and SWEETMAN, W.J. (1967). Comparative feeding value of oat-pea forages ensiled at two stages of maturity. J. Dairy Sci., 50:696-699.
- BRUNDAGE, A.L. and KLEBESADEL, L.J. (1970). Nutritive value of Oat and Pea components of a mixture harvested sequentially. J. Dairy Sci., 53:793-796.
- BRUNDAGE, A.L.; TAYLOR, R.L. and BURTON, V.L. (1979). Relative yields and nutritive values of barley, oats and peas harvested at four successive dates for forage. J. Dairy Sci., 62:740-745.
- BUCHANAN-SMITH, J.G. and PHILLIP, L.E. (1986). Food intake in sheep following intraruminal infusion of extracts from lucerne silage with particular reference to organic acids and products of protein degradation. J. agric. Sci., Camb. 106:611-617.
- BURGESS, P.L.; GRANT, E.A. and NICHOLSON, J.W.G. (1972). Feeding value of "forage" oats. Can. J. Anim. Sci., 52:448-449.
- BURGESS, P.L.; NICHOLSON, J.W.G. and GRANT, E.A. (1973). Yield and nutritive value of corn, barley, wheat, and forage oats as silage for lactating dairy cows. Can. J. Anim. Sci., 53:245-250.
- BUTTERY, P.J. (1983). Protein deposition in animals. Outlook on Agriculture 12:172-178.
- CABALLERO, R. y GOICOECHEA, E.L. (1980). Estudio comparado de diferentes cereales como tutores de Vicia sativa L. y Vicia villosa Roth. Rendimientos, composición y valor alimenticio de las asociaciones. Pastos, 10:169-186.
- CALHEIROS, F.C. e MORAIS, M.J.G. (1966). O Merino Precoce como produtor de carne. Simpósio Internacional sobre problemas técnico-econômicos das produções ovinas, caprinas e de animais produtores de pele, Milão, 5 pp.
- CALHEIROS, F.C. (1968). Rendimentos ponderais no borrego Merino Precoce. Carcaça e 5º Quarto. Separata do Boletim Pecuário, 1, Ano XXXVI, pp. 117-126.

- CAMPLING, R.C.; FREER, M. and BALCH, C.C. (1961). Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 2. The relationship between the voluntary intake of roughages, the amount of digesta in the reticulo-rumen and the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract. Brit. J. Nutr. 15:531-540.
- CAMPLING, R.C. (1966). The intake of hay and silage by cows. J. Brit. Grassl. Soc., 21:41-48.
- CAMPLING, R.C. (1970). Physical regulation of voluntary intake. In: "Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant". Ed. A.T. Phillipson, Oriel Press Ltd., Newcastle upon Tyne, p. 226-234.
- CANNELL, R.Q. and JOBSON, H.T. (1968). The relationship between yield and digestibility in spring varieties of barley, oats and wheat after ear emergence. J. agric. Sci., Camb., 71:337-341.
- CARPINTERO, C.M.; HENDERSON, A.R. and McDONALD, P. (1979). The effect of some pretreatments on proteolysis during the ensiling of herbage. Grass and Forage Sci., 34:311-315.
- CARTER, J.F. and LARSON, K.L. (1964). Oats peas and vetch for hay and silage in North Dakota. Agricultural Experimental Station, Bulletin 447, North Dakota State University, 8 p.
- CASTLE, M.E.; GILL, M.S. and WATSON, J.N. (1983). Silage and milk production: a comparison between three rates of high - protein concentrate supplementation of grass silages of two digestibilities. Grass and Forage Sci., 38:135-140.
- CATTON, R.; CHAMBERLAIN, A.G.; PAINE, C.A. and CRAWSHAW, R. (1982). In sacco degradability characteristics of two contrasting grass silages. In: "Forage Protein in Ruminant Animal Production -Occasional Publication No.6". Ed. D.J. Thomson, D.E.Beever and R.G. Gunn. Brit. Soc. Anim. Prod. p. 175-176.
- CHAMBERLAIN, D.G.; THOMAS, P.C. and ANDERSON, F.J. (1983). Volatile fatty acid proportions and lactic acid metabolism in the rumen in sheep and cattle receiving silage diets. J. agric. Sci., Camb., 101:47-58.
- CHAMBERLAIN, D.G.; THOMAS, P.C.; WILSON, W.; NEWBOLD, C.J. and MacDONALD, J.C. (1985). The effects of carbohydrate supplements on ruminal concentrations of ammonia in animals given diets of grass silage. J. agric. Sci., Camb., 104:331-340.
- CHERNEY, J.H. and MARTEN, G.C. (1982-a). Small grain forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality, and yield. Crop Sci., 22:227-231.
- CHERNEY, J.H. and MARTEN, G.C. (1982-b). Small grain crop forage potential: II. Interrelationships among biological, chemical, morphological, and anatomical determinants of quality. Crop Sci., 22:240-245.
- CHESSON, A. (1986). The evaluation of dietary fibre. In: "Feedingstuffs Evaluation, Modern Aspects, Problems, Future Trends". Ed. R.M.

Livingstone, Rowett Research Institute, p. 18-25.

- CHESSON, A. and FORSBERG, C.W. (1988). Polysaccharide degradation by rumen microbes. In: "The Microbial Ecosystem". Ed. P.N. Hobson, Elsevier Applied Science, London, New York, p. 251-284.
- CHESTNUT, A.B.; BERGER, L.L. and FAYHEY, G.C. (1988). Effects of conservation methods and anhydrous ammonia or urea treatments on composition and digestion of tall fescue. *J. Anim. Sci.*, 66:2044-2056.
- CHRISTENSEN, D.A.; OWEN, B.D.; STEACY, G.; CROWLE, W.L. and MTIMUNI, J.P. (1977-a). Nutritive value of whole crop silage made from seven cereal cultivars. *Can. J. Anim. Sci.*, 57:537-542.
- CHRISTENSEN, D.A.; STEACY, G. and CROWLE, W.L. (1977-b). Nutritive value of whole crop cereal silages. *Can. J. Anim. Sci.*, 57:803-805.
- CLANCY, M.; WANGSNESS, P.J. and BAUMGARDT, B.R. (1977). Effect of silage extract on voluntary intake, rumen fluid constituents and rumen motility. *J. Dairy Sci.*, 60:580-590.
- CONRAD, H.R.; HIBBS, J.W.; PRATT, A.D. and DAVIS, R.R. (1961). Nitrogen metabolism in dairy cattle. I. The influence of grain and meadow crops harvested as hay, silage, or soilage on efficiency of nitrogen utilization. *J. Dairy Sci.*, 44:85-95.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D. and HIBBS, J.W. (1964). Regulation of feed intake in dairy cows. I. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.*, 47:54-62.
- CRAPLET, C. et THIBIER, M. (1980). Le Mouton, tome IV (4<sup>a</sup> edição), Vigot Frères, Paris, 575 pp.
- DELLA-FERA, M.A. and BAILE, C.A. (1984). Control of feed intake in sheep. *J. Anim. Sci.*, 59:1362-1367.
- DEMARQUILLY, C. (1970). Evolution de la digestibilité et de la quantité ingérée des plantes entières d'avoine, de blé et d'orge entre la floraison et la maturation du grain. *Ann. Zootech.*, 19:413-422.
- DEMARQUILLY, C. (1973). Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantité ingérée des ensilages de fourrages: modifications par rapport au fourrage vert initial. *Ann. Zootech.*, 22:1-35.
- DERBYSHIRE, J.C.; GORDON, C.H. and HUMPHREY, J.L. (1966). Effect of ensiling treatment and stage of maturity on oat silages. *J. Dairy Sci.*, 49:716.
- DESWYSEN, A. and EHRLEIN, H.J. (1979). Radiography of intake and (pseudo) rumination behavior. *Ann. Rech. Vét.*, 10:208-210.
- DEVUYST, A.; ARNOULD, R.; DELVAUX, R.; TIJSKENS, R. et FRANCOIS, J. (1975). Les céréales immatures sont-elles un fourrage intéressant? *Révue de*

l'Agriculture, 28:39-58.

- DEWAR, W.A. and McDONALD, P. (1961). Determination of dry matter in silage by distillation with toluene. J. Sci. Food Agric., 12:790-795.
- DONALDSON, E. and EDWARDS, R.A. (1980). The effect of frequency of feeding of silage, on certain rumen characteristics. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No. 11, Brit. Grassld. Soc., p. 339-344.
- DULPHY, J.P. (1972-a). Étude de quelques relations entre le mode de conservation du forrage ingéré et le comportement alimentaire et mérycique des moutons. Ann. Zootech. 21:429-441.
- DULPHY, J.P. (1972-b). Influence du mode de conservation des fourrages de graminées sur la vitesse de leur digestion dans le rumen. Ann. Zootech., 21:525-534. .
- DULPHY, J.P. et DEMARQUILLY, C. (1972). Influence de la finesse de hachage des ensilages de graminées sur le comportement alimentaire des moutons. Ann. Zootech. 21:443-449.
- DULPHY, J.P.; BECHET, G. et THOMSON, E. (1975). Influence de la structure physique et la qualité de conservation des ensilages de graminées sur leur ingestibilité. Ann. Zootech. 24:81-94.
- DULPHY, J.P. (1980). The intake of conserved forages. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No.11, Brit. Grass Soc., p. 107-121.
- DULPHY, J.P.; MICHALET-DOREAU, B. et DEMARQUILLY, C. (1984). Étude comparée des quantités ingerées et du comportement alimentaire et mérycique d'ovins et bovins recevant des ensilages d'herbe réalisés selon différentes techniques. Ann. Zootech. 33:291-320.
- DULPHY, J.P. (1985). Étude des quantités ingerées lors des grands repas chez des moutons recevant des fourrages ensilés. Ann. Zootech., 34:401-416.
- DULPHY, J.P. et ROUEL, J. (1988). Modifications d'ingestibilité entraînées par fenaison chez les bovins. Comparaison avec les ovins. Ann. Zootech., 37:31-42.
- EAGLES, H.A.; LEWIS, T.D.; HOLLAND, R. and HASLEMORE, R.M. (1979). Quality and quantity of forage from Winter oats in Manawatu. New Zeel. J. Experimental Agric., 7:337-341.
- EGAN, A.R. (1980). Host animal-rumen relationships. Proc. Nutr. Soc., 39:79-87.
- EGAN, J.K.; PEARCE, G.R., DOYLE, P.T. and THOMAS, R. (1983). Measurement of the quantity and composition of digesta in the reticulo-rumen of sheep fed on a roughage diet. Aust. J. Agric. Res., 34:307-315.
- EGAN, A.R.; BODA, K. and VARADY, J. (1986). Regulation of nitrogen

- metabolism and recycling. In: "Control of Digestion and Metabolism in ruminants". Ed. L.P. Milligan, W. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New Jersey, p. 386-402.
- EKERN, A. and REID, J.T. (1963). Efficiency of utilization by young cattle ingesting diets of hay, silage, and hay supplemented with acid lactic. J. Dairy Sci. 46:522-529.
- ELLIS, W.C. and LASCANO, C. (1982). Solute and particulate flow markers. In: "Protein Requirements for Cattle". Ed. F.N. OWENS, Oklahoma State University, p.36-56.
- ENGLAND P. and GILL, M. (1983). The effect of wilting and short-chopping of grass on the subsequent voluntary intake of silage, and live-weight gain of calves. Anim. Prod. 36:73-77.
- FAICHNEY, G.J. and BOSTON, R.C. (1983). Interpretation of fecal excretion patterns of solute and particle markers introduced into the rumen of sheep. J. agric. Sci., Camb. 101:575-581.
- FAICHNEY, G.J. (1986). The kinetics of particulate matter in the rumen. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminants". Ed. L.P. Milligan, W. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New Jersey, p. 173-195.
- FISHER, L. J.; LESSARD, J.R. and LODGE, G.A. (1974). Evaluation of whole crop oat silage as a basal forage for lactating cows. Can. J. Anim. Sci. 54:169-175.
- FISHER, L.J. and FOWLER, D.B. (1975). Predicted forage value of whole plant cereals. Can. J. Plant Sci. 55:975-986.
- FISHER, L.J. and LESSARD, J.R. (1977). The dry matter intake and digestibility of winter wheat harvested as whole crop silage. Can. J. Anim. Sci. 57:255-261.
- FLIPOT, P.; MASON, W. and LALANDE, G. (1984). Chemical composition and animal performance of grass forage of varying maturity stored as hay or silage. Anim. Feed Sci. Tech. 11:35-44.
- FORBES, J.M. (1985). Similarities and differences between intake control mechanisms in pigs, chickens and ruminants. Proc. Nutr. Soc. 44:331-338.
- FORBES, J.M. (1987). Voluntary food intake and reproduction. Proc. Nutr. Soc. 46:193-201.
- FORBES, T.J. and IRWIN, J.H.D. (1968). The use of barn-dried hay and silage in fattening young beef cattle. J. Brit. Grassl. Soc. 23:299-305.
- FORBES, T.J. and JACKSON, N. (1971). A study of the utilization of silages of different dry-matter content by young beef cattle with or without supplementary barley. J. Br. Grassl. Soc. 26:257-264.
- FREER, M. (1981). The control of food intake by grazing animals. In:

- "Grazing Animals". Ed. F.W.H. Morley, Elsevier, Amsterdam, p. 105-124.
- FRIBOURG, H.A. (1973). Summer annual grasses and cereals for forage. In: "Forages" 3th ed. Ed. E. Heath; D.S. Metcalfe and R.F. Barnes, The Iowa State University Press., p. 344-357.
- GARDNER, F.P. and WIGGANS, S.C. (1961). Yield, moisture, and protein composition of spring oats cut for silage at different stages of maturity. *Agron. J.*, 53:251-254.
- GERVAIS, P. (1984). Influence des cultivars et des stades de croissance sur le rendement en matière sèche et la composition chimique de fourrages d'avoine immature. *Can. J. Plant Sci.*, 64:935-943.
- GILL, M. and ENGLAND, P. (1984). Effect of degradability of protein supplements on voluntary intake and nitrogen retention in young cattle fed grass silage. *Anim. Prod.*, 39: 31-36.
- GILL, M. (1986). Interaction between animal and feed in the control of voluntary intake of conserved forages by ruminants. *Proceedings of the 1986 Cornell Nutrition Conference*:111-116.
- GILL, M.; SIDONS, R.C.; BEEVER, D.E. and ROWE, J.B. (1986). Metabolism of lactic acid isomers in the rumen of silage-fed sheep. *Brit. J. Nutr.*, 55:399-407.
- GILL, M.; BEEVER, D.E.; BUTTERY, P.J.; ENGLAND, P.; GIBB, M.J. and BAKER, R.D. (1987). The effect of oestradiol-17 $\beta$  implantation on response in voluntary intake, live-weight gain and body composition, to fishmeal supplementation of silage offered to growing calves. *J. agric. Sci., Camb.*, 108:9-16.
- GILL, M.; ROOK, A.J.; THIAGO, L. R.S. (1988). Factors affecting the voluntary intake of roughages by dairy cow. In: "Nutrition and Lactation in Dairy Cow". Ed. Philip C. Garnsworthy, Anchor-Bredon, Essex, p. 262-279.
- GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J. (1970). Forage Fiber Analysis. USDA Agricultural Handbook, no 379, 20 pp.
- GOIC, M.L. y THIERMANN, E.H. (1986). Evaluation de heno de avena, cebada y centeno, cosechado en dos estados de madurez, bajo las condiciones de Aysen. *Agricultura Tecnica* 46:375-378.
- GORDON, C.H.; DERBYSHIRE, J.C.; WISEMAN, H.G.; KANE, E.A. and MELIN, C.G. (1961). Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. *J. Dairy Sci.*, 44:1299-1311.
- GOUET, Ph. et GIRARDEAU, J.P. (1974). Recommendations pour l'analyse biochimique et bactériologique des ensilages. *Bulletin Technique INRA* 292:537-548.
- GREENHALGH, J. F.D. and WAINMAN, F.W. (1980). The utilization of energy in conserved forages. In: Forage Conservation in the 80's. Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No.11, Brit. Grass Soc., p. 122-130.

- GRENET, E. and DEMARQUILLY, C. (1982). Utilization of nitrogen from fresh forage, silage and hay by growing sheep. In: "Efficient Grassland Farming". Ed. A.J. Corrall. Occasional Symposium No14. Brit. Grass. Soc. p. 241-245.
- GRENET, E. (1983). Utilization of grass-silage nitrogen by growing sheep. *J. agric. Sci., Camb.*, 100:43-62.
- GROVUM, W.L. and PHILLIPS, G.D. (1973). Rate of passage of digesta. V. Theoretical considerations based on physical model and computer simulation. *Brit. J. Nutr.* 30:377-390.
- GROVUM, W.L. and WILLIAMS, V.J. (1973). Rate of passage of digesta in sheep. IV. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. *Brit. J. Nutr.* 30:313-329.
- GROVUM, W.L. and WILLIAMS, V.J. (1977). Rate of passage of digesta in sheep. VI. The effect of food intake on mathematical predictions of the kinetics of digesta in the reticulorumen and intestines. *Brit. J. Nutr.* 38:425-436.
- HADJICHRISTODOULOU, A. (1976). Effect of harvesting stage on cereal and legume forage production in low rainfall regions. *J. agric. Sci., Camb.*, 86:155-161.
- HARRISON, D.G. and McALLAN, A.B. (1980). Factors affecting microbial growth yields in the reticulo-rumen. In: "Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants". Ed. Y. Ruckebusch and P. Thivend, AVI Publishing Co., Inc. p. 205-226.
- HARTNELL, G.F. and SATTER, L.D. (1979). Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of ingesta at different stages of lactation in dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 48:381-392.
- HAYNES, R.J. (1980). Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*, 33:227-261.
- HENSON, P.R. and SCHOTCH, H.A. (1968). Vetch culture and uses. United States Department of Agriculture, Farmers' Bulletin No. 1740, 22 p.
- HOGAN, J.P. and WESTON, R.H. (1969). The digestion of pasture plants by sheep. III. The digestion of forage oats varying in maturity and in the content of protein and soluble carbohydrate. *Aust. J. Agric. Res.*, 20:347-363.
- HERBERT, D.; PHIPPS, P.J. and STRANGE, R.E. (1971). Chemical analysis of microbial cells. In: "Methods in Microbiology". Ed. Norris & Ribbons, vol 5B, 210.
- HICKS, C.R. (1982). Fundamental Concepts in the Design of Experiments - 3a edição. CBS College Publishing, New York, 425 pp.
- HOOVER, W.H. (1986). Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 69:2755-2766.

- HOVELL, F.D. DeB. (1986). Roughage digestion and intake by ruminants. In: "Feedingstuffs Evaluation, Modern Aspects, Problems, Future Trends". Ed. R.M. Livingstone, Rowett Research Institute, p. 26-37.
- HOVELL, F.D. DeB.; NGAMBI, J.W.W.; BARBER, W.P. and KYLE, D.J. (1986). The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. *Anim. Prod.* 42:111-118.
- HUTCHINSON, K.J. and WILKINS, R.J. (1971). The voluntary intake of silage by sheep. II. The effects of acetate on silage intake. *J. agric. Sci., Camb.* 77:539-543.
- HUTCHINSON, K.J.; WILKINS, R.J. and OSBOURN, D.F. (1971). The voluntary intake of silage by sheep. III. The effects of post-ruminal infusions of casein on the intake and nitrogen retention of sheep given silage *ad libitum*. *J. agric. Sci., Camb.* 77:545-547.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA) (1980). Alimentation des Ruminants, I.R.N.A. Publications, Versailles, 621 pp.
- JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C. and DULPHY, J.P. (1981). Forage Conservation. In: "Nutritional Limits to Animal Production from Pastures". Ed. J.B. Hacker. C.A.B., Farnham Royal, p. 363-386.
- JARRIGE, R. (1987). In: "Alimentation des bovins, ovins et caprins". Ed. R. Jarrige, INRA, Paris. p. 23.
- JASTER, E.H.; STAPLES, C.R.; McCOY, G.C. and DAVIS, C.L. (1984). Evaluation of wet corn gluten feed, oatlage, sorghum-soybean silage, and alfalfa haylage for dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 67:1976-1982.
- JASTER, E.H.; FISHER, C.M. and MILLER, D.A. (1985). Nutritive value of oatlage, barley/pea, pea, oat/pea, pearl millet, and sorghum as silage ground under a double cropping forage system for dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 68:2914-2921.
- JONES, G.M.; LARSEN, R.E. and LANNING, N.M. (1980). Prediction of silage digestibility and intake by chemical analyses or in vitro fermentation techniques. *J. Dairy Sci.* 63:579-586.
- JOURNET, M. (1986). Regulation of food intake on ruminants. In: "New Developments and Future Perspectives in Research on Rumen Function". Ed. A. Neiman/Sorensen, Commission of European Communities, Luxembourg, p.141- 156.
- KAISER, A.G.; OSBOURN, D.F. and ENGLAND, P. (1983). Intake, digestion and nitrogen retention by calves given ryegrass silages: influence of formaldehyde treatment and supplementation with maize starch or maize starch and urea. *J. agric. Sci., Camb.* 100:63-74.
- KATO, S.; SASAKI, Y. and TSUDA, T. (1979). Food intake and rumen osmolality in sheep. *Ann. Rech. Vet.* 10:229-230.
- KILCHER, M.R. and TROELSEN, J.E. (1973). Contribution and nutritive value of the major plant components of oats through progressive stages of



- development. Can. J. Plant Sci., 53:251-256.
- KLEBESADEL, L.J. (1969). Chemical composition and yield of Oats and Peas separated from a forage mixture at successive stages of growth. Agron. J., 61:713-716.
- LAWES, D.A. and JONES, D.I.H. (1971). Yield, nutritive value and ensiling characteristics of whole-crop spring cereals. J. agric. Sci. Camb., 76:479-485.
- LEFFEL, R.C. (1973). Other legumes. In: "Forages" 3th ed. Ed. E. Heath; D.S. Metcalfe and R.F. Barnes, The Iowa State University Press., p. 213-214.
- LELIÈVRE, F. (1981). L'Appoint fourrager par déprimage des céréales au Maroc: différentes situations et premières études expérimentales. Fourrages, 88:73-94.
- LELLOUCH, J. et LAZAR, P. (1974). Méthodes Statistiques en Expérimentation Biologique. Flammarion Médecine - Sciences, Paris, 283 pp.
- LENG, R.A. (1985). Efficiency of feed utilisation by ruminants. In: "Recent Advances in Animal Nutrition in Australia in 1985". Ed. R.B. Cumming, University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia, Paper no32.
- LETO, G.; ALICATA, M.L.; GIACCONI, P. e BONANNO, A. (1988). Caratteristiche chimico-nutrizionali del foraggio verde e del fieno di un erbaio di vecchia e avena. Informatore Agrario 44(20):37-39.
- LINDBERG, J.E.; KASPRESSON, A. and CISZUK, P. (1984). Studies on pH, number of protozoa and microbial ATP concentrations in rumen - incubated nylon bags with different pore sizes. J. agric. Sci., Camb., 102:501-504.
- LINGVALL, P. and NILSSON, E. (1980). Efficient hay systems. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No.11, Brit. Grass. Soc., p. 175-185.
- MacPHERSON, H.T. (1962). Histamine, tryptamine and tyramine in grass silage. J. Sci. Fd Agric., 13:29-32.
- 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 Research Institute, p. 11-17.
- MacRAE, J.C. and LOBLEY, G.E. (1986). Interactions between energy and protein. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminants". Ed. L.P. Milligan, W. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New Jersey, p. 367-385.
- MARSH, R. (1979). The effects of wilting on fermentation in silo and on nutritive value of silage. Grass and Forage Sci., 34:1-10.

- MARTEN, G.C. (1982). Yield and quality of small grain crops for harvested forage. In: "Fantastic forages - Feed, Fiber or Fuel". Proceedings of the 1982 Forage and Grassland Conference, Minnesota, American Forage and Grassland Council, Lexington, p. 169-177.
- MARTZ, F.A.; NOLLER, C.H.; HILL, D.L. and CARTER, M.W. (1959). Intake and value for milk production of oat silages ensiled at three stages of maturity and preserved with sodium metabisulfite. *J. Dairy Sci.*, 42:1955-1959.
- McCARRICK, R.B. (1965). Effects of stage of growth and method of herbage conservation on performance of weaning cattle. *Ir. J. Agric. Res.* 4:161-178.
- McCARRICK, R.B. (1966). Effect of method of grass conservation and herbage maturity on performance and body composition of beef cattle. In: "Proceedings of the 10 th. Int. Grassl. Cong.", Finnish Grassland Soc., Helsinki, p. 575-580.
- McCULLOUGH, M.E. (1978). Silage - some general considerations. In: "Fermentation of Silage - a Review". Ed. M.E. McCULLOUGH, National Feed Ingredients Association, Iowa, p. 3-26.
- McDONALD, P. and WHITTENBURY, R. (1973). The ensilage process. In: "Chemistry and Biochemistry of Herbage", vol.3. Ed. G.W. Buttlar and R.W. Bailey. Academic Press, London, p. 33-60.
- McDONALD, P. and EDWARDS, R.A. (1976). The influence of conservation methods on digestion and utilization of forages by ruminants. *Proc. Nutr. Soc.*, 35:201-211.
- McDONALD, P. (1980). Silage Fermentation. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No.11, Brit. Grass. Soc., p. 67-75.
- McDONALD, P. (1981). *The Biochemistry of Silage*. John Wiley and Sons, Chichester, 226 pp.
- McDONALD, P. (1982). The effect of conservation process on the nitrogenous components of forages. In: "Forage Protein in Ruminant Animal Production". Ed. D.J. Thomson; D.E. Beever and R.G. Gunn. Occasional Publication No.6, Brit. Soc. Anim. Prod., p. 41-49.
- McGECHAN, M.B. (1988). Susceptibility to losses during mechanical silage and haymaking operations in relation to grass dry matter content. *Grass and Forage Sci.*, 43:387-393.
- McLEOD, D.S.; WILKINS, R.J. and RAYMOND, W.F. (1970). The voluntary intake by sheep and cattle of silages differing in free-acid content. *J. agric. Sci., Camb.*, 75:311-319.
- MEHREZ, A.Z. and ORSKOV, E.R. (1977). A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. agric. Sci., Camb.*, 88:645-650.

- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. and McDONALD, I. (1977). Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. Br. J. Nutr. 38:437-443.
- MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D. and SCHNEIDER, W. (1979). The estimation of 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.
- MERCHEN, N.R. and SATTER, L.D. (1983). Digestion of nitrogen by lambs fed alfalfa conserved as baled hay or as low moisture silage. J. Anim. Sci. 56:943-951.
- MERTENS, D.R. and LOFTEN, J.R. (1980). The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. J. Dairy Sci. 63:1437-1446.
- MERTENS, D.R. (1987). Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. J. Anim. Sci. 64:1548-1558.
- MEYER, J.H.; WEIR, W.C.; JONES, L.G. and HULL, J.L. (1957). The influence of stage of maturity on feeding value of oat hay. J. Anim. Sci. 16:623-632.
- MICHALET-DOUREAU, B. et GATEL, F. (1983). Evolution au cours d'une année des quantités de foin ingerées par des beliers castrés. Ann. Zootech. 32:459-464.
- MICHALET-DOUREAU, B. et GATEL, F. (1988). Evolution au cours d'une année des quantités de foin ingerées par des beliers castrés. Ann. Zootech. 37:151-158.
- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, (M.A.F.F.) (1975). Technical Bulletin 33. Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants. The Hillingdon Press, Uxbridge, 79 pp.
- MINSON, D.J. (1982). Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. Nutr. Abs. Reviews (series B) 52:592-615.
- MOREIRA, N. (1981). Produção de forragens e pastagens no sequeiro mediterrânico. II- Data de corte de uma consociação Aveia x Ervilhaca. Pastagens e Forragens. 2:107-111.
- MOREIRA, N. (1982). Produção de forragens e pastagens no sequeiro mediterrânico. II- Data de corte de uma consociação Aveia x Ervilhaca. Pastagens e Forragens. 3:193-200.
- MOREIRA, N. (1986-a). Produção de forragens e pastagens no sequeiro mediterrânico. I - Produção de cultivares e consociações. Forragens anuais de sequeiro-2. Pastagens e Forragens. 4:13-23.
- MOREIRA, N. (1986-b). A Aveia como Cultura Forrageira. Tese de doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 213 p.

- MORRISON, F.B. (1973). Compendio de alimentacion del ganado, VIII Edition, UTEHA, Mexico.
- MORRISON, I.M. (1979). Changes in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. J. agric. Sci., Camb., 93:581-586.
- MOULD, F.L. and ØRSKOV, E.R. (1983). Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. Anim. Feed Sci. and Technology 10:1-14
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1985). Nutrient Requirements of sheep (6 th ed.), National Academy Press, Washington, D.C. 99 pp.
- NEUMARK, H.; BONDI, A. and VOLCANI, R. (1964). Amines, aldehydes and keto-acids in silages and their effect on food intake by ruminants. J. Sci. Ed Agric., 15:487- 492.
- NICHOLSON, I.A. (1957). The effect of stage of maturity on the yield and chemical composition oats for haymaking. J. agr. Sci., Camb., 49: 129-139.
- NOCEK, J. (1985). Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. J. Anim. Sci., 60:1347-1358.
- NOCEK, J. (1988). In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. J. Dairy Sci., 71:2051-2069.
- NOLLER, C.H.; STILLONS, M.C.; MARTZ, F.A. and HILL, D.L. (1959). Digestion studies with oat silages using a new fecal collection technique. J. Anim. Sci., 18:671-674.
- OKAMOTO, M.; WALDO, D.R.; MILLER, R.W. and MOORE, L.A. (1964). Histamine levels in forages and dry matter intake of heifers. J. Dairy Sci., 47:1231-1236.
- OLTJEN, J.W. and BOLSEN, K.K. (1980). Wheat, barley, oat and corn silages for growing steers. J. Anim. Sci., 51:958-965.
- ØRSKOV, E.R. and McDONALD, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. agric. Sci., Camb., 92:499-503.
- ØRSKOV, E.R. and McDONALD, I. (1980). Utilization of volatile fatty acids for maintenance and for energy retention. In: "Energy Metabolism". Ed. Laurence E. Mount, Butterworths, London, p. 147-150.
- ØRSKOV, E.R.; HOVELL, DeB F.D. and MOULD, F. (1980). The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5:195-213.
- ØRSKOV, E.R. (1982). Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press Inc. LTD., London, 160 pp.

- ØRSKOV, E.R.; REID, G.W. and KAY, M. (1988). Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. *Anim. Prod.* 46:29-34.
- OSHIMA, M. and McDONALD, P. (1978). A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *J. Sci. Ed. Agric.*, 29:497-505.
- OUKNIDER, M. et JACQUARD, P. (1986). Production et valeur nutritive de l'association vesce-avoine en zone Méditerranéenne. *Fourrages*, 105: 39-62.
- OWENS, F.N. and GOETSCH, A.L. (1986). Digesta passage and microbial protein synthesis. In: "Control of Digestion and Metabolism in Ruminants". Ed. L.P. Milligan, W. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New Jersey, p. 196-223.
- PARDO, E.M. e GARCIA, C.R. (1983). Cultivos forrajeros para conservar. In: "Praderas y Forrajes. Produccion y Aprovechamento". Publ. Mundi-Prensa.
- PARKER, R.B. (1978). Methodology for determining quality of silage. Supplement of Fermentation of Silage - a Review. Ed. M. E. McCULLOUGH, National Feed Ingredients Association, IOWA, 33 pp.
- PETIT, H.V.; SEOANE, J.R. and FLIPOT, P.M. (1985). Digestibility and voluntary intake of forages fed as hay or wilted silage to beef steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 65:879-889.
- PHILLIP, L.E., BUCHANAN-SMITH, J.G. and GROVUM, W.L. (1981-a). Effects of infusing the rumen with acetic acid and nitrogenous constituents in maize silage extracts on food intake, ruminal osmolality and blood acid-base balance in sheep. *J. agric. Sci., Camb.*, 96:429-438.
- PHILLIP, L.E.; BUCHANAN-SMITH, J.G. and GROVUM, W.L. (1981-b). Food intake and ruminal osmolality in sheep: differentiation of the effect of osmolality from that of the products of maize silage fermentation. *J. agric. Sci., Camb.*, 96: 439-445.
- POLAN, C.E.; STARLING, T.M.; HUBER, J.T.; MILLER, C.N. and SANDY, R.A. (1968). Yields, composition, and nutritive value of barley silages at three stages of maturity for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 51:1801-1805
- POLO, J.L.M. y BELLIDO, I.G. (1987). Digestibilidad y valor energetico de un forraje de veza-avena en tres momentos del ciclo vegetativo y en el henificado. Proceedings da XXVII Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 249-259.
- POLO, J.L.M.; BELLIDO, I.G. e RIVILLA, M. (1989). Valor nutritivo de cereales de Inverno empleados como forraje en la zona centro oeste de España. *Invest. Agr.: Prod. Prot. veg.*, 4: 71-85.
- PRATES, E.R.; THIAGO, L.R.S.; GILL, M. and THEODOROU, M.K. (1986). The effect of conservation method and frequency of feeding on rumen microbial

- activity. Proc. Nutr. Soc., 45:95A.
- PRESTON, T.R. and LENG, R.A. (1985). In: "Matching Livestock Production Systems to Available Resources". International Livestock Center for Africa, Addis Abeba.
- ROBERTSON, J.A. (1983). Influence of harvesting and conservation practices on forage quality. Can. J. Plant Sci., 63:913-925.
- ROBINSON, R.G. (1960). Oat-pea or oat-vetch mixtures for forage or seed. Agron. J., 52:546-549.
- ROFFLER, R.E.; NIEDERMEIR, R.P. and BAUMGARDT, B.R. (1967). Evaluation of alfalfa-brome forage stored as wilted silage, low-moisture silage, and hay. J. Dairy Sci., 50:1805-1813.
- ROHR, K. (1980). Digestion and metabolism of forage. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No.11, Brit. Grass Soc., p. 96-106.
- ROOKE, J.A.; GREIFE, H.A. and ARMSTRONG, D.G. (1984). The effect of in sacco rumen incubation of a grass silage upon the total and D-amino acid composition of the residual silage dry matter. J. agric. Sci. Camb., 102:695-702.
- ROTZ, C.A. and ABRAMS, S.M. (1987). Alfalfa losses and quality changes during hay harvest and storage. Paper presented at 1987 Summer Meeting American Society of Agricultural Engineers, Baltimore.
- RUSSELL, R.W.; MCGILLIARD, A.D.; BERGER, P. J. and YOUNG, J. W. (1982). Evaluation of turbidimetric determination of polyethylene glycol. J. Dairy Sci., 65: 1798-1803.
- SATTER, L.D. and SLYTER, L.L. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. Brit. J. Nutr., 32:199-208.
- SATTER, L.D. and ROFFLER, R.E. (1977). Relationship between ruminal ammonia and non-protein utilization by ruminants. In: "Protein Metabolism and Nutrition". Ed. S. Tamminga, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, p. 119-137.
- SATTER, L.D. (1986). Protein supply from undegraded dietary protein. J. Dairy Sci., 69:2734-2749.
- SAVOIE, P. (1988). Hay tedding losses. Can. Agric. Engin., 30:39-42.
- SEKINE, J. and ASHIDA, Y. (1987). A note on the effect of dry-matter concentration in forages on water consumption of yearling steers. Anim. Prod., 45:527- 529.
- SENEL S.H. and OWEN, F.G. (1966). Relation of dietary acetate and lactates to dry matter intake and volatile fatty acid metabolism. J. Dairy Sci., 49:1075-1079.

- SEOANE, J.R. (1982). Relationship between the physico-chemical characteristics of hays and their nutritive value. *J. Anim. Sci.*, 55:422-431.
- SEQUEIRA, C.A. (1988). Efeito da Adição de Sais Sódicos ao Rúmen na Utilização Digestiva da Fibra. Tese de doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 233 pp.
- SERRANO, J.M.E (1978). Variação diurna dos glúcidos citoplásmicos totais na aveia x vicia e ao longo do seu desenvolvimento. Sua influência no valor nutritivo de fenos. Mimeografado. Inst. Nac. Invest. Agrária, Est. Zoot. Nacional, Vale de Santarém, 12 pp.
- SERRANO, J.M.E. (1985). O Método da Ensilagem na Conservação Forrageira; Um Projecto para o Seu Desenvolvimento. Trabalho complementar das provas de doutoramento. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- SHARMA, B.K.; ERDMAN, R.A. and REEVES III, J.B. (1988). Rate and extent of *in situ* digestion of medium and high quality alfalfa and orchardgrass neutral detergent fiber as determined by extended periods of incubation time. *J. Dairy Sci.*, 71:3509-3515.
- SHAVER, R.D.; ERDMAN, R.A.; O'CONNOR, A.M. and VANDERSALL, J.H. (1985). Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage and alfalfa haylage. *J. Dairy Sci.*, 68:338-346.
- SHEEHAN, S. and FITZGERALD, J.J. (1977). Effects of method of herbage conservation on performance of store lambs. *Ir. J. agric. Res.* 16:83-94.
- SHEEHAN, W.; QUIRKE, J.F. and HANRAHAN, J.P. (1985). Sources of variation in the voluntary intake of hay and silage by 18-month-old wether sheep. *Ir. J. agric. Res.* 24:171-179.
- SILVA, A.A.D. (1985). Valorização Alimentar das Palhas de Cereais Usando a Ureia como Fonte de Amoníaco. Tese de doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 189 pp.
- SILVA, A.R.B. e SERRANO, J.M.E. (1990). Composição química e valor digestivo de forragens verdes, fenos e silagens na Região Agrária do Alentejo. Proceedings da III Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens, Bragança.
- SIMÕES, J.A. (1989). Avaliação de Carcaças de Ovinos em Condições Comerciais e em Experimentação. Tese de doutoramento, Instituto Nacional de Investigação Agrária, Estação Zootécnica Nacional, Vale de Santarém, 141 pp.
- SMITH, D. (1960). Yield and chemical composition of oats for forage with advance in maturity. *Agron. J.*, 52:637-639.
- SMITH, L.W.; GOERING, H.K.; WALDO, D.R. and GORDON, C.H. (1971). In vitro digestion rate of forage cell wall components. *J. Dairy Sci.*, 54:71-76.
- SMITH, L.W.; GOERING, H.K. and GORDON, C.H. (1972). Relationships of forage

- compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. *J. Dairy Sci.*, 55:1140-1147.
- SMITH, E.J.; CLAPPERTON, J.L. and ROOK, J.A.F. (1980). The rate of digestion of dry matter of forage material conserved in different ways. *Proc. Nutr. Soc.*, 39:68A.
- SNIFFEN, C.J. and ROBINSON, P.H. (1987). Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *J. Dairy Sci.*, 70:425-441.
- SNYDER, T.J.; MULLER, L.D.; ROGERS, J.A. and ABRAMS, S.M. (1984). Digesta passage measured by markers in dairy cows fed two ratios of corn silage:grain with 0 or 1,2% sodium bicarbonate. *J. Dairy Sci.*, 67:1953-1964.
- STAHELI, D.L. and NEUMAN, A.L. (1958). The influence of alfalfa hay and fractions of alfalfa hay upon the digestibility of oat silage. *J. Anim. Sci.*, 17:194-198.
- STALLCUP, O.T. and HORTON, O.H. (1957). The nutritive value of oat silages made from plants ensiled in the boot, milk and hard dough stages of maturity. *J. Dairy Sci.*, 40:620.
- STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. (1982). Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach, 2a edição. McGraw-Hill, Inc., 633 pp.
- STEEN, R.W.J. (1985). Protein supplementation of silage-based diets for calves. *Anim. Prod.*, 41:293-300.
- STUTHMAN, D.D. and MARTEN, G.C. (1972). Genetic variation in yield and quality of oat forage. *Crop Sci.*, 12:831- 833.
- SULLIVAN, J.T. (1973). Drying and storing herbage as hay. In: "Chemistry and Biochemistry of Herbage", vol.3. Ed. G.W. Buttler and R.W.Bailey. Academic Press, London, p. 1-31.
- SUNDSTØL, F.; EKERN, A.; LINGVALL, P.; LINDGREN, E. and BERTILSSON (1980). Energy utilization in sheep fed grass silage and hay. In: "Energy Metabolism". Ed. L. E. Mount, Butterworths, London, p. 17-21.
- SUTTON, J.D. (1986). Rumen fermentation and gastro-intestinal absorption: carbohydrates. In: "New Developments and Future Perspectives in Research on Rumen Function." Ed. A. Neimam-Sorensen, Commission of European Communities, Luxembourg, p. 21-38.
- SUTTON A.L. and VETTER, R.L. (1971). Nitrogen studies with lambs fed alfalfa (*medicago sativa*) as hay, low-moisture and high moisture silages. *J. Anim. Sci.*, 32:1256-1261.
- TAS, M.V. and BEE, R. (1980). Liveweight gains of beef cattle fed on early cut hay or silage, or hays cut at different stages of growth. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium no11, Br. Grassl. Soc., p. 369-373.



- TETLOW, R.M. and WILKINS, R.J. (1980). The intake of silages differing in digestibility when offered to sheep alone and with supplements of dried grass pellets and barley. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium no.11 Brit. Grass. Soc., p. 359-362.
- THIAGO, L.R.S. and GILL, M. (1986). The effect of conservation method and frequency of feeding on removal of digesta from the rumen. Proc. Nutr. Soc., 45:96A.
- THOMAS, C. and THOMAS, P.C. (1985). Factors affecting the nutritive value of grass silages. In: "Recent Advances in Animal Nutrition 1985". Ed. W. Haresign and D.J.A. Cole. Butterworths, London, p. 223-256.
- THOMAS, C. and RAE, R.C. (1988). Concentrate supplementation of silage for dairy cows. In: "Nutrition and Lactation in the Dairy Cow". Ed. P.C. Garnsworthy, Anchor-Brendon Lda., Essex, p. 327-354.
- THOMAS, J.W.; MOORE, L.A.; OKAMOTO, M. and SYKES, J.F. (1961-a). A study of factors affecting rate of intake of heifers fed silage. J. Dairy Sci., 44:1471-1483.
- THOMAS, J.W.; MOORE, L.A. and SYKES, J.F. (1961-b). Further comparisons of alfalfa hay and alfalfa silage for growing dairy heifers. J. Dairy Sci., 44:862-873.
- THOMAS, J.W.; BROWN, L.D.; EMERY, R.S.; BENNE, E.J. and HUBER, J.T. (1969). Comparisons between alfalfa silage and hay. J. Dairy Sci., 52:195-204.
- THOMAS, J.W. and YU, Y (1982). Estimation of protein damage. In: "Protein Requirements for Cattle". Ed. F.N. Owens, Oklahoma State University, Oklahoma, p. 81-98.
- THOMAS, P.C.; KELLY, N.C.; CHAMBERLAIN, D.G. and CHALMERS, J.S. (1980). Some aspects of energy and protein utilization in ruminants given silage diets. In: "Energy Metabolism". Ed. L.A. Mount, Butterworths, London, p. 357-361.
- THOMAS, P.C. and ROOK, J.A.F. (1981). Manipulation of rumen fermentation. In: "Recent Advances in Ruminant Nutrition". Ed. W. Haresign and D.J.A. Cole, Butterworths, London p. 157-183.
- THOMAS, P.C. (1982). Utilisation of conserved forages. In: "Forage Protein in Animal Production." Ed. D.J. Thomson, D.E. Beever and R.G. Gunn. Occasional Publication No.6, Brit. Soc. Anim. Prod., p. 67-76.
- THOMPSON, R.K. and DAY, A.D. (1959). Spring oats for winter forage in southwest. Agron. J., 51:9-12.
- THOMSEN, K.V. (1985). The specific nitrogen requirements of rumen microorganisms. Acta Agric. Scand. Suppl., 25:125-131.
- THORLACIUS, S. O. and BEACOM, S.E. (1981). Feeding value for lambs of fababeans, field pea, corn and oat silages. Can. J. Anim. Sci.

- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. (1963). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld. Soc.*, 18: 104-111.
- TINGLE, J.N. and DAWLEY, W.K. (1974). Yield and nutritive value of whole-plant cereals at a silage stage. *Can. J. Plant Sci.*, 54:621-624.
- TREVINO, J.; CABALLERO, R. y GILL, J. (1979). Estudio comparado de la composición química, digestibilidad y valor energético de diferentes cultivares y poblaciones de veza. *Pastos*, 9:140-149.
- TRINDADE, H. e MOREIRA, N. (1987). Importância da data de corte da aveia, do triticale e das suas consociações com ervilhaca para forragem. Análise da evolução dos caules, folhas e órgãos reprodutores. *Pastagens e Forragens*, 8: 85-98.
- UDEN, P.; COLUCCI, P.E. and VAN SOEST, P.J. (1980). Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. *J. Sci. Food Agric.* 31:625-632.
- UDEN, P. and VAN SOEST, P.J. (1984). Investigations of the *in situ* technique and a comparison of the fermentation in heifers, sheep, ponies and rabbits. *J. Anim. Sci.*, 58:213-221.
- ULYATT, M.J. (1973). The feeding value of herbage. In: "Chemistry and Biochemistry of Herbage", vol.3. Ed. G.W. Buttler and R.W. Bailey. Academic Press, London, p. 131-178.
- ULYATT, M.J.; DELLOW, D.W.; JOHN, A.; REID, C.S.W. and 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 Ruminants". Ed. L.P. Milligan, W. Grovum, A. Dobson, Prentice-Hall, New Jersey, p. 498-515.
- VALENTINE, S.C. and BROWN, D.C. (1973). Formaldehyde as silage additive. II. The chemical composition and nutritive value of lucerne hay, lucerne silage, and formaldehyde and formic lucerne silages. *Aust. J. Agric. Res.* 24:939-946.
- VAN SOEST, P.J. (1965). Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.*, 24:834-843.
- VAN SOEST, P. (1982). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books Inc., Corvallis, Oregon, U.S.A, 374 pp.
- VILLAX, E.J. (1963). *La Culture des Plantes Fourragères dans la Region Méditerranéenne occidentale*. Rabat, Marrocos, INRA, 641 pp.
- WALDO, D.R. and SCHULTZ, L.H. (1956). Lactic acid production in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 39:1453-1460.
- WALDO, D.R.; MILLER, R.W.; OKAMOTO, M. and MOORE, L.A. (1965-a). Ruminant utilization of silage in relation to hay, pellets, and hay plus grain. I. Composition, digestion, nitrogen balance, intake and

- growth. J. Dairy Sci. 48:910-916.
- WALDO, D.R.; MILLER, R.W.; OKAMOTO, M. and MOORE, L.A. (1965-b). Ruminant utilization of silage in relation to hay, pellets, and hay plus grain. II. Rumen content, dry matter passage, and water intake. J. Dairy Sci. 48:1473-1480.
- WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; WILLER, R.W. and MOORE, L.A. (1969). Growth, intake, and digestibility from formic acid silage versus hay. J. Dairy Sci. 52:1609-1616.
- WALDO, D.R. and JORGENSEN, N.A. (1981). Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservation. J. Dairy Sci. 64:1207-1229.
- WALKER, H.F. (1959). The digestibility of oat hay. J. agr. Sci., Camb. 53:289-295.
- WALTON, P.D. (1975). Annual forages seeding rates and mixtures for Central Alberta. Can. J. Plant Sci. 55:987-993.
- WEBSTER, A.J.F. (1986). Factors affecting the body composition of growing and adult animals. Proc. Nut. Soc. 45: 45-53.
- WELCH, R.W. and YONG. Y.Y. (1980). The effects of variety and nitrogen fertiliser on protein production in oats. J. Sci. Food Agric. 31:541-548.
- WESTON, R.H. and HOGAN, J.P. (1968). The digestion of pasture plants by sheep. I. Ruminal production of volatile fatty acids by sheep offered diets of ryegrass and forage oats. Aust. J. Agric. Res. 19:419-432.
- WILKINS, R.J.; HUTCHINSON, R.F.; WILSON, R.F. and HARRIS, C.E. (1971). The voluntary intake of silage by sheep. I. Interrelationships between silage composition and intake. J. agric. Sci., Camb. 77:531-537.
- WILKINS, R.J. (1980). Progress in silage production and utilisation. Annual Report. Grassland Research Institute. Ed. W.A.D. Donaldson and K.M. Down, Hurley p. 112-126.
- WILKINS, R.J. (1981). The nutritive value of silages. In: "Recent Advances in Ruminant Nutrition". Ed. W. Haresign and D.J.A. Cole, Butterworths, London p.268-282.
- WOOLFORD, M.K. (1984). The Silage Fermentation. Marcel Dekker, New York, 325 pp.
- YILALA, K. and BRYANT, M.J. (1985). The effects upon intake and performance of store lambs of supplementing grass silage with barley, fish meal and rapeseed meal. Anim. Prod. 40:111-121.
- ZIMMER, E. (1980). Efficient silage systems. In: "Forage Conservation in the 80's". Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No.11, Brit. Grassl. Soc., p. 186-197.

**ANEXOS**



ANEXO 1.1. Escalas de classificação da qualidade das silagens segundo vários autores

Escala de classificação segundo GOUET e GIRARDEAU (1974)

qualidade	Glicídios Solúveis					
	mais de 7%		menos de 7%			
	MB	B	M	MB	B	M
Ac. acético (% MS)	< 4	4-6	> 3	< 4	4-6	> 4
Ac. butírico (% MS)	0	0-0,5	> 0,5	0	0-0,5	> 0,5
N-NH <sub>3</sub> (% N Total)	< 6	6-10	> 10	< 10	10-15	> 15
Clostridium lactato +/-g	< 10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	> 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> -5,1 <sup>3</sup>	> 5,1 <sup>3</sup>

MB - muito boa; B - boa; M - má

Escala de classificação segundo LANGSTON et al. (1958), cit. por WOOLFORD (1984)

Qualidade	Boa	Intermédia	Má
pH	3,9-4,8	4,0- 4,6	5,2-5,7
Ac. butírico (g/Kg MS)	vestígios	7,6- 15,5	>15,5
Ac. láctico (g/Kg MS)	30,3- 131,6	24,9- 96,4	depende do. but.
N- NH <sub>3</sub> (g/Kg N total)	10,2-28,7	6,9-36,2	32,3- 98,2
Clostridium	poucos esporos	quant. relativa	muitos esporos

Escala de classificação de NILSSON et al. (1956), cit. por McCULLOUGH (1976)

Qualidade	Ac. butírico (g/Kg MV)	N-NH <sub>3</sub> (% N total)
M. Boa	0-1,0	0-12,5
Boa	1,1-2,0	12,5- 15,0
Média	2,1-3,0	15,1-17,5
Má	3,1-4,0	17,6-20,0
Muito Má	>4,0	>20,0

MV - matéria verde

ANEXO 1.2. Composição química, ingestibilidade (ING.- g/Kg P<sub>0.70</sub>) e digestibilidade da MO (DMO) da forragem de aveia (av.), ou aveia x leguminosas (A x L), observada por vários autores em diversos estados fenológicos (E. F.) e métodos de conservação (M.C.)

M.C.	E.F.	MS	PB	NDF	ADF	ADL	ING.	DMO (%)	AUTORES
			(% da MS)						
sil. av. (3 anos) (ovinos)	GP	35,5	10,4	47,5	29,9		1,98(a)	66,2	THORLACIUS e BEACON (1981)
	GP	35,2	9,4	53,7	32,7		2,13(a)	65,0	
	GP	35,0	7,3	52,0	40,7		1,95(a)	59,8	
av. verde "	GL	?	14,5					61,6	MARTEN (1982)
	GP	?	11,5					56,8	
av. verde "	GL	?	10,0				46,3	62,4	DEMARQUILLY (1970)
	GP	?	7,0				52,0	57,0	
av. verde (bovinos)	GP	36,5	10,8	52,9	33,3	7,9	74,0	63,3	CRISTENSEN <u>et al.</u> (1977-a)
	GP	33,9	11,6	62,2	31,2	7,5	61,0	61,1	
av. verde A x L *	GP	30,0	11,0	71,1	41,0	6,5			JASTER <u>et al.</u> (1985)
	GP	31,9	13,0	72,8	38,9	7,0			
sil. av. sil.(AxL)* *(A x L - aveia x ervilha) (bovinos)	GP	31,2	10,9	72,8	45,0	7,7	2,0 (a)	56,3	
	GP	31,9	10,9	73,0	42,7	7,3	1,9 (a)	51,2	
av. verde " " "	GIL	23,3	8,2	58,7	32,2				BRUNDAGE <u>et al.</u> (1979)
	GL	33,3	5,1	58,7	32,2				
	GP	35,0	5,6	58,7	32,2				
	GP	36,2	5,5	58,7	32,2				
sil. av. "	GP	31,2	10,1		43,5				OLTJEN e BOLSEN (1980)
	GP	31,2	12,6		42,3				
sil. av. (bovinos)	GP	36,4	11,7				95,0	63,3	CHRISTENSEN <u>et al.</u> (1977- b)
sil. av. "	GP	27,0	9,0		41,0		1,85(a)		BURGESS <u>et al.</u> (1973)
	GP	27,0	12,4		38,9		1,62(a)		
sil. av. (ovinos)	GL	26,9	9,1				59,5	51,8	DEVUYST <u>et al.</u> (1975)

M.C. (método de conservação)= verde, silagem (sil.) e feno; A x E - aveia x ervilhaca; A x L - aveia x leguminosa; E.F. (estado fenológico) = A - ântese; GIL- início da maturação leitosa do grão; GL- maturação leitosa do grão; GLP- maturação leitosa-pastosa; GP - maturação pastosa do grão; GC - maturação cerosa do grão; (a) ING (% P.V); (b) DMS

ANEXO 1.2. Continuação.

M.C.	E.F.	MS	PB	NDF	ADF	ADL	ING.	DMO (%)	AUTORES
			(% da MS)						
seco artif.	GL	?	8,2		32,0		60,0	61,6	BURGESS <i>et al.</i> (1972)
"	GP	?	6,9		?		?	52,4	
"	GC	?	5,0		46,0		36,0	50,6	
(ovinos)									
av. verde	A	?	7,5	62,0	40,0				BRUNDAGE e KLEBESADEL (1970)
"	GC	?	7,0	50,0	32,0				
av. verde	GLP	19,1	12,7		?				BRUNDAGE e SWEETMAN (1967)
"	GLP	27,0	9,4		33,3				
"	GLP	28,4	8,1		32,2				
sil. av.	GLP	23,8	12,5		39,9				
"	GLP	26,9	9,7		37,4				
"	GLP	27,6	8,2		37,9				
av. verde	GP	?	7,8	62,6	32,0	3,1			CABALLERO e GOICOECHEA (1980)
"	GL	?	8,4	68,5	32,6	3,6			
"	GLP	?	8,5	64,7	33,3	3,9			
av. verde	A	19,1	10,1	59,2	34,8	5,4			GERVAIS (1984)
"	GP	38,1	7,5	60,6	34,1	6,0			
av. verde	GLP	?	11,6	56,0	39,3	5,4		55,4(b)	STUTHMAN e MARTEN (1972)
av. verde	GP	?	9,1					52,6(b)	TINGLE e DAWLEY (1974)
"	GP	?	9,3					52,7(b)	
"	GP	?	10,0					56,8(b)	
verde(AxE)	GP	?	12,4					63,4(b)	POLO e BELLIDO (1987)
av. verde	GLP	30,5	8,2						BENTO <i>et al.</i> (1987)
av. verde	GC	49,0	6,8						
feno (AxE)	GLP	85,0	11,9		41,7		57,2	58,4	" "
feno (AxE)	GC	86,2	9,0		36,9		58,9	56,3	
sil. (AxE)	GLP	26,3	11,5		42,8		45,4	62,9	" "
sil. (AxE)	GC	43,1	11,1		43,0		46,8	59,7	
(ovinos)									

M.C. (método de conservação)= verde, silagem (sil.) e feno; A x E - aveia x ervilhaca; A x L- aveia x leguminosa; E.F. (estado fenológico) = A - antese; GIL- início da maturação leitosa do grão; GL- maturação leitosa do grão; GLP- maturação leitosa-pastosa; GP - maturação pastosa do grão; GC - maturação cerosa do grão; (a) ING (% P.V); (b) DMS



ANEXO 1.2. Continuação.

M.C.	E.F.	MS	PB	NDF	ADF	ADL	ING.	DMO (%)	AUTORES
			(% da MS)						
feno av.	GP	82,3	7,3						WALKER (1959)
"	GP	85,4	6,2						
seco art.	GL	?	12,0			9,0			MEYER <u>et al.</u> (1957)
"	GP	?	12,0			8,4			
sil. av. (bovinos)	GLP	30,4	11,4	62,1	44,4	6,0	2,33(a)	53,3(b)	JASTER <u>et al.</u> (1984)
sil. av.	GP	35,3	10,8					61,0	LASSITER <u>et al.</u> (1958)
"	GP	26,5	12,1					63,5	
sil. av.	GL	?	10,5					61,4	NOLLER <u>et al.</u> (1959)
"	GP	?	9,6					54,9	
feno av.	GP		4,5						THOMPSON e DAY (1959)
av. verde	GL	22,1	12,4						STALLCUP e HORTON (1957)
"	GP	30,6	11,2						
sil. av.	GP	29,7	11,2					60,7	STAHELI e NEWMANN (1958)
verde(AxE)	GLP	24,5	10,9	50,2	32,0	3,9	77,1		LETO <u>et al.</u> (1988)
feno (AxE)	GLP	85,9	9,5	57,4	36,7	4,3	91,1	64,2	
(ovinos)									
feno av. (bovinos)	GL	?	5,0				3,0 (a)	71,0	GOIC e THIERMANN (1986)
av. verde	GIL	32,6	6,5				54,0	66,7	ABREU <u>et al.</u> (1982)
"	GL	34,2	5,8				57,0	63,1	
"	GP	46,3	5,5				53,0	60,7	
verde(AxE)	GL	?	10,0					54,7	OUKNIDER e JACQUARD (1986)
"	GP	?	8,2					54,7	
feno (AxE)	GP	89,6	9,8	56,9		5,4	53,1	52,6	ANDRADE (1989)

M.C. (método de conservação)= verde, silagem (sil.) e feno; A x E - aveia x ervilhaca; A x L - aveia x leguminosa; E.F. (estado fenológico) = A - ântese; GIL - início da maturação leitosa do grão; GL - maturação leitosa do grão; GLP - maturação leitosa-pastosa; GP - maturação pastosa do grão; GC - maturação cerosa do grão; (a) ING (% P.V); (b) DMS

ANEXO 1.2. Continuação.

M.C.	E.F.	MS	PB	NDF	ADF	ADL	ING.	DMO (%)	AUTORES
			(% da MS)						
feno(AXE) cedo			12,9				62,0	70,0	INRA (1980)
feno(AxE)tardio			6,9				60,0	60,0	INRA (1980)
av. verde	GL	?	3,8					56,9(b)	MOREIRA
"	GL	?	5,6					58,4(b)	(1986-a)
"	GL	?	4,7					57,4(b)	
verde(AxE)	GL	?	5,4-8,1			(várias cultivares)		58,4-60,6	" "
"	GL	?	5,9-8,1			" "		57,5-58,6	
"	GL	?	4,8-7,1			" "		58,4-56,8	" "
feno(AxE)	GL	86,5	9,7			36,3	70,0	70,5	SERRANO
"	"	GP	90,0	8,5		36,2	67,0	65,4	(1978)
"	"	GC	91,1	5,9		45,8	48,0	57,4	
verde(AXE)	GL		9,3					59,5	SILVA e
feno (AXE)	GC		6,7					54,0	SERRANO
sil. (AXE)	GL		9,8					57,3	(1990)

M.C. (método de conservação)= verde, silagem (sil.) e feno; A x E - aveia x ervilhaca; A x L - aveia x leguminosa; E.F. (estado fenológico) = A - ântese; GIL- início da maturação leitosa do grão; GL- maturação leitosa do grão; GLP- maturação leitosa-pastosa; GP - maturação pastosa do grão; GC - maturação cerosa do grão; (a) ING (% P.V); (b) DMS

ANEXO 1.3. Análise de variância e significância dos dados relativos à composição química das forragens conservadas.

Origem da variação	gl	Quadrados médios									
		MS	MO	PB	HCS	NDF	ADF	HEM	CEL	ADL	ADIN
Forragem	2	7902,3	12,2	36,7	57,8	124,3	147,5	47,4	73,7	13,2	37,4
Erro	15	1,3	2,0	1,1	0,03	3,2	2,1	2,7	1,2	1,0	2,5

\*\* P<0,01  
 \*\*\* P<0,001

ANEXO 1.4. Ingestão média de MS (g/Kg PO<sup>0,75</sup>) observada em cada período (P) experimental para as três dietas em estudo.

CANULADOS				NÃO CANULADOS				
F1	S1	F2	$\bar{X}$	F1	S1	F2	$\bar{X}$	
P1	42,97	50,22	23,44	P1	50,56	40,66	35,78	
P2	34,81	34,83	31,84	P2	62,97	43,92	39,08	
P3	38,34	31,45	47,40	P3	38,36	38,15	46,64	
$\bar{X}$	38,31	38,83	34,23	$\bar{X}$	50,80	40,91	40,50	44,01
EPM ±	2,36	5,78	7,02	2,82	6,96	1,97	3,21	2,84

EPM - erro padrão da média

ANEXO 1.5. Análise de variância e significância dos dados relativos ao valor alimentar das forragens conservadas

Origem da variação	gl	Quadrados médios					
		IGMS	DMO	DPB	DNDF	DADF	Balanco azot.(g)
Entre quadrados	1	208,9	7,0	251,7	11,2	49,2	4,7
Períodos	4	37,4	26,0	56,6	45,1	35,4	1,8
Carneiros	4	85,7	27,4	285,6	33,3	34,7	0,9
Tratamentos	2	84,7	223,7	2529,0	357,7	507,6	23,6
Erro	6	80,4	13,9	62,7	18,9	21,5	1,6

\*\* P<0,01; ING - ingestão de MS; DMO - digest. da MO ; DNDF - digest. do NDF  
DADF - digest. do ADF; DPB - digest. da PB

ANEXO 1.6. Análise de variância e significância dos dados relativos ao azoto ingerido e excretado

Origem da variação	gl	Quadrados médios				
		N-ING (g)	N-URIN (g)	N-FECAL (g)	N-URIN (%)	N-FECAL(%)
Entre quadrados	1	45,9	17,0	21,9	475,3	251,7
Períodos	4	5,1	4,1	0,2	246,6	56,5
Carneiros	4	13,2	4,5	1,3	103,4	285,6
Tratamentos	2	52,4	4,0	1,1	641,7	2492,5
Erro	6	3,5	0,7	0,7	337,0	74,8

\* P<0,05; \*\* P >0,01; N-ING- N ingerido; N-URIN (g)- N urinário (g/dia); N-URIN (%) -(% do N-ING); N-FECAL (g)- N fecal (g/dia); N-FECAL (%)-(% do N-ING)

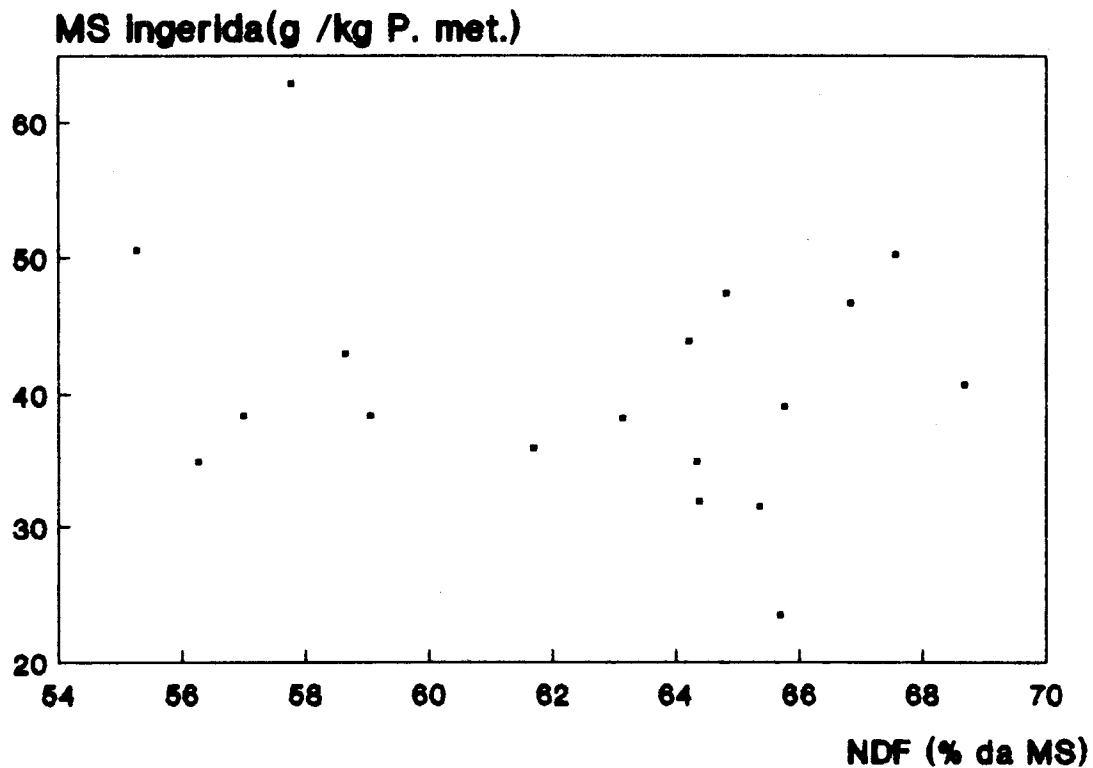
**ANEXO 1.7. Análise de variância e significância dos dados relativos à água bebida e total ingerida**

Origem da variação	gl	Quadrados médios	
		água bebida	água total
Entre quadrados	1	29605,6	664704,5
Períodos	4	69611,1	51259,2
Carneiros	4	589294,4	1039961,2
Tratamentos	2	6489150,0	605920,7
Erro	6	93820,4	125543,6

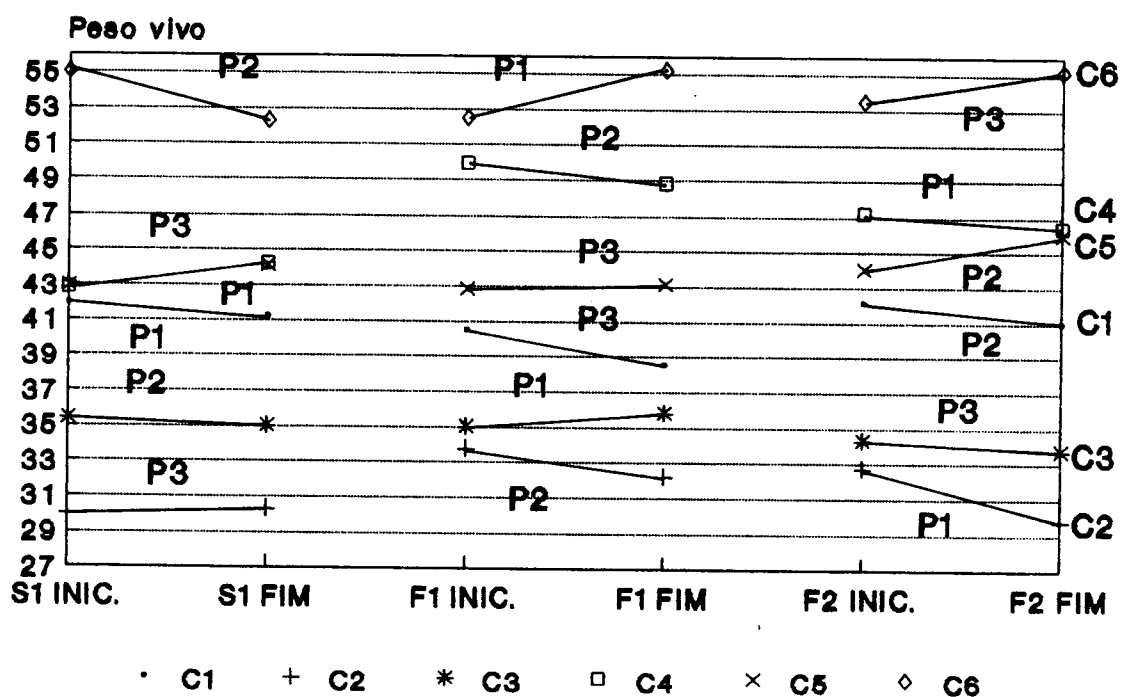
\* P<0,05

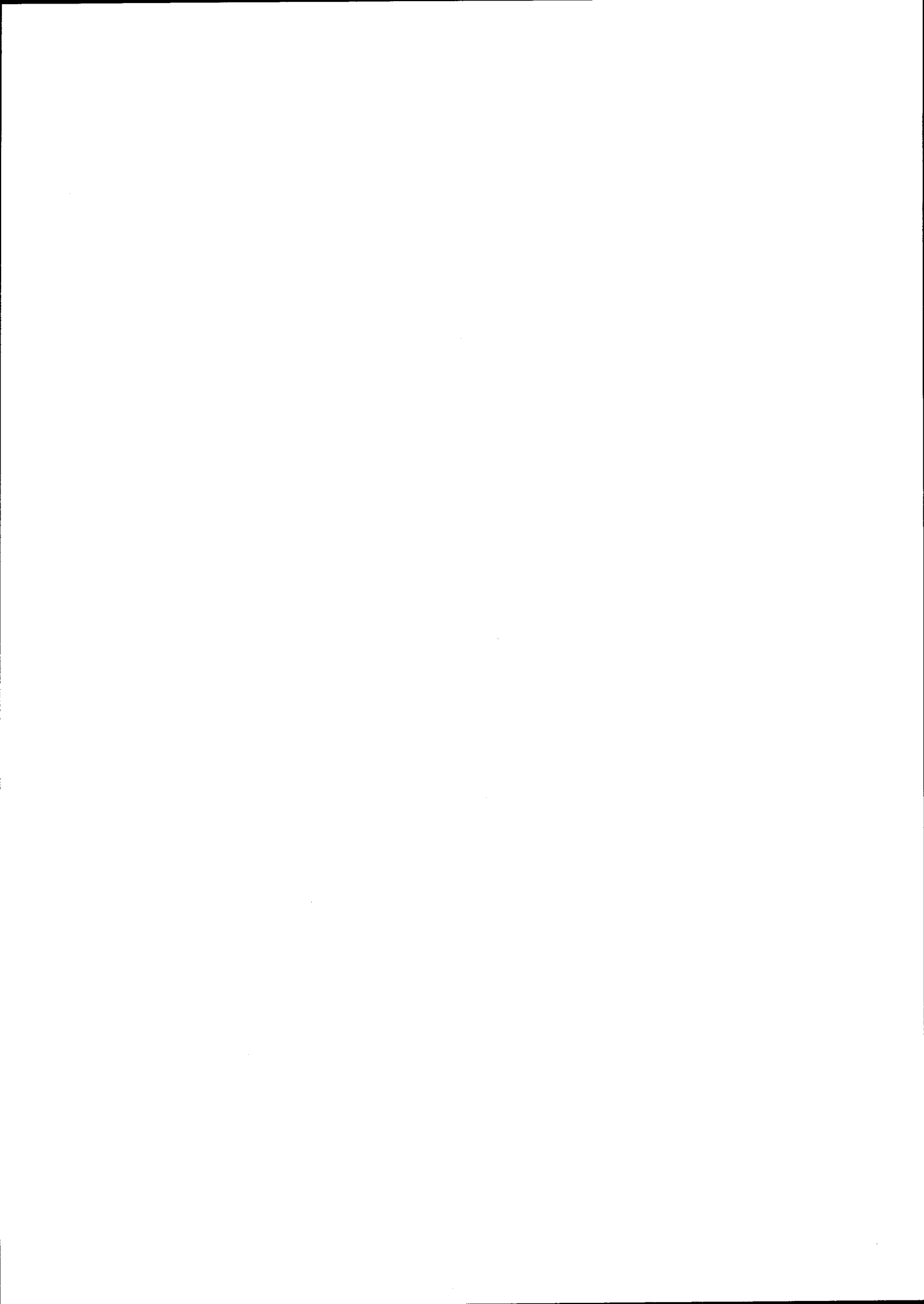
\*\* P<0,01

**ANEXO 1.8. Relação entre a ingestão de MS e o teor de NDF das forragens**  
 ( $y = 71,90 - 0,499 x$  ;  $r = - 0,23$ ;  $Sy.x = 8,94$   $n=18$ ; NS)



ANEXO 1.9. Variação do peso vivo dos animais durante os três períodos experimentais P1, P2 e P3. (S1 INIC. - início do período de controlo com dieta S1); (F1 INIC. - idem com dieta F1); (F2 INIC. - idem com dieta F2); (S1 FIM -fim do período de contolo com dieta S1); (F1 FIM -idem com dieta F1); (F2 FIM - idem com dieta F2).





ANEXO 2.1. Variação do pH em função do tempo

FORRAGEM	CARNEIRO	HORAS						$\bar{X}$
		10	14	18	22	2	6	
S1	1	7,40	7,35	7,15	7,10	7,40	7,30	a
	2	7,23	7,70	7,70	7,20	7,10	7,13	7,24
	3	7,15	7,50	7,20	6,80	6,90	6,95	
F1	1	6,95	7,55	7,53	7,23	7,15	6,85	b
	2	6,98	7,40	7,10	6,80	6,83	7,05	7,07
	3	7,00	7,25	6,78	6,80	6,95	7,10	
F2	1	7,20	7,60	7,40	7,13	7,05	7,30	a
	2	7,25	7,33	7,08	7,08	7,25	7,10	7,24
	3	7,03	7,50	7,60	7,18	7,10	7,10	
$\bar{X}$		7,13	bc 7,46	a 7,28	ab 7,04	c 7,08	bc 7,10	bc

EPM da forragem = 0,0217

EPM global das horas = 0,0583

Na mesma linha ou coluna diferentes superscritos representam diferenças significativas para  $P < 0,05$

ANEXO 2.2. Variação do teor de azoto amoniacal no rúmen em função do tempo

FORRAGEM	CARNEIRO	HORAS						$\bar{X}$
		10	14	18	22	2	6	
S1	1	8,71	4,54	5,00	4,37	6,29	7,40	8,47
	2	12,84	9,19	11,01	8,16	8,65	9,02	
	3	13,34	8,37	11,68	7,70	6,63	9,61	
F1	1	15,25	7,20	10,29	6,32	7,58	9,08	10,32
	2	11,32	6,71	9,68	6,18	6,37	8,35	
	3	20,51	9,22	17,34	10,14	11,15	13,15	
F2	1	3,27	2,47	2,72	2,47	2,77	2,75	5,85
	2	11,25	8,85	7,95	10,17	11,80	10,29	
	3	7,59	3,33	4,86	5,81	3,07	3,83	
$\bar{X}$		a 11,56	d 6,65	b 8,95	d 6,81	cd 7,15	bc 8,16	

EPM forragem = 1,72

EPM hora = 0,414

EPM hora x forragem = 1,840 ( $EPM = \sqrt{((b-1) E_b + E_a / 3*6)}$ );

Na mesma linha diferentes superscritos representam diferenças significativas para  $P < 0,05$



ANEXO 2.3. Análise de variância e significância dos dados relativos ao pH e azoto amoniacal ruminais

Origem da variação	gl	quadrados médios	
		pH	N-NH <sub>3</sub>
Unidades principais	8		
Animais	2	0,105	64,641
Períodos	2	0,102	44,107
Forragem	2	0,164	91,104
Erro (a)	2	0,0085	53,263
Hora	5	0,237	31,150
Hora x forragem	10	0,006	6,016
Erro (b)	30	0,0306	1,541

\* P<0,005

ANEXO 2.4. Análise de variância e significância dos dados relativos aos teores de ácidos gordos voláteis no fluido ruminal.

Origem da variação	gl	quadrados médios						
		AGV TOT.	ACE.	PROP.	ISOB.	BUT.	ISOV.	VAL.
Total	8			**		*		
Períodos	2	109,45	55,78	3,56	0,002	0,79	0,016	0,014
Animais	2	80,97	35,13	3,73	0,013	1,00	0,024	0,023
Tratamentos	2	156,62	96,15	2,98	0,116	1,00	0,086	0,056
Erro	2	9,98	13,09	0,02	0,024	0,01	0,041	0,013

AGV TOT.- total de ácidos gordos voláteis; ACE- ác. acético; PRO- ác. propiónico; ISOB- ác. isobutírico; BUT- ác. butírico; ISOV- ác. isovalérico; VAL- ác. valérico.

\* P<0,05

\*\* P<0,01

ANEXO 2.5. Análise de variância da percentagem molar dos ácidos gordos voláteis

Origem da variação	gl	quadrados médios							
		ACE.	PROP.	ISOB.	BUT.	ISOV.	VAL.	AC/PRO	RNG
Total	8								
Períodos	2	7,27	2,81	0,005	0,64	0,032	0,023	4,27	4,02
Animais	2	11,03	4,82	0,024	1,14	0,061	0,046	7,25	7,36
Tratamentos	2	4,44	1,85	0,346	1,41	0,254	0,112	1,96	2,60
Erro	2	1,65	0,07	0,058	0,11	0,111	0,041	0,17	0,17

ACE- ác. acético; PRO- ác. propiónico; ISOB- ác. isobutírico; BUT- ác. butírico; ISOV- ác. isovalérico; VAL- ác. valérico; AC/PRO- relação acético/propiónico; RNG- relação não glucogénica.

\* P<0,05

ANEXO 2.6. Análise de variância dos dados relativos ao desaparecimento da MS "in sacco"

Origem da variação	gl	quadrados médios					
		MS 6	MS 12	MS 24	MS 36	MS 48	MS 72
Total	8						
Períodos	2	24,30	0,58	9,87	0,58	13,42	25,32
Animais	2	9,28	5,77	0,59	11,89	9,17	6,86
Tratamentos	2	69,98	165,58	109,20	114,99	57,97	18,65
Erro	2	1,23	15,05	10,69	11,71	1,35	1,37

MS 6- M. S. desaparecida (%) às 6h; MS 12- M. S. desaparecida (%) às 12 h; MS 24- M. S. desaparecida (%) às 24 h; MS 36- M. S. desaparecida (%) às 36 h; MS 48- M. S. desaparecida (%) às 48 h; MS 72- M. S. desaparecida (%) às 72 h

\* P<0,05

ANEXO 2.7. Análise de variância das características de degradabilidade da M.S

Origem da variação	gl	quadrados médios					
		a+b	c	c36	a	DMS	HDMS
Total	8						
Períodos	2	15,80	0,78	1,53	16,49	40,68	437,93
Animais	2	2,58	1,13	0,06	13,84	31,24	220,54
Tratamentos	2	34,45 *	1,82 *	5,31	89,12	178,38 *	1598,12
Erro	2	1,18	0,07	2,71	19,78	9,13	127,94

a+b - degradabilidade potencial; c taxa de digestão da M.S.; c36 taxa de digestão da M.S. até às 36h; a- material solúvel determinado a partir da equação ; DMS- digestibilidade da matéria seca "in vivo"; HDMS - horas necessárias para atingir a DMS

\* P<0,05

ANEXO 2.8. Análise de variância dos dados relativos ao desaparecimento da NDF "in sacco"

Origem da variação	gl	quadrados médios				
		NDFPP 6	NDFPP12	NDFPP 24	NDFPP 36	NDFPP48
Total	8					
Períodos	2	92,55 *	51,73	37,30	15,46	6,88
Animais	2	25,33	64,37	20,60	6,98	14,63
Tratamentos	2	102,28 *	377,25	213,11	79,70	11,42
Erro	2	3,02	48,94	108,04	79,88	15,60

NDFPP 6 - NDF potencialmente digestível (% So) às 6 h; NDFPP 12 - NDF potencialmente digestível (% So) às 12 h; NDFPP 24 - NDF potencialmente digestível (% So) às 24 h; NDFPP 36 - NDF potencialmente digestível (% So) às 36 h; NDFPP 48 - NDF potencialmente digestível (% So) às 48 h;

\*P<0,05

ANEXO 2.9. Análise de variância dos dados relativos ao desaparecimento da NDF "in sacco"

Origem da variação	gl	quadrados médios					
		k	k36	lag time	NDFR 6	NDFR 12	NDFR 72
Total	8						
Períodos	2	0,28	0,87	0,63	17,10	1,26	6,25
Animais	2	1,81	4,26	0,62	6,10	5,28	3,77
Tratamentos	2	1,35	11,92	11,57	56,45	119,52	29,18
Erro	2	4,36	14,28	0,36	0,04	4,17	2,27

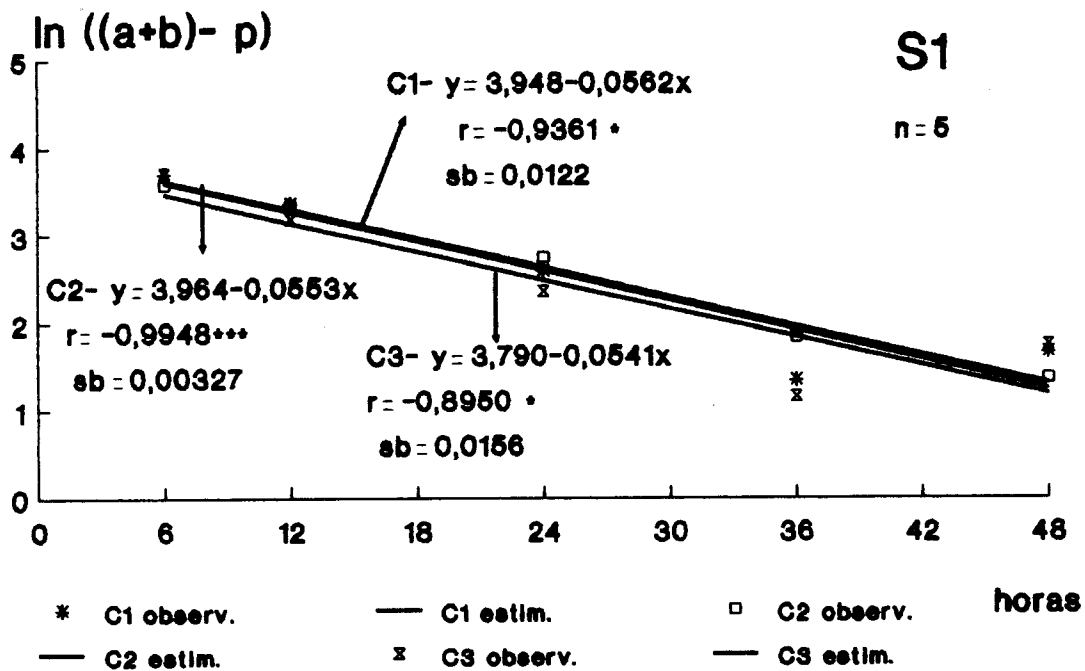
k - taxa de digestão do NDF potencialmente digestível (% So); k36 - taxa de digestão do NDF potencialmente digestível (% So) até às 36 h; NDFR 6 - resíduo de NDF (% da M.S.) às 6 h; NDFR 12 - resíduo de NDF (% da M.S.) às 12 h; NDFR 72 - resíduo de NDF (% da M.S.) às 72 h.

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001

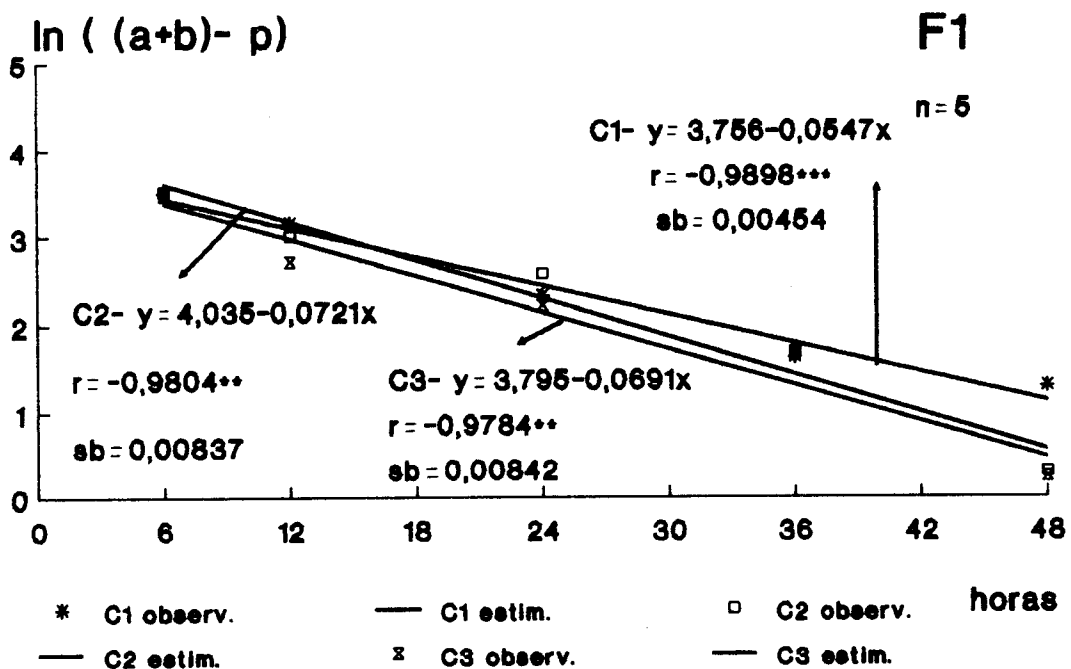
ANEXO 2.10. Análise de variância da influência do método na determinação da fracção solúvel (a).

Origem da variação	gl	quadrados médios	
		a	
Total	26		
Forragem	2		164,87
Método	2		14,63
Forragem x método	4		8,25
Erro	18		5,25

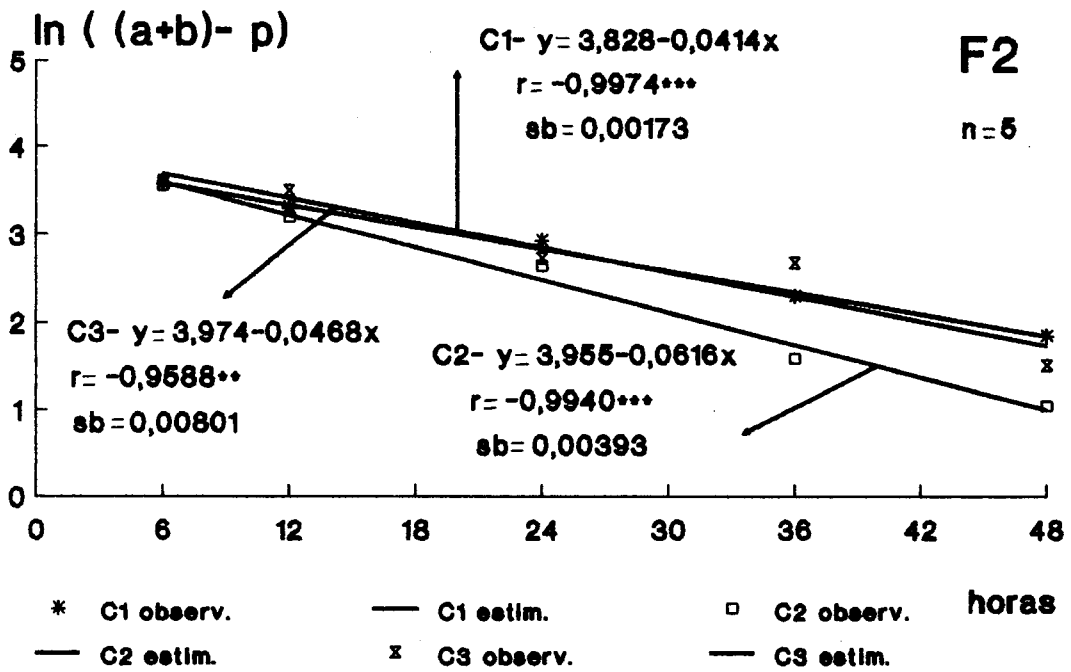
\*\*\* P<0,001



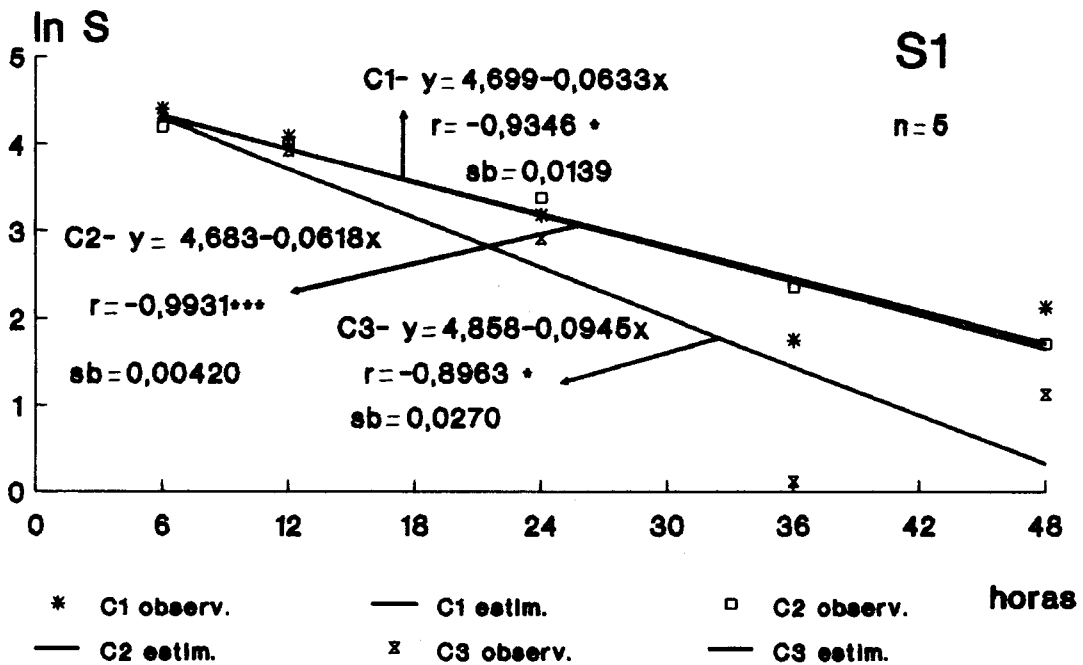
ANEXO 2.11. Representação gráfica das taxas de digestão da M.S. da silagem obtida na 1ª época de corte.



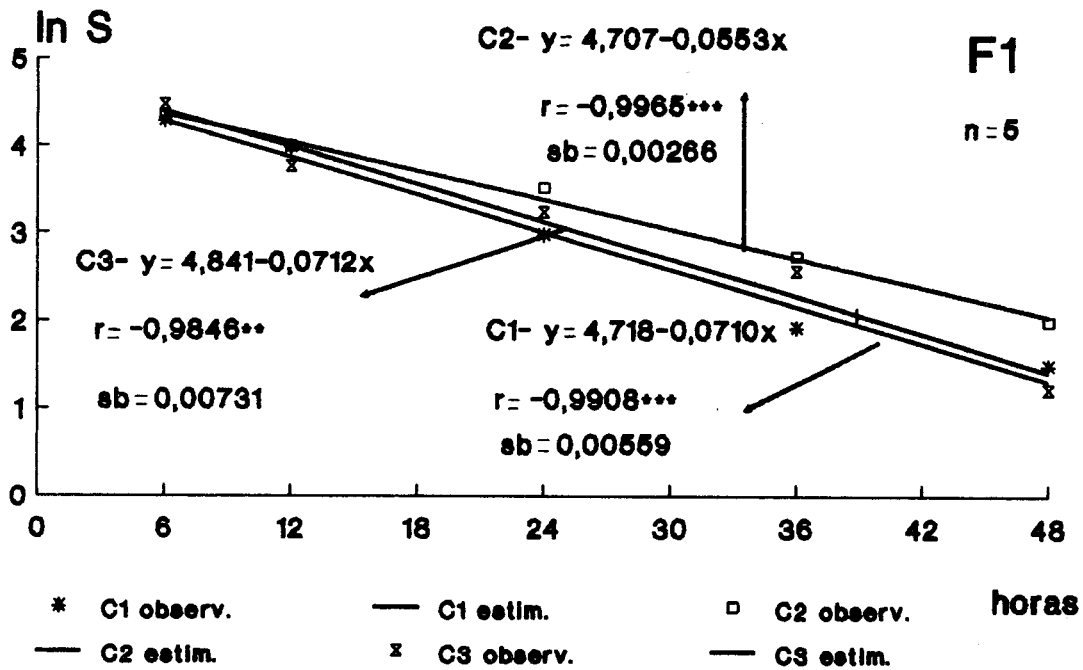
ANEXO 2.12. Representação gráfica das taxas de digestão da M.S. do feno obtido na 1ª época de corte.



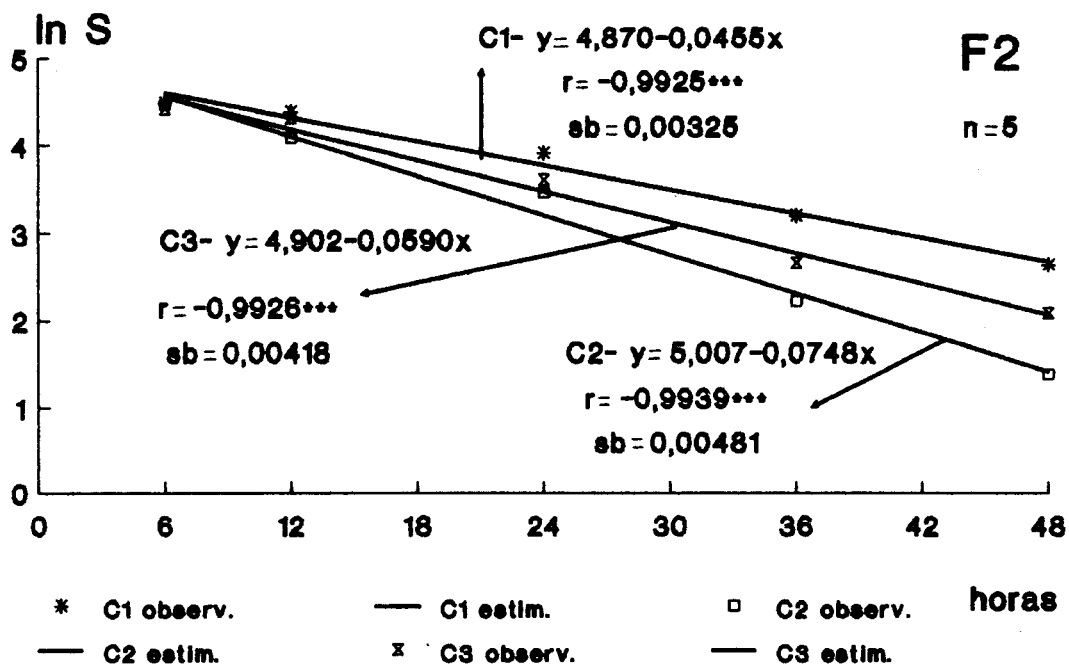
ANEXO 2.13. Representação gráfica das taxas de digestão da M.S. do feno obtido na 2ª época de corte.



ANEXO 2.14. Representação gráfica das taxas de digestão da N.D.F. da silagem obtida na 1ª época de corte.



ANEXO 2.15. Representação gráfica das taxas de digestão da N.D.F. do feno obtido na 1ª época de corte.



ANEXO 2.16. Representação gráfica das taxas de digestão da N.D.F. do feno obtido na 2ª época de corte.

ANEXO 2.17. Análise de variância dos dados relativos ao volume, tempo de retenção médio ( $1/k$ ), taxa de passagem ( $k$ ) e fluxo ruminal da fase líquida

Origem da variação	gl	quadrados médios			
		volume	$1/k$	$k(\%/h)$	fluxo (l/dia)
Total	8				
Períodos	2	1823024	0,298	0,987	8,494
Animais	2	1945632	48,854	14,913	27,331
Tratamentos	2	3888	6,222	4,980	13,236
Erro	2	664448	20,102	9,314	15,109

ANEXO 2.18. Análise de variância dos dados relativos à quantidade de MS presente no rúmen, tempo médio de retenção no rúmen ( $1/k_1$ ), taxas de passagem no rúmen ( $k_1$ ) e fluxo ruminal de MS determinados a partir da cinética de desaparecimento do marcador da fase sólida.

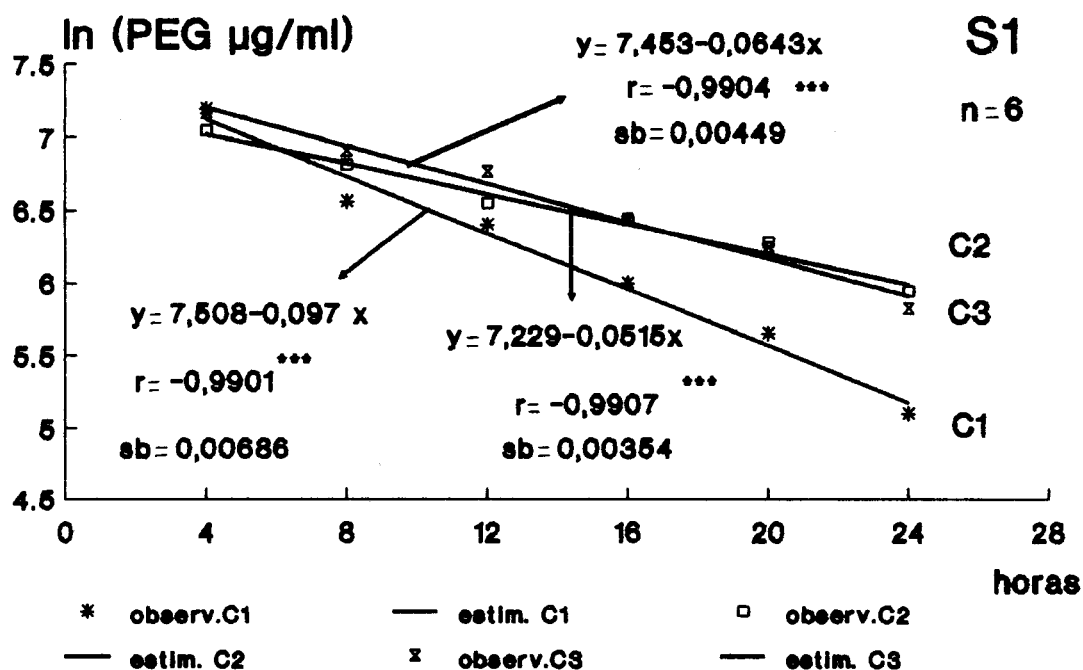
Origem da variação	gl	quadrados médios					
		MS rúmen	$1/k_{1ru}$	$1/k_{1fe}$	$k_{1ru}$	$k_{1fe}$	fluxo
Total	8						
Períodos	2	9531,38	272,26	571,86	0,15	1,17	1522,31
Animais	2	32950,00	183,03	229,20	0,44	0,01	40276,31
Tratamentos	2	63916,38	788,98	709,45	3,51	2,05	8756,31
Erro	2	19991,63	317,54	398,20	1,81	0,62	6139,06

$1/k_{1ru}$ - tempo médio de retenção no rúmen determinado por cinética de desaparecimento do marcador no rúmen;  $1/k_{1fe}$ - tempo médio de retenção no rúmen determinado por cinética de desaparecimento do marcador nas fezes;  $k_{1ru}$ - taxa de passagem do marcador no rúmen determinado por cinética de desaparecimento do marcador no rúmen;  $k_{1fe}$ - taxa de passagem do marcador no rúmen determinado por cinética de desaparecimento do marcador nas fezes.

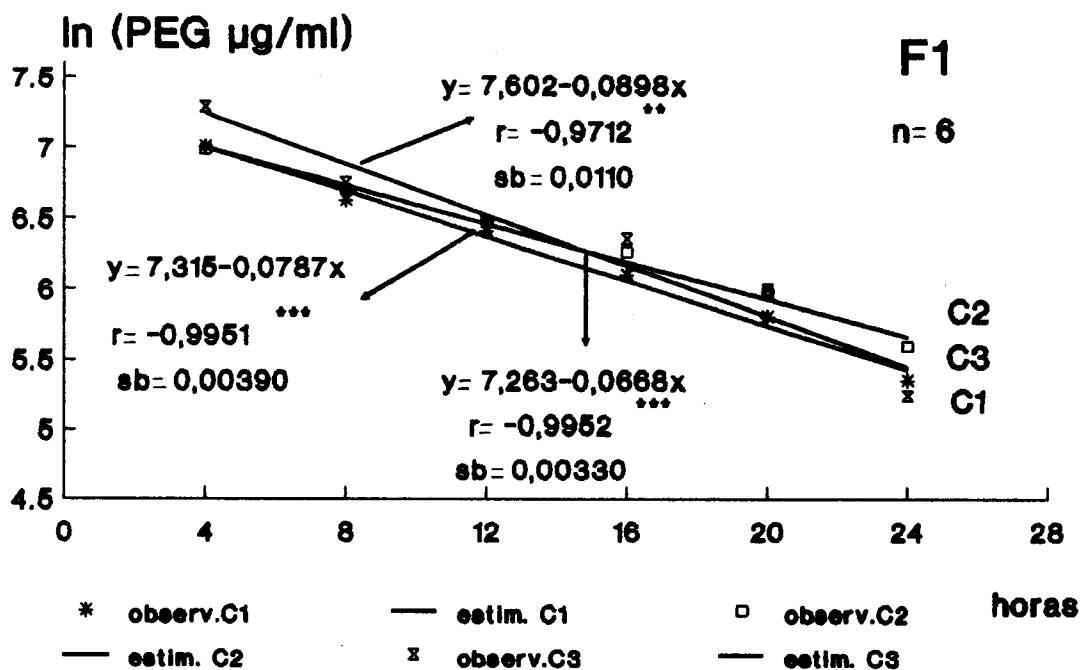


ANEXO 2.19. Análise de variância dos dados relativos à taxa de passagem no IG ( $k_2$ ), tempo médio de retenção no IG ( $1/k_2$ ), tempo de trânsito (TT) e tempo médio de retenção do marcador no tracto digestivo (TMRT), determinados a partir da cinética de desaparecimento do marcador da fase sólida

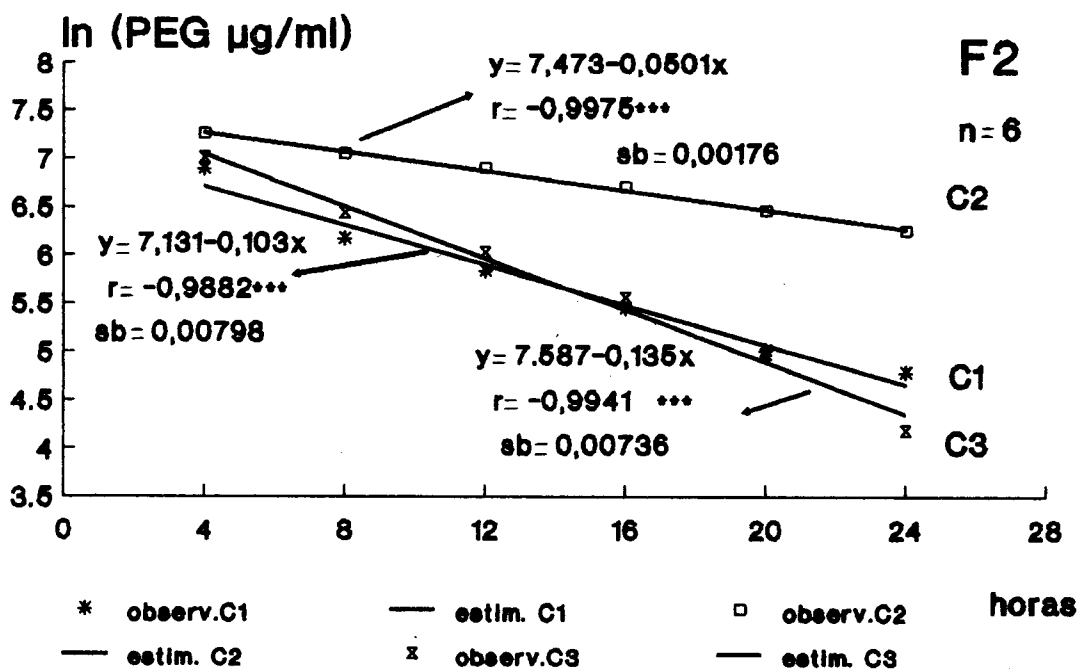
Origem da variação	gl	quadrados médios			
		$k_2$	$1/k_2$	TT	TMRT
Total	8				
Períodos	2	0,25	6,68	5,91	283,19
Animais	2	1,91	21,40	14,60	430,08
Tratamentos	2	3,47	37,91	6,03	1346,90
Erro	2	1,14	9,75	17,41	591,98



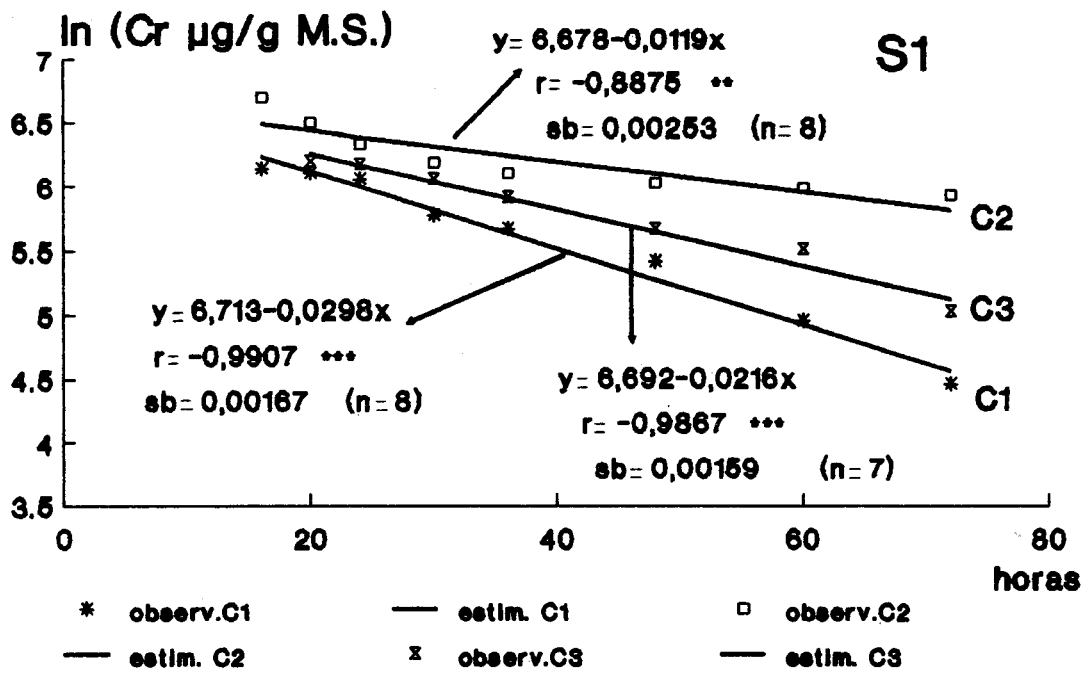
ANEXO 2.20. Representação gráfica do desaparecimento do PEG no rúmen nos animais alimentados com S1.



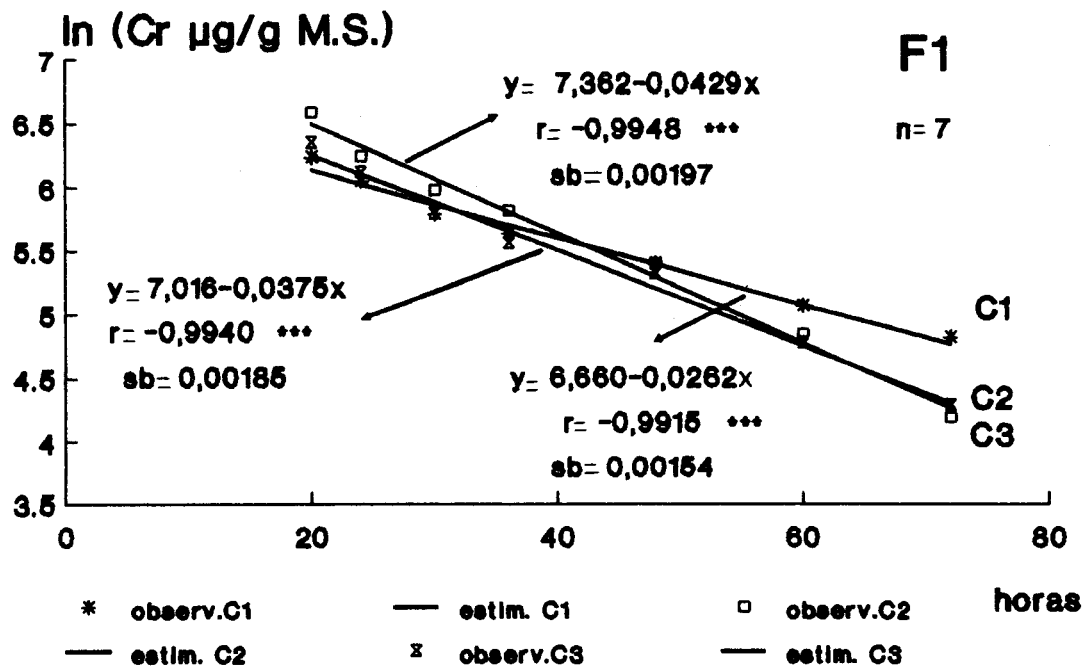
ANEXO 2.21. Representação gráfica do desaparecimento do PEG no rúmen nos animais alimentados com F1.



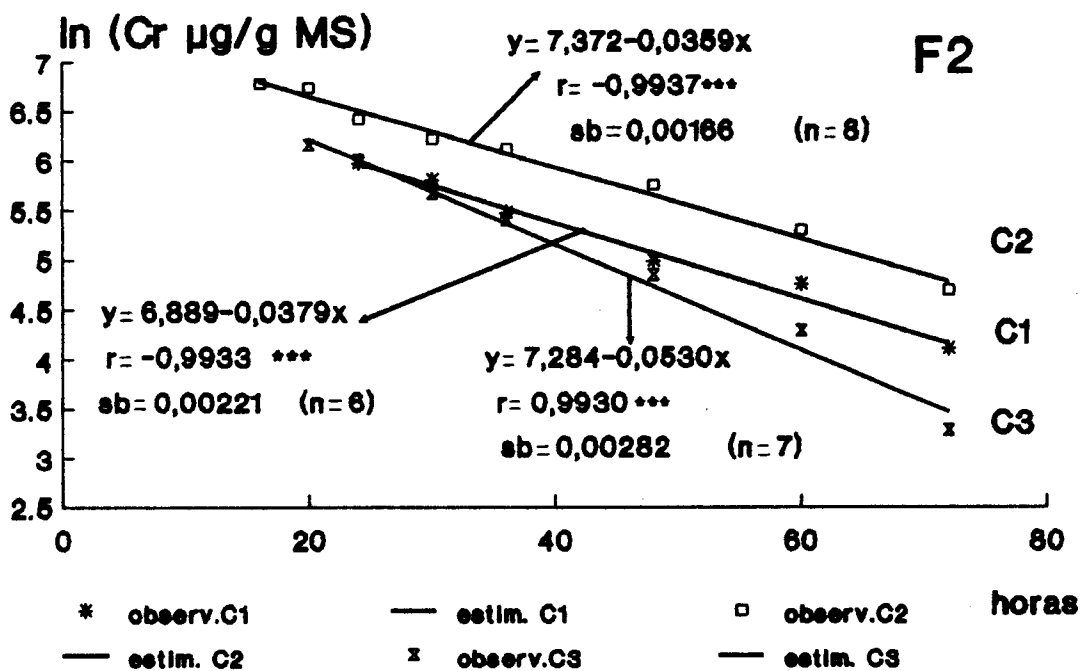
ANEXO 2.22. Representação gráfica do desaparecimento do PEG no rúmen nos animais alimentados com F2.



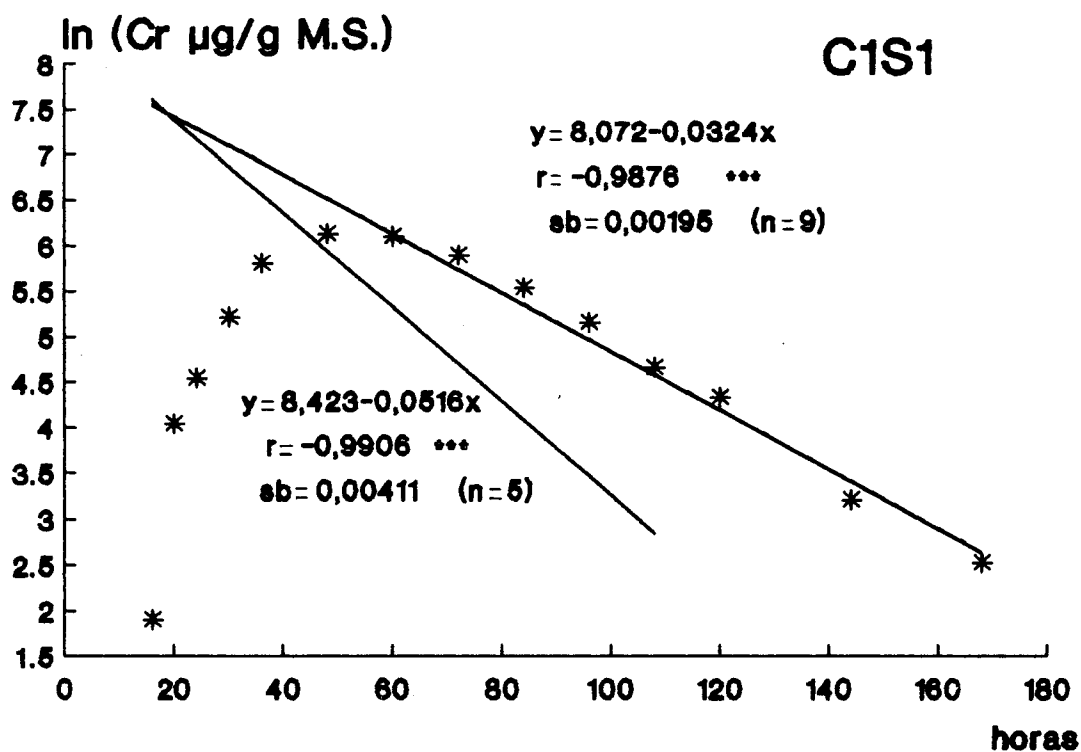
ANEXO 2.23. Representação gráfica do desaparecimento do Cr no rúmen nos animais alimentados com S1.



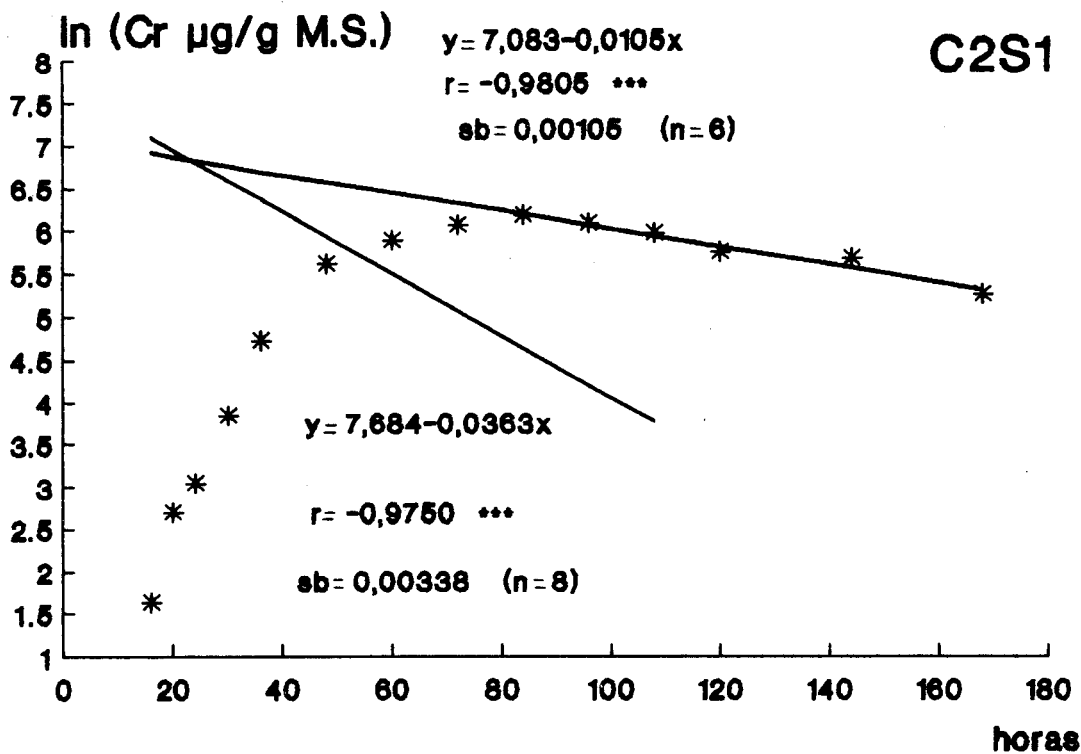
ANEXO 2.24. Representação gráfica do desaparecimento do Cr no rúmen nos animais alimentados com F1.



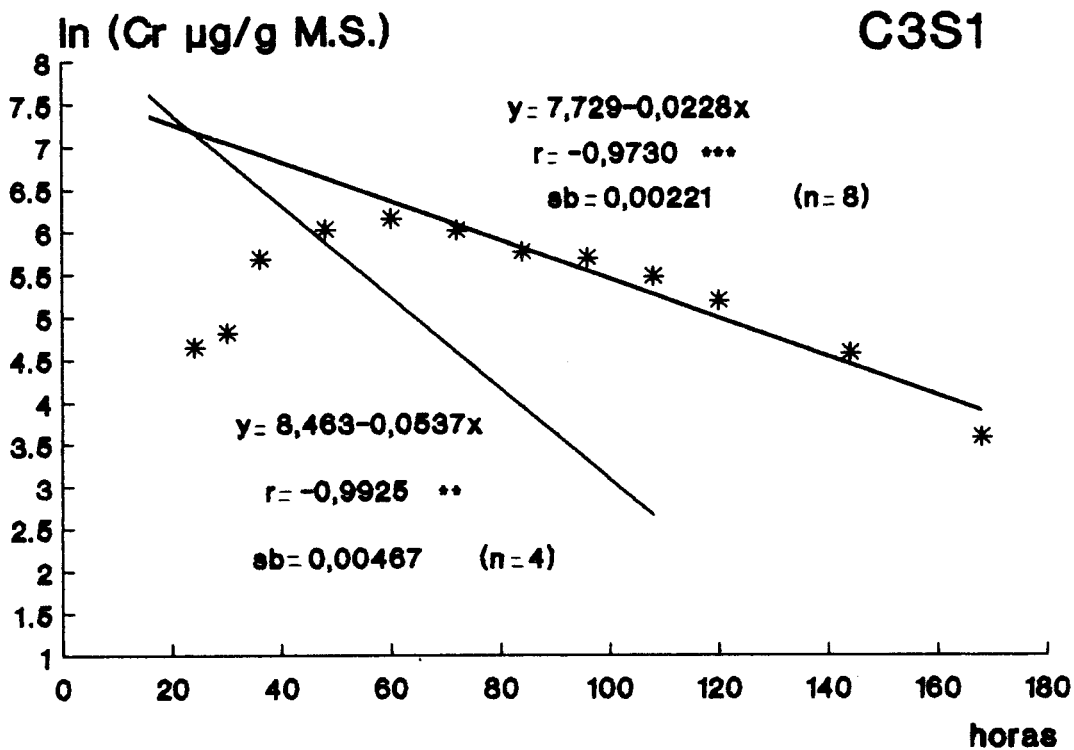
ANEXO 2.25. Representação gráfica do desaparecimento do Cr no rúmen nos animais alimentados com F2.



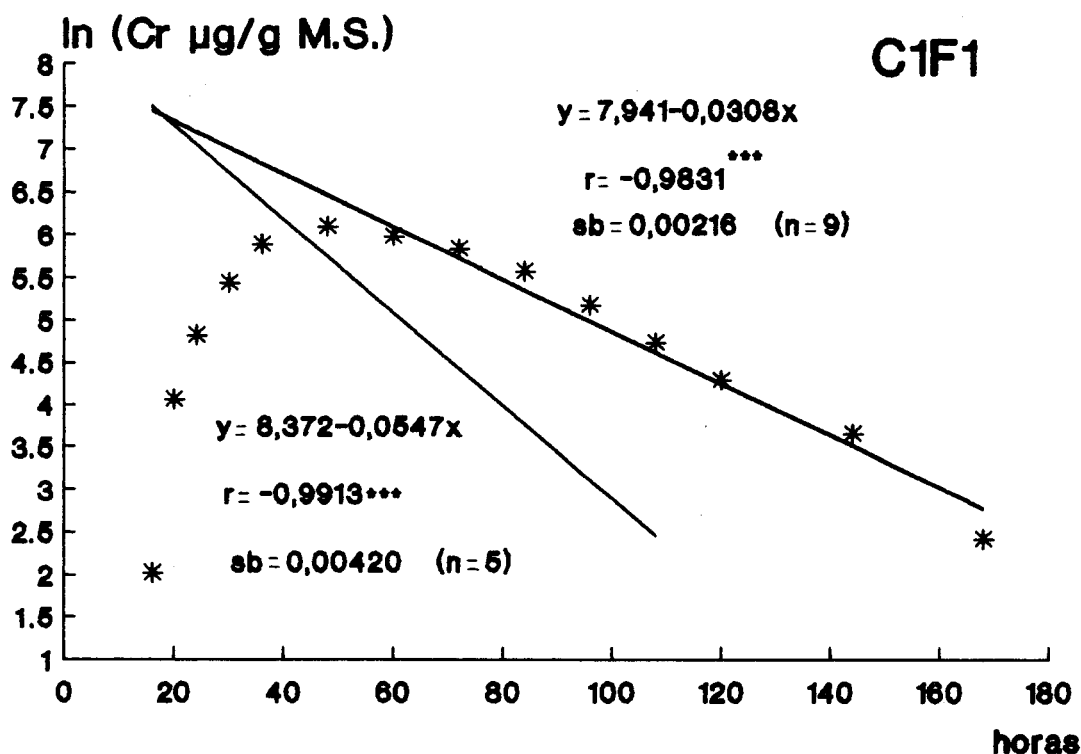
ANEXO 2.26. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal nq1 alimentado com S1.



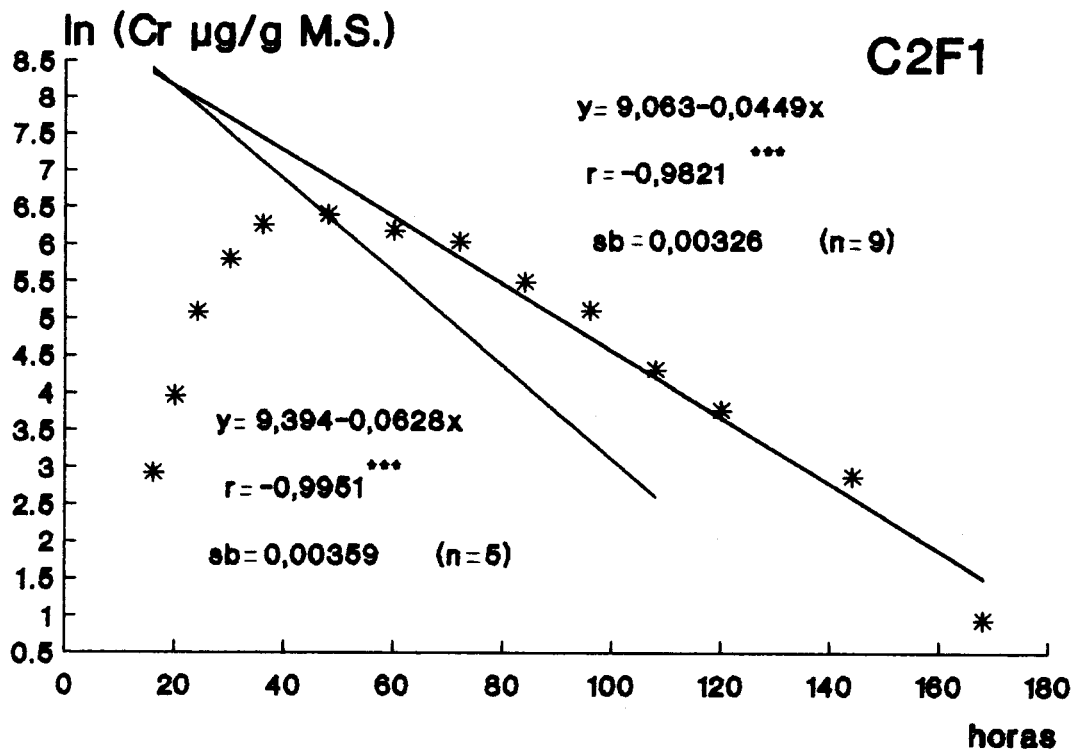
ANEXO 2.27. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal nº2 alimentado com S1.



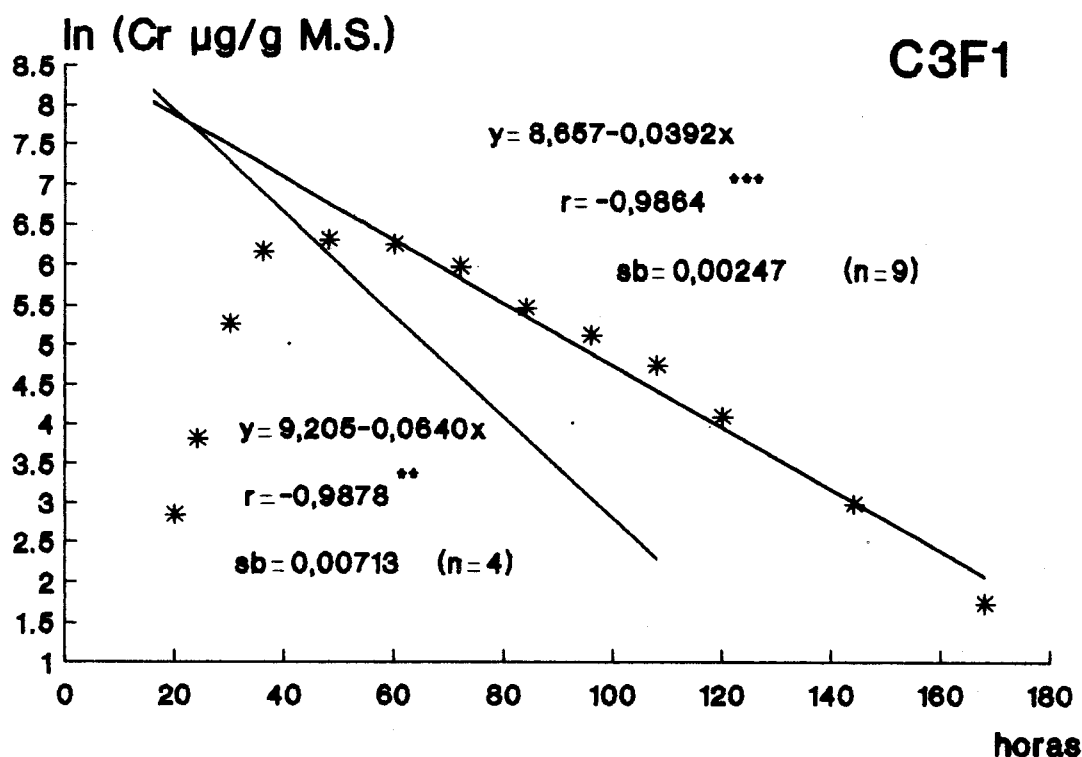
ANEXO 2.28. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal nº3 alimentado com S1.



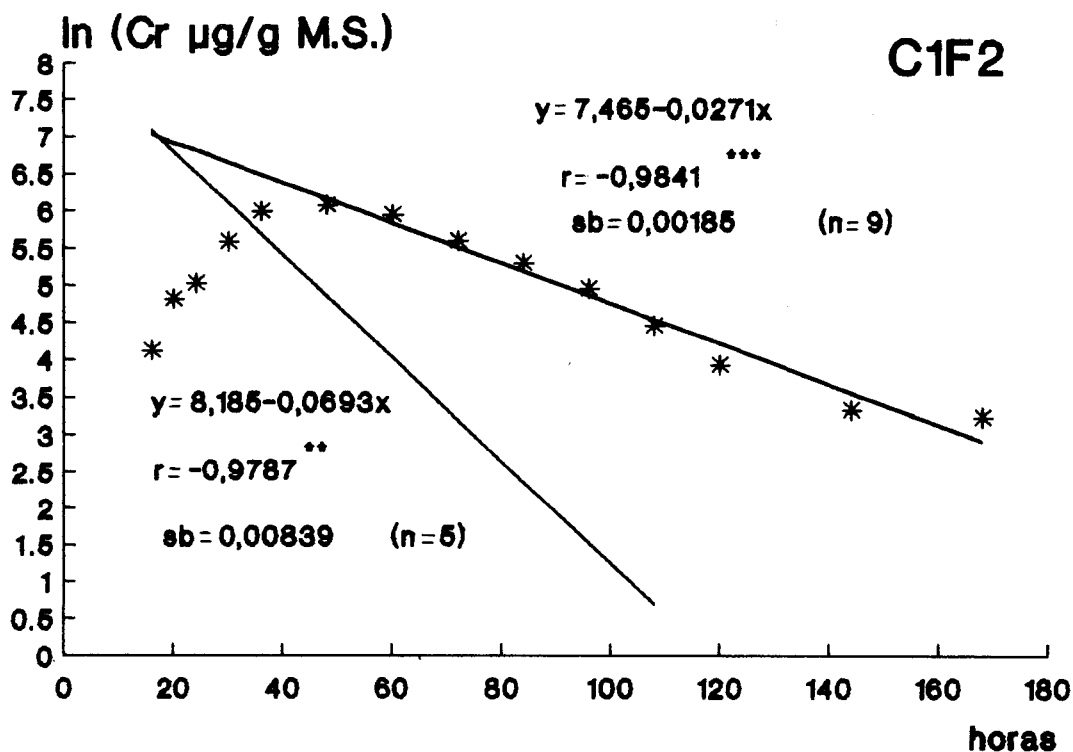
ANEXO 2.29. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal nq1 alimentado com F1.



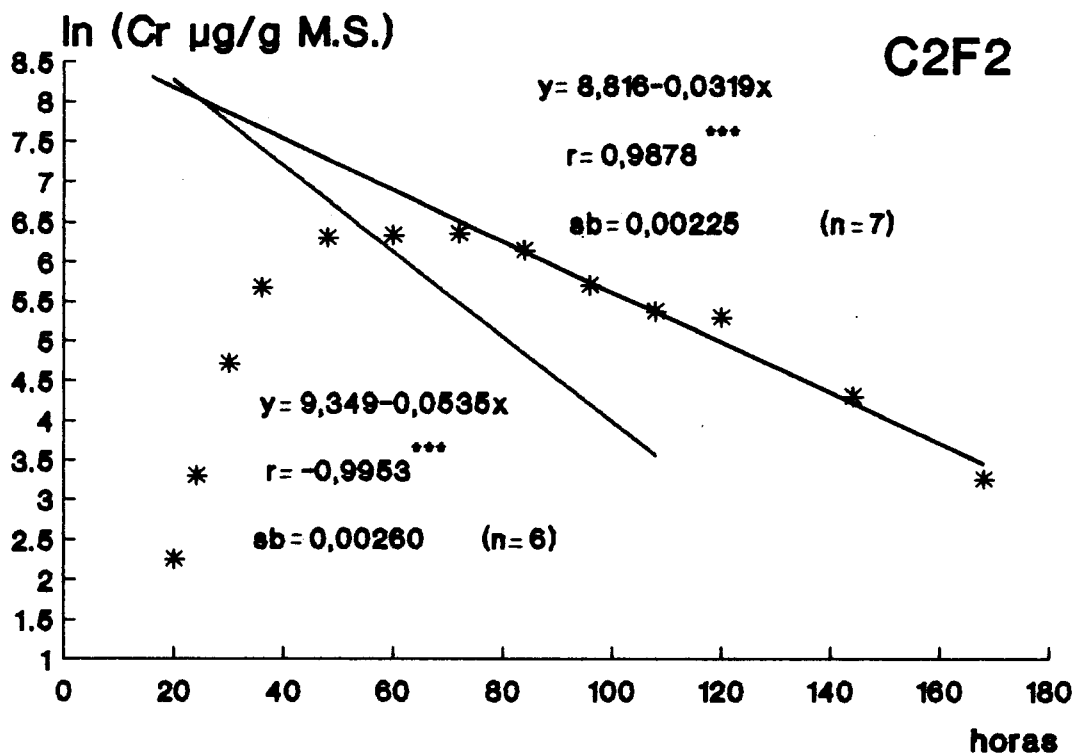
ANEXO 2.30. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal nq2 alimentado com F1.



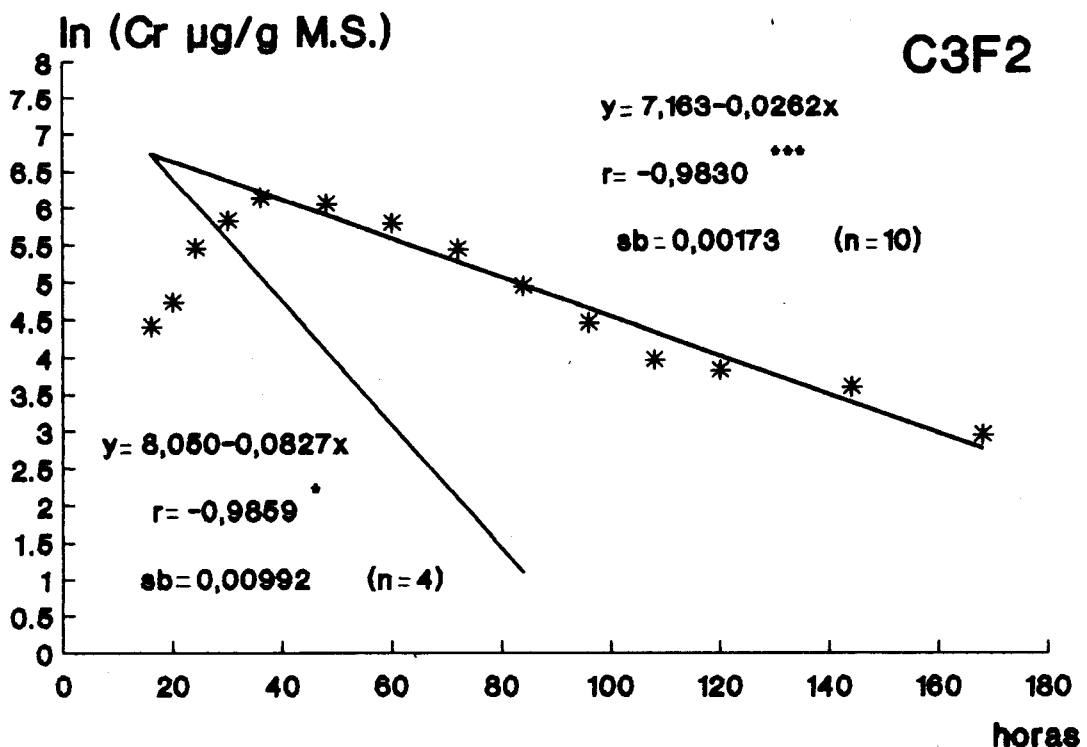
ANEXO 2.31. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal nq3 alimentado com F1.



ANEXO 2.32. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal nq1 alimentado com F2.

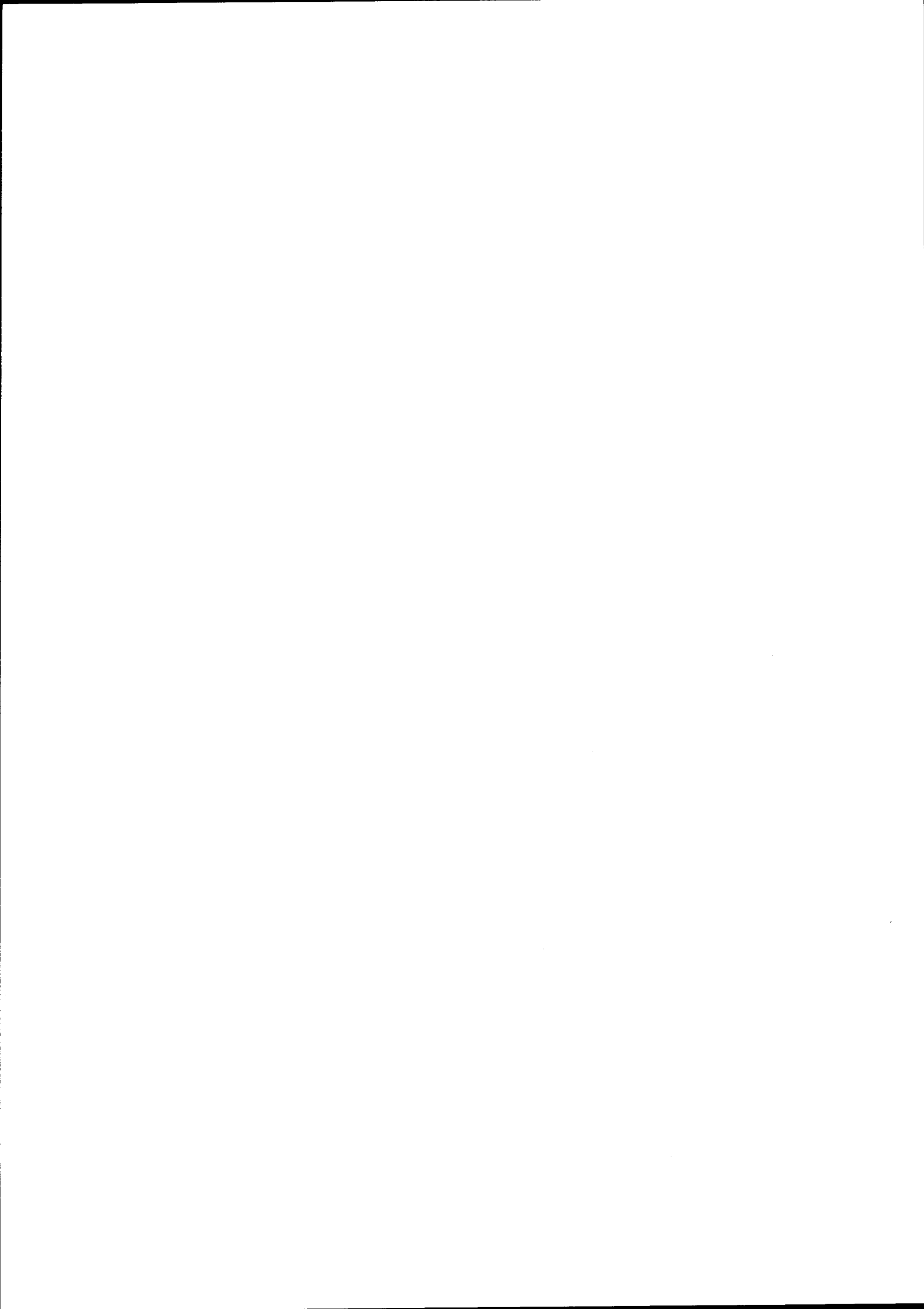


ANEXO 2.33. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal n<sup>o</sup>2 alimentado com F2.



ANEXO 2.34. Representação gráfica do desaparecimento do Cr nas fezes no animal n<sup>o</sup>3 alimentado com F2.





ANEXO 3.1. Análise de variância e significância dos dados relativos à composição química das forragens conservadas

Origem da variação	gl	Quadrados médios										
		MS	MO	PB	HCS	NDF	ADF	ADL	HKM	CEL	ADIN	
Forragem	1	4563,45	0,95	1,30	36,94	2,99	1,25	0,002	0,37	1,16	0,98	
Erro	6	1,83	4,14	0,15	0,43	1,99	2,22	1,48	2,50	4,02	1,16	

\* P<0,05  
 \*\*\* P<0,001

ANEXO 3.2. Análise de variância e significância dos dados relativos à ingestão de MS (ING MS), forragem (ING FOR) e suplemento (ING SUP)- expressos em g/Kg P<sup>0.75</sup>, e dos dados relativos à % de forragem (% FOR) e suplemento (% SUP) nas dietas

Origem da variação	gl	Quadrados médios				
		ING MS	ING FOR	ING SUP	% FOR	% SUP
Forragem	1	1,39	19,09	7,93	67,67	67,67
Nível	1	3482,66	4891,49	16592,12	22306,73	22306,73
For.x niv	1	166,93	179,07	0,04	138,25	138,25
Erro	157	22,48	22,05	4,71	21,61	21,61

\*\* (P<0,01)  
 \*\*\* (P<0,001)

ANEXO 3.3. Análise de variância e significância dos dados relativos à PB ingerida (PB ING-g/dia), EM ingerida (EM ING-MJ/dia), % de PB e concentração energética (M/D - MJ/kg MS) das dietas

Origem da variação	gl	Quadrados médios			
		PB ING	EM ING	% PB	M/D
Forragem	1	94,71 ***	0,16 ***	1,28 ***	1,12 ***
Nível	1	56974,77	190,46	362,34 *	56,14
For.x niv	1	16,49	1,03	4,80	0,14
Erro	157	213,74	0,72	0,84	0,07

\*\*\* (P<0,001)

\* (P<0,05)

ANEXO 3.4. Análise de variância e significância dos dados relativos à produção de gás (ml)

Origem da variação	gl	Quadrados médios	
		PRODUÇÃO DE GAS	
Forragem	1	2,53	***
Nível	1	37,58	***
Hora	4	6622,81	
For.x niv.	1	1,04	
For.x hora	4	0,70	***
Niv.x hora	4	20,72	
For.x niv.x hora	4	0,19	
Erro	60	2,23	

\*\*\* (P<0,001)

ANEXO 3.5. Análise de variância e significância dos dados relativos ao peso inicial (Kg), índice de conversão (Kg de MS/Kg de PV), peso do conteúdo gástrico (g) e diferença entre o peso final e peso ao abate (DIFPESO-Kg)

Origem da variação	gl	Quadrados médios			
		P.INICIAL	IND.DE CONVERSAO	CONT. GASTRICO	DIFPESO
Forragem	1	0,10	0,05 ***	51759,5 **	0,43 **
Nível	1	0,45	4,48	2364879,0	1,42 *
For.x niv	1	0,18	0,06	74710,8	0,76
Erro	19	1,42	0,26	198750,7	0,17

\*\* (P<0,01)

\*\*\* (P<0,001)

ANEXO 3.6. Análise de variância e significância dos dados relativos ao peso final (Kg), peso ao abate (Kg) e peso da carcaça (Kg)

Origem da variação	gl	Quadrados médios		
		PESO FINAL	PESO ABATE	PESO CARCAÇA
Covariante (P.inic.)	1	57,48 ***	56,54 ***	14,55 ***
Forragem	1	0,11 ***	0,94 ***	0,01 ***
Nível	1	38,87	55,33	21,83
For.x niv	1	1,13	0,03	0,08
Erro	18	0,68	0,65	0,26

\*\*\* (P<0,001)

ANEXO 3.7. Análise de variância e significância dos dados relativos ao ganho médio diário (g)

Origem da variação	gl	Quadrados médios	
		GANHO MÉDIO DIÁRIO	
			***
Covariante 1 (P.inic.)	1	4983,85	
Forragem	1	9,63	***
Nível	1	34917,43	
Método	1	10,52	
For.x niv.	1	938,13	
For.x mét.	1	48,03	
Niv.x mét.	1	43,66	
Erro	38	282,54	

\*\*\* (P<0,001)

ANEXO 3.8. Análise de variância e significância dos dados relativos ao rendimento corrigido de carcaça (RCC), rendimento de peças nobres (RPN), gordura perirenal (GR), % de músculo (% M), % de osso (% O) e % gordura (% G) na carcaça e relação músculo / osso (M/O) da carcaça.

Origem da variação	gl	Quadrados médios						
		RCC	RPN	GR	% M	% O	%G	M/O
					**			*
Forragem	1	4,59	1,32	2649,39	29,57	7,07	7,69	0,20
				*		***	**	**
Nível	1	0,53	1,14	4925,33	0,20	26,71	27,30	0,25
For.x niv	1	0,01	0,89	610,16	0,69	0,40	1,94	0,00
Erro	19	2,04	1,25	740,09	3,04	1,69	3,21	0,03

\* (P<0,05); \*\* (P<0,01); \*\*\* (P<0,001)

ANEXO 3.9. Cálculo da eficiência de utilização da energia metabolizável para produção ( $K_g$ ) nas diferentes dietas (baseado no Technical Bulletin nº 33, MAFF, 1975)

DIETA FN1

1- Cálculo da energia limpa ( $E_g$ ) necessária para o GMD (LWG)=122,5 g/dia

Peso vivo (W) = 18,93 Kg

Aplicando:

$$\log_{10} LWG = 0,9 \log_{10} E_g - 0,0036 W + 1,91$$

$$E_g = 1,89 \text{ MJ/dia}$$

2- Cálculo da energia limpa necessária para manutenção ( $E_m$ )

Aplicando:

$$E_m = 0,29 W^{0,73}$$

$$E_m = 2,48 \text{ MJ/dia}$$

3- Cálculo da energia metabolizável necessária para a manutenção ( $M_m$ )

Aplicando:

$$M_m = E_m / 0,70$$

$$M_m = 3,54 \text{ MJ/dia}$$

4- Cálculo da energia metabolizável disponível para a produção ( $M_g$ )

$$M_g = EM \text{ da dieta} - M_m$$

$$M_g = 6,37 - 3,54 = 2,83 \text{ MJ /dia}$$

5- Cálculo da eficiência de utilização da  $M_g$  para produção

Aplicando:

$$E_g = M_g \times K_g$$

$$K_g = 1,89 / 2,83 = 0,668$$

### ANEXO 3.9. Continuação

#### DIETA FN2

1- Cálculo da energia limpa ( $E_g$ ) necessária para o GMD (LWG)=171,6 g/dia

Peso vivo (W) = 19,40 Kg

Aplicando:

$$\log_{10} LWG = 0,9 \log_{10} E_g - 0,0036 W + 1,91$$

$$E_g = 2,71 \text{ MJ/dia}$$

2- Cálculo da energia limpa necessária para manutenção ( $E_m$ )

Aplicando:

$$E_m = 0,29 W^{0,73}$$

$$E_m = 2,53 \text{ MJ/dia}$$

3- Cálculo da energia metabolizável necessária para a manutenção ( $M_m$ )

Aplicando:

$$M_m = E_m / 0,70$$

$$M_m = 3,61 \text{ MJ/dia}$$

4- Cálculo da energia metabolizável disponível para a produção ( $M_g$ )

$$M_g = EM \text{ da dieta} - M_m$$

$$M_g = 8,38 - 3,61 = 4,77 \text{ MJ /dia}$$

5- Cálculo da eficiência de utilização da  $M_g$  para produção

Aplicando:

$$E_g = M_g \times K_g$$

$$K_g = 2,71 / 4,77 = 0,568$$

### ANEXO 3.9. Continuação

#### DIETA SN1

1- Cálculo da energia limpa ( $E_g$ ) necessária para o GMD (LWG)=114,8 g/dia

Peso vivo (W) = 19,23 Kg

Aplicando:

$$\log_{10} LWG = 0,9 \log_{10} E_g - 0,0036 W + 1,91$$

$$E_g = 1,75 \text{ MJ/dia}$$

2- Cálculo da energia limpa necessária para manutenção ( $E_m$ )

Aplicando:

$$E_m = 0,29 W^{0,73}$$

$$E_m = 2,51 \text{ MJ/dia}$$

3- Cálculo da energia metabolizável necessária para a manutenção ( $M_m$ )

Aplicando:

$$M_m = E_m / 0,70$$

$$M_m = 3,59 \text{ MJ/dia}$$

4- Cálculo da energia metabolizável disponível para a produção ( $M_g$ )

$$M_g = \text{EM da dieta} - M_m$$

$$M_g = 6,15 - 3,59 = 2,56 \text{ MJ /dia}$$

5- Cálculo da eficiência de utilização da  $M_g$  para produção

Aplicando:

$$E_g = M_g \times K_g$$

$$K_g = 1,75 / 2,56 = 0,683$$





### ANEXO 3.9. Continuação

#### DIETA SN2

1- Cálculo da energia limpa ( $E_g$ ) necessária para o GMD (LWG)=122,5 g/dia

$$\text{Peso vivo (W)} = 18,35 \text{ Kg}$$

Aplicando:

$$\log_{10} \text{LWG} = 0,9 \log_{10} E_g - 0,0036 W + 1,91$$

$$E_g = 2,58 \text{ MJ/dia}$$

2- Cálculo da energia limpa necessária para manutenção ( $E_m$ )

Aplicando:

$$E_m = 0,29 W^{0,73}$$

$$E_m = 2,52 \text{ MJ/dia}$$

3- Cálculo da energia metabolizável necessária para a manutenção ( $M_m$ )

Aplicando:

$$M_m = E_m / 0,70$$

$$M_m = 3,60 \text{ MJ/dia}$$

4- Cálculo da energia metabolizável disponível para a produção ( $M_g$ )

$$M_g = \text{EM da dieta} - M_m$$

$$M_g = 8,48 - 3,60 = 4,88 \text{ MJ /dia}$$

5- Cálculo da eficiência de utilização da  $M_g$  para produção

Aplicando:

$$E_g = M_g \times K_g$$

$$K_g = 2,58 / 4,88 = 0,528$$