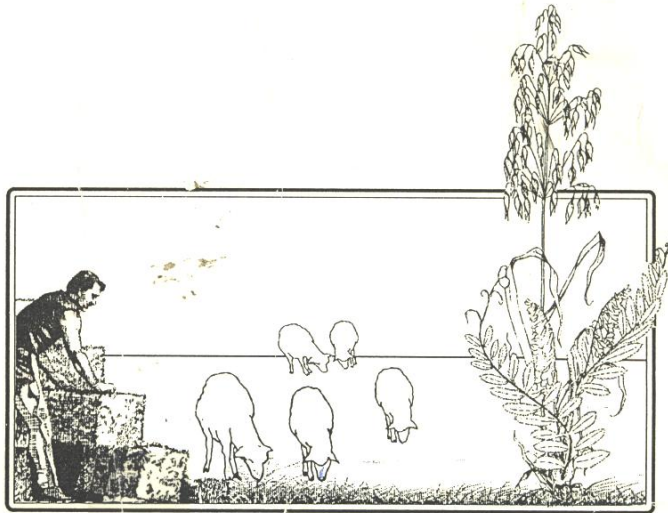


O valor nutritivo e ingestão dos fenos de aveia x ervilhaca e aveia suplementados e tratados com ureia como fonte de amoníaco

Luis Pedro Mota Pinto de Andrade



LISBOA, 1989

O valor nutritivo e ingestão dos fenos de aveia x ervilhaca e aveia suplementados e tratados com ureia como fonte de amoníaco

Luis Pedro Mota Pinto de Andrade

Este trabalho foi expressamente elaborado como tese original para efeitos de obtenção do grau de Mestre em Produção Animal, sendo apresentado na Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa.

Toda a orientação e colaboração recebidas são mencionadas.

Tese realizada na Escola Superior Agrária de
Castelo Branco sob orientação do Professor
Doutor Armando Mascarenhas Ferreira.

AGRADECIMENTOS

Desejamos expressar o nosso sincero agradecimento

- À Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB), na pessoa do professor coordenador Vergílio António Pinto de Andrade, pelos meios postos a nossa disposição que permitiram a realização deste trabalho;

- Ao professor doutor Armando Mascarenhas Ferreira, na qualidade de nosso orientador científico pela disponibilidade sempre demonstrada para nos apoiar, pelos conhecimentos científicos transmitidos, pela leitura e crítica do manuscrito e pelas facilidades concedidas para utilizar o Laboratório de Nutrição da UTAD;

- Ao professor doutor João Manuel Ramalho Ribeiro pelas sugestões e críticas formuladas, umas e outras valiosas para a realização do trabalho;

- Ao professor doutor Carlos Alberto Sequeira da UTAD e ao engenheiro agrónomo Vacas de Carvalho da Estação Zootécnica Nacional, pela indispensável e valiosa ajuda que nos concederam na análise estatística dos resultados;

- Aos técnicos auxiliares do Laboratório de Nutrição Animal da ESACB, Maria Candida Viegas, José Manuel Lourenço e Carlos Manuel Silveira pelo importante contributo que prestaram no trabalho laboratorial;

- Ao Paulo Martins pela ajuda dada na realização dos ensaios *in vivo* ;

- Aos técnicos dos Laboratórios de Nutrição Animal da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Estação Zootécnica Nacional, que nos facilitaram a realização de análises naqueles laboratórios;

- Ao engenheiro técnico agrário Rui Tomás Monteiro pela disponibilidade com que sempre nos acolheu, pelas sugestões dadas e pelo excelente trabalho gráfico efectuado;

- Ao compositor Manuel Salvado Santos pelo seu empenhamento na boa execução das montagens e maquetagens apresentadas;

- À técnica auxiliar Maria Helena Dias da Silva pela extraordinária boa vontade sempre revelada e grande competência com que executou o trabalho de dactilografia;

- Aos meus pais pela compreensão, apoio e estímulo com que sempre nos acompanharam;

- A todos os que, de um modo ou outro, nos ajudaram.

A todos o nosso Bem Hajam.

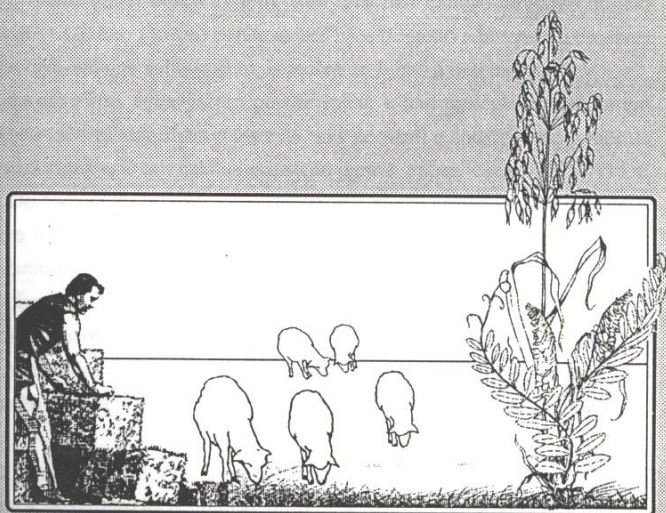
INDICE

1 - Introdução	2
2 - O valor produtivo das forragens	8
2.1 - Definição	8
2.2 - Digestibilidade	8
2.2.1 - Factores inerentes ao alimento	9
2.2.1.1 - Composição química	9
2.2.1.2 - Composição morfológica	13
2.2.2 - Factores inerentes ao animal	15
2.2.3 - Factores edafo-climáticos	16
2.3 - Ingestão	17
2.3.1 - Regulação	17
2.3.2 - Factores inerentes às forragens	20
2.3.2.1 - Forragens verdes	22
2.3.2.2 - Forragens secas	22
2.3.3 - Factores inerentes aos animais	23
2.4 - Digestão	24
Considerações gerais	24

3 - Valorização alimentar das forragens pobres	30
3.1 - Introdução	30
3.2 - Suplementação	30
3.2.1 - Suplementação Azotada	30
3.2.2 - Suplementação Mineral	33
3.3 - Tratamentos	34
3.3.1 - Tratamentos Físicos	34
3.3.2 - Tratamentos Biológicos	35
3.3.3 - Tratamentos Químicos	36
3.3.3.1 - Oxidantes e ácidos	36
3.3.3.2 - Alcalis	36
a) Hidróxido de sódio	38
b) Amoníaco	40
c) Ureia	44
4 - Material e métodos	48
Objectivos	48
4.1 - Caracterização	49
4.1.1 - Localização	49
4.1.2 - Técnica cultural e Amostragem	49
4.2 - Tratamento da forragem	50
4.3 - Períodos experimentais	51
4.4 - Dietas	53
4.5 - Animais e manejo	54
4.6 - Processamento das amostras	55
4.7 - Análises químicas	55
4.8 - Análise estatística	56

5 - Resultados e discussão	58
5.1 - Produções médias	58
5.2 - Composição química da forragem conservada	59
5.3 - Digestibilidade da fibra	65
5.4 - Digestibilidade da matéria orgânica	66
5.5 - Ingestão	68
5.6 - Balanço azotado	69
6 - Conclusões	73
7 - Bibliografia	76
8 - Anexos	88

Introdução



1. INTRODUÇÃO

É hoje indiscutível que a produção animal não pode andar desligada da produção forrageira e que o homem é o maior e último responsável pela eficácia dos sistemas de produção animal. Há, no entanto, factores limitativos que o homem não consegue controlar e que influenciam decisivamente o potencial produtivo de uma região e consequentemente, os custos de produção. Referimo-nos à temperatura, radiação solar (energia luminosa) humidade do solo - dependente da precipitação e da capacidade de retenção de água no solo - e ao solo.

Quanto à temperatura, o campo albicastrense caracteriza-se por dois períodos térmicos bem distintos: um de temperaturas elevadas, de Maio a Outubro, e outro de Novembro a Abril, com temperaturas baixas. A temperatura média anual do ar é de 15,6°C, registando-se a média mínima em Janeiro (4,7° C), e a média máxima em Julho (31,2° C)(S.M.N.,1984).

A insolação apresenta valores muito elevados, atingindo, o valor médio de 2.900 horas anuais(S.M.N.,1984).

A precipitação média anual é de 827 mm, com uma distribuição ao longo do ano tipicamente mediterrânica (Anexo 1): chuvas nos meses frios (Outono e Inverno) e escassez nos períodos mais quentes, em que sobressaiem os meses de Junho a Setembro.

Na verdade, «as primeiras águas» com que se inicia o ano agrícola aparecem em Setembro, apresentando valores significativos até ao mês de Abril e constituindo o mês de Maio (já quente e seco) como que um mês de transição para a época estival (PINTO DE ANDRADE, 1986). Do balanço hidrológico, conclui-se que há um armazenamento de água no solo de Novembro a Abril (inclusive), água essa que desaparece totalmente no longo período de Maio a Setembro.

O excesso de água no solo afecta o desenvolvimento das raízes já que, devido à diminuição do potencial redox que causa, as raízes têm dificuldade em produzir energia através do processo respiratório. Mesmo que sobrevivam através do recurso à fermentação - desde que a situação não seja prolongada - o seu crescimento é desfavoravelmente influenciado.

Nos meses de Maio e Junho verifica-se cedência de água pelo solo, enquanto que nos meses de Outubro a Novembro há restituição de água ao solo, pelo que constituem, num

e outro caso, meses de transição (PINTO DE ANDRADE, 1986).

Os solos, com as suas características físicas de reduzida profundidade, textura ligeira e declives pouco acentuados, conduzem a uma escassa retenção de água o que, aliado aos frequentes períodos secos, se traduz numa geral falta de humidade para as plantas. Quimicamente, os solos são na sua maioria ácidos, e essa acidéz, a ausência de carbonatos e o baixo nível de K e P, limitam consideravelmente o desenvolvimento do material vegetal.

Este conjunto de factores levanta algumas questões sobre o que fazer para melhorar e modificar o nosso sistema produtivo.

Para PARDO (1987), é preciso seleccionar e escolher as plantas que se deseja cultivar, determinar a sua forma de exploração e cultivo e assegurar o êxito na sua implantação, escolhendo a época de sementeira, fertilizantes a usar e a melhor técnica cultural.

O sistema de agricultura praticado no campo albicastrense assenta na rotação de sequeiro, alqueive revestido - cereal - pousio (Alq.revest - C - Pn-1; n=2). Esta prática pretende, na sua concepção, conservar a água no solo, limpar as infestantes e repor o nível de fertilidade do solo.

É, no entanto, possível obter os mesmos resultados através de técnicas modernas, nomeadamente rotações e afolhamentos mais adequados, já que o alqueive deixa o terreno exposto aos agentes atmosféricos, prejudicando a estrutura do solo em virtude da mineralização da matéria orgânica existente, e não permite a conservação de água no solo (SILVA DIAS, 1988).

A alteração da prática do alqueive está muito dependente da precipitação anual. Segundo um trabalho do FAO, citado por SILVA DIAS (1988), se a precipitação anual média é inferior a 300 mm é difícil modificar a rotação de culturas cerealíferas baseada na prática do alqueive, por não se terem identificado espécies de plantas, leguminosas ou outras, capazes de conduzirem a rendimentos regulares de forragem com essa precipitação.

Se a precipitação sobe até aos 450 mm, já é possível melhorar a rotação através da introdução de diversas leguminosas para forragem ou grão.

Como a precipitação na região de Castelo Branco ronda os 850 mm, pode eliminar-se o alqueive/pousio e substituí-los por sistemas culturais que conservem e melhorem o nível de fertilidade do solo.

ARNON (1972), citado por MOREIRA (1986), defende a introdução de leguminosas aproveitadas para forragem como feno ou silagem, e não a cultura de leguminosas para grão, que origina diminuição das produções do cereal.

VILLAX, 1963; MOREIRA

*

A fenação é o processo mais corrente do agricultor fazer face à sazonalidade típica da produção forrageira. Este facto é particularmente evidente nas regiões de clima mediterrânico, prevalente no sul e centro de Portugal, onde os agricultores só podem contar com 3 a 6 ou

7 meses de pastagens verdes por ano (ALMEIDA *et al.* 1987).

A obtenção de forragens conservadas com elevado valor nutritivo é fundamental para que, a custos competitivos, se possam conseguir aumentos das produções animais. A produção desses fenos obriga a que, para além de um bom valor nutritivo da erva no momento do corte, a sua secagem se processe com um mínimo de perdas.

A tecnologia frequentemente seguida na produção de fenos no nosso país exige períodos próximos de uma semana ininterrupta sem chuva. A ocorrência de chuvas durante a fenação acarreta perdas consideráveis de matéria seca, podendo atingir valores de 40% (MASCARENHAS, 1981). Por isso, e porque o agricultor procura uma boa produção por hectare, os cortes são muito tardios, o que origina um fraco valor nutritivo da generalidade dos fenos devido à quebra acentuada na digestibilidade da matéria orgânica e no teor em proteína (LINCE DE FARIA e AGUIAR PINTO, 1980).

*

Sempre que economicamente viável, é usual, na produção de forragens, cultivar em consociação plantas das famílias das gramíneas e leguminosas. Pretende-se aproveitar as melhores características de cada uma, para conseguir um bom equilíbrio.

Os preços das sementes e a actual tendência de corte único, levam a que se estabeleçam consociações simples com uma cultivar de cada uma das famílias.

Segundo MOREIRA (1980), a escolha das gramíneas justifica-se dado o seu alto potencial energético, a facilidade de cultivo e conservação, enquanto que as leguminosas são escolhidas graças ao seu elevado valor proteico e sua simbiose com estirpes de *Rhizobium* fixadoras de N, o que origina uma economia de adubos azotados e aumento da fertilidade do solo.

Dadas as condições do campo albicastrense, a escolha da aveia resulta de ter reconhecida capacidade na adaptação a solos menos férteis, bem como maior tolerância ao excesso de água e acidez do solo do que a cevada e o trigo (VILLAX, 1963).

Trabalhos de VILLAX (1961) e VASCONCELOS (1962), citados por MOREIRA (1986), apontam também a preferência pela aveia quando se trata do cultivo em consociação com leguminosas anuais trepadoras do tipo das ervilhacas.

Nas leguminosas, a ervilhaca é aquela que apresenta maior resistência ao frio, adaptando-se bem a solos de textura arenosa e ácidos, sendo no entanto sensível ao encharcamento (VILLAX, 1963; MOREIRA, 1980).

*

O feno de aveia x ervilhaca constitui uma das principais forragens conservadas na região sul do país, sendo o seu corte geralmente tardio e fundamentado pelo agricultor pela obtenção

de elevadas produções de matéria seca/ha (BENTO *et al.* 1987).

Contudo, estas elevadas produções só se conseguem em fases avançadas do desenvolvimento das plantas, sendo conhecido o efeito da maturação sobre o valor nutritivo da aveia (MASCARENHAS, 1987).

As produções unitárias de matéria seca nas consociações estão dependentes de fertilizações, das cultivares utilizadas (precocidade) e da época de corte (estado fenológico).

No que respeita a fertilizações, em solo de baixa fertilidade, há que realizar adubações azotadas quase semelhantes às da cultura de cereais forrageiros estremes, senão há um desequilíbrio em favor da leguminosa, levando a menores produções de matéria seca. Se o solo for fértil, há que reduzir as adubações pois, de outra forma, há um desequilíbrio favorável à gramínea (MOREIRA, 1980).

Relativamente à precocidade e produtividade, vários autores concluíram que as variedades, para corte único, (conservação) mais produtivas, eram as de ciclo mais tardio (MOREIRA, 1980; ROMANO e VINTE E UM, 1981; MOREIRA, 1982). ROMANO *et al.* (1981), obtiveram elevadas produções de matéria seca/ha com a cultivar tardia de aveia Boa Fé.

CRESPO (1978), citado por MOREIRA (1986), refere a obtenção de maiores produções com cereais forrageiros em corte único do que as obtidas com dois cortes, um de Inverno e outro de Primavera. Esta superioridade de produção de matéria seca quando esses cereais são aproveitados em corte único, em paralelo com a evolução da qualidade da forragem, conduz a que a maioria dos autores aponte o estado de grão leitoso ou pastoso, como o momento óptimo de aproveitamento dos cereais praganosos para feno (NICHOLSON, 1957; MOREIRA, 1982; TRINDADE, 1987; TRINDADE E MOREIRA, 1987; BENTO *et al.* 1987).

No entanto, as aveias sujeitas a corte único, no momento da maturação do grão - em que houve acréscimos diários elevados de matéria seca nas últimas 4 a 6 semanas de vegetação - vêem a sua digestibilidade diminuir até um certo momento já que, a partir daí, a crescente participação do grão vai impedir que a digestibilidade continue a diminuir (MOREIRA, 1982).

Nas consociações, em geral, a baixa contribuição da leguminosa para a produção total (<10% MS) conduz a que a data de corte deva ser determinada com base no estado de desenvolvimento da gramínea e não da leguminosa (MOREIRA, 1986).

PARDO (1987), em amostras efectuadas no campo, encontrou valores de proteína bruta (PB) de aveia x ervilhaca entre 8 e 15% e na aveia entre 5 a 7%. Parece, por isso, ser vantajosa a inclusão de uma leguminosa na consociação com a finalidade de que o feno fique, no mínimo, com um teor em proteína suficiente para suprir as necessidades de manutenção do animal.

*

Como já atrás se disse, a produção de feno de aveia (estreme) conduz à obtenção de

maiores produções de matéria seca/ha. No entanto, estas forragens são caracterizadas por baixas concentrações de energia metabolizável e proteína bruta, responsáveis pela fraca qualidade que apresentam. Torna-se, por isso, necessário corrigir essas deficiências nutricionais de modo a que as forragens possam dar um contributo válido à produção animal.

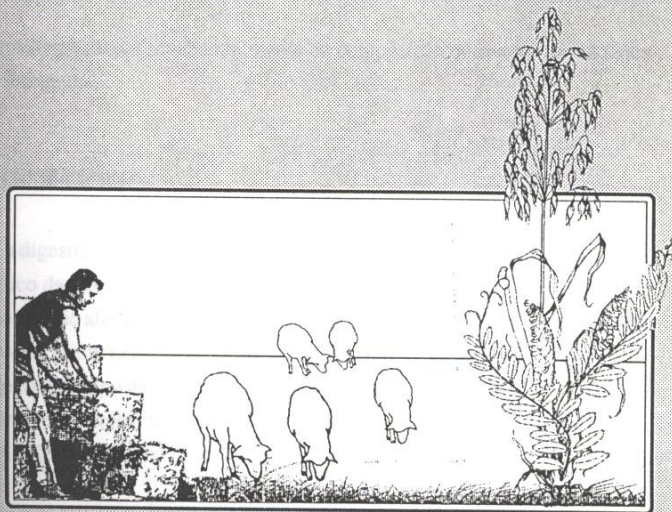
Estratégias de valorização alimentar passam pela suplementação e/ou tratamento com produtos e técnicas diversas, capazes de superar as deficiências nutritivas, aumentando a eficiência de utilização animal.

*

A exploração de pequenos ruminantes no Distrito de Castelo Branco ocupa papel de relevo na economia regional. Assim, os 160 000 ovinos existentes, representam o 4º lugar a nível nacional e os 86 000 caprinos dão ao Distrito o maior número de efectivos a nível nacional.

É, no entanto, possível aumentar os efectivos e melhorar os seus níveis produtivos. Independentemente dos aspectos sanitários e de manejo de que é necessário cuidar, a alimentação desempenha papel de relevo na modernização do sector. O incremento das pastagens e uma maior e melhor utilização de silagens e fenos devem estar, por isso, na primeira linha dos trabalhos de investigação e experimentação a efectuar na região.

O Valor produtivo das forragens



2

2. O VALOR PRODUTIVO DAS FORRAGENS

2.1-Definição

O valor produtivo de uma forragem representa a quantidade de produto animal que pode ser obtido com base nessa forragem, e é função não só da ingestão voluntária dessa forragem quando é fornecida *ad libitum*, mas também da sua digestibilidade e da eficiência da utilização metabólica dos nutrientes (MASCARENHAS FERREIRA, 1989). O valor nutritivo traduz o valor produtivo por unidade de ingestão e depende apenas da eficiência de utilização metabólica dos nutrientes e da sua digestibilidade.

Segundo ABREU (1984), o conhecimento do valor nutritivo de uma forragem e da quantidade ingerida é indispensável, não só para a formulação de regimes alimentares equilibrados, mas também para estimar a quota parte das necessidades nutritivas dos animais que podem satisfazer.

Estes parâmetros dependem fundamentalmente da composição química e forma física de apresentação da forragem.

2.2-Digestibilidade

Considera-se a digestibilidade da matéria orgânica como o melhor critério na apreciação do valor energético das forragens. A digestibilidade dos alimentos depende de factores diversos inerentes ao próprio alimento, aos animais e ainda às condições edafo-climáticas em que as culturas se desenvolvem. Estes factores justificam as diferenças, por vezes acentuadas, na digestibilidade do mesmo tipo de alimento.

Assim, em forragens verdes, foram encontrados valores que variam entre 55 e 85%, DEMARQUILLY (1970) e nas palhas, essa diferença pode situar-se entre 28 e 51% (DIAS DA SILVA, 1985).

2.2.1 - Factores inerentes ao alimento

2.2.1.1 - Composição química

A composição química duma forragem é factor determinante na digestibilidade e revela a disponibilidade e indisponibilidade dos nutrientes dessa forragem.

A impossibilidade de utilizar certos nutrientes pode ser causada pela própria estrutura orgânica e/ou por substâncias inibidoras a que podem estar associadas.

Como a composição química varia ao longo do ciclo vegetativo, interessa saber quais os componentes que mais influenciam essa digestibilidade e como variam durante o ciclo (Fig. 1).

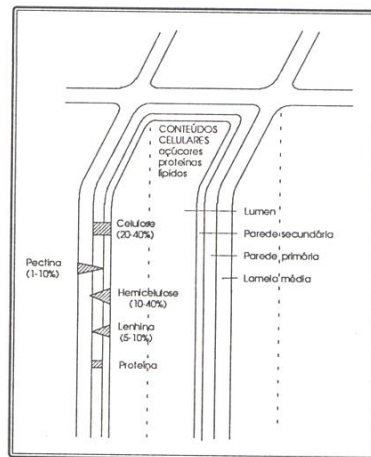


FIGURA 1 - Representação esquemática da estrutura das células das forragens mostrando as camadas componentes da parede celular (paredes primária e secundária) e a participação relativa dos seus constituintes principais (Adaptado de MAYNARD *et al.*, 1979).

Do ponto de vista nutricional, os constituintes das forragens podem agrupar-se em três grupos:

a) Constituintes do conteúdo celular (citoplasma):

Os lípidos, solúveis em éter, em que se incluem os galactolípídios (principalmente nas folhas), triglicéridos (nas sementes), ceras, pigmentos e alguns ácidos orgânicos, são totalmente utilizados pelos ruminantes (MASCARENHAS FERREIRA, 1989).

Os ácidos orgânicos (ácidos cítrico, isocítrico, málico, quínico e aconítico) encontram-se predominantemente na forma de sais (ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos), conferem

às plantas cerca de 60 a 80% do seu poder tampão e são uma fracção importante dos constituintes solúveis das forragens (VAN SOEST, 1982; MASCARENHAS FERREIRA, 1989).

Os glúcidos solúveis são totalmente digestíveis e disponíveis para os ruminantes. São de referir os hidratos de carbono não estruturais, que incluem os açúcares simples e seus conjugados, como as pentoses D-xilose e L-arabinose, monossacáridos importantes na constituição da hemicelulose e as hexoses D-glucose e D-frutose, constituintes básicos da celulose e dos hidratos de carbono de reserva (amido e frutanas) respectivamente, e ainda a D-galactose (VAN SOEST, 1982).

Os constituintes azotados da forragem provêm das proteínas (albuminas, globulinas, glutelinas e prolaminas) e do azoto não proteico (TAMINGA 1982). Parte destas proteínas provêm do metabolismo das folhas e caules, e outra parte provem das sementes - proteína de reserva - e varia com o tipo de semente. No caso dos cereais, as principais reservas proteicas das sementes são do tipo prolamina e glutelina, que por possuírem características hidrofóbicas e de insolubilidade, são responsáveis por baixas taxas de hidrólise no rúmen. As sementes das leguminosas contêm normalmente globulinas e albuminas de solubilidade potencial superior e consequentemente com taxas de hidrólise mais elevadas (MASCARENHAS FERREIRA, 1982).

b) Uma fracção das paredes celulares, que compreende os polissacáridos (celulose, hemiceluloses e substâncias pécicas) não protegidos da degradação microbiana, os quais apresentam valores de digestibilidade compreendidos entre 40 e 90% (DEMARQUILLY, 1970; GRENET e DEMARQUILLY, 1987).

A celulose é estruturalmente um polímero de D-glucose na configuração de cadeira, de elevado peso molecular, constituído, por unidades de celobiose (Fig. 2). A estrutura química da celulose apresenta um elevado grau de estabilidade molecular devido às ligações glicosídicas β - 1,4 que permitem uma disposição linear ordenada em camadas, o que favorece o estabelecimento de ligações hidrogénio entre as moléculas de glucose e entre cadeias tem que a celulose ocorra nos tecidos vegetais sob a forma de fibras ou microfibrilas compostas por microfibrilas constituídas por cadeias de celulose coesamente alinhadas ao longo de um eixo por fortes ligações de hidrogénio intra e intermoleculares (BAILEY, 1973; citado por SEQUEIRA, 1989).

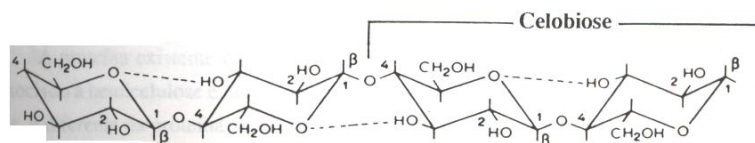


FIGURA 2 - Estrutura da celulose com a unidade de polimerização - celobiose. O tracejado representa ligações hidrogénio intramoleculares (MONTIES, 1980).

A regularidade de zonas com estrutura perfeitamente ordenada, confere à celulose propriedades cristalinas embora com zonas amorfas ou paracristalinas (MASCARENHAS FERREIRA, 1989).

As hemiceluloses englobam os polissacáridos não celulósicos da parede celular, que se depositam essencialmente, na parede secundária das células vegetais e que se infiltram ainda na parede primária e mesmo na lamela média (SEQUEIRA, 1989; DIAS DA SILVA, 1985). Incluem um grande grupo de hidratos de carbono heterogêneos como as xilanas, mananas, glucomananas, galactanas e arabanos, variáveis segundo a família botânica.

As gramíneas, comparativamente com as leguminosas, apresentam maior quantidade de hemicelulose e os polissacáridos dominantes são as xilanas, polímeros de unidades D-xilopiranosose em ligação glicosídica do tipo β -1,4 (DIAS DA SILVA, 1985).

Nas leguminosas, os polissacáridos da hemicelulose contêm pequenas quantidades de glucomananas (BAILEY *et al.* 1976, citado por SEQUEIRA, 1989).

As substâncias pécnicas encontram-se na lamela média das células vegetais. São um grupo de polissacáridos, de natureza amorfa, estreitamente associados às hemiceluloses e que funcionam como «cimento» intercelular (SEQUEIRA, 1989). Deste grupo fazem parte os ácidos pécnicos, os ácidos pectínicos e a protopectina.

O ácido pécnico é um polissacárido não ramificado, constituído por unidades de ácido D-galacturónico em ligação glicosídica do tipo α -1,4 (ácido poligalacturónico) na forma de δ -lactona em configuração de cadeia (MASCARENHAS FERREIRA, 1989).

Os ácidos pectínicos são ácidos pécnicos que apresentam alguns radicais carboxílicos livres metilados. A protopectina é uma fracção das substâncias pécnicas que por hidrólise suave origina ácidos pectínicos. Estes apresentam-se com muitos dos radicais livres carboxílicos esterificados ou neutralizados com cálcio ou magnésio com a designação de pectinas (THIBAUT, 1980; DIAS DA SILVA, 1985; MASCARENHAS FERREIRA, 1989).

O teor das pectinas nas leguminosas atinge 5 a 10% na matéria seca, enquanto que nas gramíneas das regiões temperadas e tropicais o seu teor não ultrapassa 2% da matéria seca (VAN SOEST, 1982). A pectina é totalmente disponível e digestível pelos ruminantes.

À proteína existente dá-se o nome de extensina. Este polímero é considerado como associado à hemicelulose e fazendo parte da parede primária embora em pequenas quantidades. É diferente da proteína citoplásmica por ser uma glicoproteína rica em hidroxiprolina e podendo os glúcidos arabinose e galactose constituir os principais açúcares da fracção glucídica nas cadeias laterais (SEQUEIRA, 1989; DIAS DA SILVA, 1985). Levanta-se a hipótese de desempenhar um papel relevante no controlo do desenvolvimento da parede celular (BAILEY, 1973, citado por SEQUEIRA, 1989).

segundo as espécies. Decresce lentamente até ao início (azevém inglês) ou final (azevém italiano, fléolo e festuca) do espigamento, e depois diminui rapidamente à medida que se verifica o rápido crescimento dos caules.

Pelo contrário, a digestibilidade das leguminosas vai diminuindo linearmente durante todo o ciclo (DEMARQUILLY e ANDRIEU, 1987).

A digestibilidade da matéria orgânica numa planta forrageira, ou dum órgão desta planta, depende essencialmente do teor e da digestibilidade dos constituintes parietais, pois é aqui que se encontram os elementos indigestíveis (Fig. 4).

Por isso a digestibilidade diminui ao mesmo tempo que o teor destes constituintes e o seu grau de lenhificação aumentam (DEMARQUILLY e ANDRIEU, 1987).

Isto significa que a digestibilidade dos caules é menor do que a das folhas, diferença essa que aumenta com a idade, principalmente durante o primeiro ciclo de vegetação. A composição química varia entre espécies e entre variedades dentro da mesma espécie e, embora essas variações sejam pequenas, vão traduzir-se em diferenças de digestibilidade. Variedades precoces são mais digestíveis do que as variedades tardias. No entanto, ABREU (1984), com duas variedades de *Vicia sativa* de precocidades bem distintas, não notou tais diferenças, e ANDRIEU e DEMARQUILLY (1987) verificaram que variedades tetraploides são, muitas vezes, mais digestíveis do que as variedades diploides.

É de notar que algumas forragens apresentam compostos inibidores ou tóxicos que afectam a digestibilidade. É o caso do elevado teor em taninos nas folhas de algumas forragens que, para além de reduzirem a ingestão voluntária pela sua adstringência, vão inibir enzimas proteolíticas, celulolíticas e hemicelulolíticas, o que acarreta uma diminuição da digestibilidade. Níveis de proteína inferiores a 9% na M.S. podem também funcionar como factor limitante da digestibilidade, já que originam uma diminuição da actividade microbiana (NORTON, 1981, citado por TENDINHA, 1988).

2.2.1.2 - Composição Morfológica

De acordo com JARRIGE *et al.* (1982), a composição morfológica numa planta forrageira é expressa pela relação existente entre:

- . nas gramíneas - os limbos/caules + bainhas
- . nas leguminosas - as folhas com o seu pecíolo/caules

As folhas e os limbos são mais digestíveis do que os caules por isso a digestibilidade da planta está estreitamente ligada à maior ou menor proporção de folhas ou de limbos (Fig. 5).

c) Fração indigestível

Uma fração das paredes celulares que se pode considerar como indigestível, chamada indigestível parietal, composta por lenhina, cutina e sílica.

A lenhina é definida, segundo MONTIES (1980), como um polímero tridimensional de estrutura fenilpropanóidica (C6-C3), proveniente da polimerização dos álcoois *p*-cumarílico, coniferílico e sinapílico (Fig. 3).

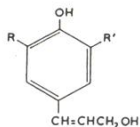


FIGURA 3 - Álcool 3-para-hidroxifenil-2-propílico e unidades derivadas, prováveis constituintes da lenhina:

R = R' = H, álcool cumarílico
R = H, R' = OCH₃, álcool coniferílico
R = R' = OCH₃, álcool sinapílico

Como a polimerização atrás referida é feita ao acaso, a lenhina aparece associada a outros componentes da planta, nomeadamente à celulose e à hemicelulose, designando-se esta fração por complexo lenhina-polissacáridos (SEQUEIRA, 1989). A lenhina incrusta as paredes celulósicas e com as suas ligações aos hidratos de carbono estruturais (celulose e hemicelulose) através de pontes de hidrogénio, torna aquelas inacessíveis à hidrólise enzimática microbiana (MASCARENHAS FERREIRA, 1982).

Daqui resulta que a lenhina é o principal factor responsável pela indisponibilidade biológica das paredes celulares e, proporcionalmente ao seu teor, pela diminuição da digestibilidade da matéria seca das forragens (MONTIES, 1980).

A sílica, fortalecendo e conferindo rigidez à parede celular, é utilizada como um elemento estrutural que complementa a lenhina. Embora nas leguminosas exista sílica em pequenas quantidades, acumula-se em algumas gramíneas, exercendo efeitos negativos na digestibilidade das forragens, que pode sofrer uma redução de 2 a 3 unidades por unidade de sílica (MASCARENHAS FERREIRA, 1989).

A cutina aparece associada aos hidratos de carbono estruturais, funcionando como uma «barreira» à digestão microbiana sendo por isso indigestível. É constituinte da membrana cuticular e formada por uma rede polimolecular de ácidos carboxílicos e hidrocarboxílicos, geralmente em C16 e C18, com ligações éter e éster e, com menor frequência, ligações peróxido (MASCARENHAS FERREIRA, 1989).

Dissemos já que se verificam variações na composição química das plantas durante o ciclo vegetativo. Nas gramíneas, a digestibilidade é máxima na fase inicial do ciclo, 80 a 85%

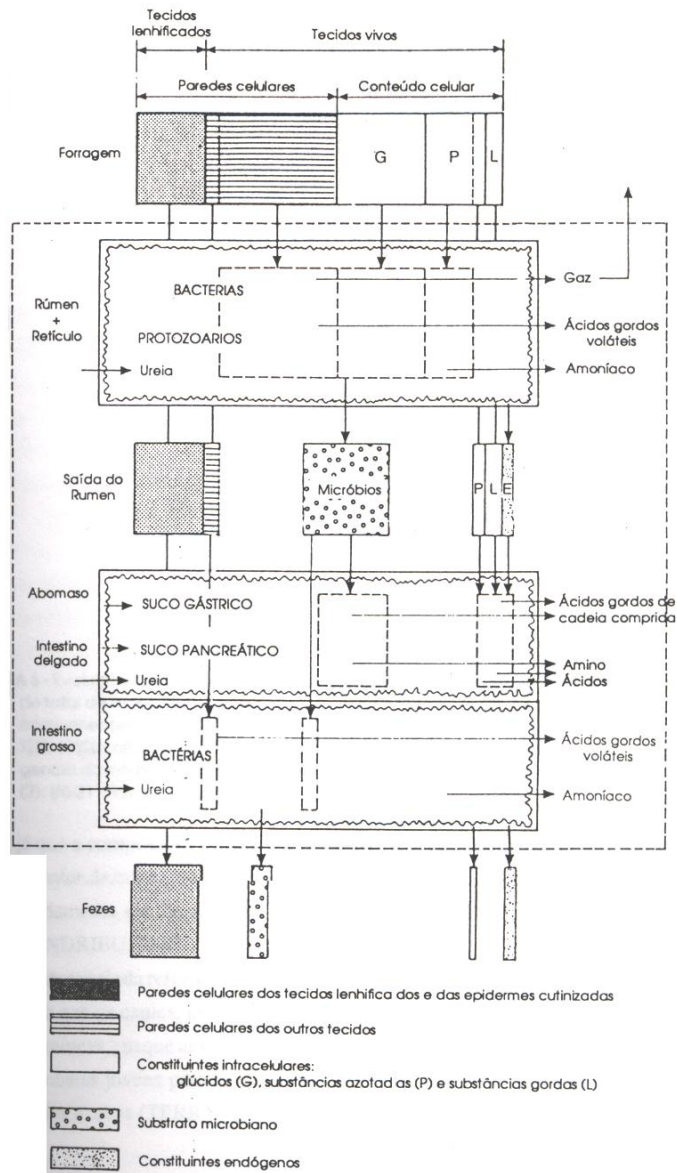


FIGURA 4 - Esquema da digestão de uma forragem de boa qualidade (digestibilidade da matéria orgânica de 70%) e da sua repartição entre os principais compartimentos digestivos (representados com o seu epitélio): Transformação dos principais constituintes; formação e transformação do substrato microbiano; produtos terminais (JARRIGE, 1988).

Esta maior digestibilidade das folhas e limbos é devida ao facto de serem mais ricos em constituintes citoplásmicos, nomeadamente em matérias azotadas, e mais pobres em paredes celulares do que os caules. À medida que a planta avança no estágio vegetativo esta diferença

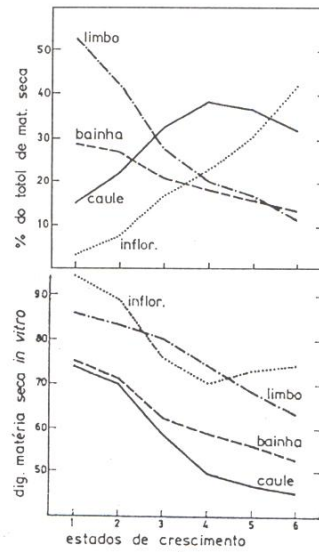


FIGURA 5 - Evolução dos diversos componentes morfológicos dos cereais forrageiros em % do total de matéria seca e evolução da digestibilidade da matéria seca *in vitro* dos componentes da planta em diferentes estados de crescimento (CHERNEY e MARTEN, 1982b; citados por MOREIRA, 1986). (1). Lígula da folha superior visível; (2) Emergência da inflorescência, primeiras aristas visíveis; (3) 7 dias após (2); (4) 14 dias após (2); (5) 21 dias após (2); (6) 28 dias após (2).

aumenta, já que a composição das folhas das leguminosas e, em grau menor dos limbos das gramíneas, evolue de maneira mais lenta do que nos caules. Nestes, o teor em paredes celulares aumenta rapidamente em detrimento do teor em constituintes citoplásmicos (DEMARQUILLY e ANDRIEU, 1988).

É importante ainda referir que se as folhas e os limbos são mais ricos em minerais, azoto e vitaminas do que os caules, já o mesmo não acontece para os glúcidos solúveis, principalmente nas gramíneas, em que as frutanas se acumulam na base dos caules (JARRIGE, 1981).

As gramíneas jovens podem mesmo apresentar valores de digestibilidade dos caules superiores à dos limbos (TERRY e TILEY, 1964, citados por ABREU, 1984).

2.2.2 - Factores inerentes aos animais

Apesar da digestibilidade depender fundamentalmente do alimento, constata-se que o mesmo alimento, quando é fornecido a espécies animais diferentes, é utilizado de modo

diverso.

Parece haver indicações de que os pequenos ruminantes estão pior adaptados à utilização de palhas de cereais e alimentos fibrosos em geral, do que os grandes ruminantes.

Os bovinos apresentam normalmente digestibilidades superiores sempre que os teores de matéria seca digestível sejam inferiores a 66%. Se a digestibilidade é de 40%, esse acréscimo pode atingir cerca de 4 unidades (VAN SOEST, 1982). A matéria orgânica da silagem de milho parece ser melhor digerida por vacas do que por ovinos, embora a diferença seja apenas de 1 a 2% (COTTYN *et al.* 1987, citado por TENDINHA, 1988).

Entre os pequenos ruminantes, é frequentemente afirmado que os caprinos revelam maior aptidão para digerir a fibra do que os ovinos (TISSERAND, 1987).

McDONALD *et al.* (1981) mostraram que a matéria orgânica de dietas altamente digestíveis é melhor utilizada pelos pequenos ruminantes e que a matéria orgânica de dietas de baixa qualidade é mais facilmente digerida pelos bovinos.

As variações de digestibilidade entre animais da mesma espécie são pequenas e, segundo CORBETT (1969) e ULLYAT (1973), citados por ABREU (1984), apresentam um coeficiente de variação de 1 a 2%. Os mesmos autores consideram suficientes 3-4 ovinos por modalidade nos ensaios de digestibilidade, atendendo às variações normalmente observadas.

A digestibilidade das forragens parece não variar com a idade dos animais. Exceptuam-se os animais velhos, em que o estado da dentição pode afectar a sua capacidade digestiva por dificuldade de mastigação (SCHNEIDER e FLATT, 1975 citados por ABREU, 1984).

2.2.3 - Factores edafo-climáticos

O valor nutritivo das forragens de origem tropical e temperada é diferente. A mesma forragem apresenta digestibilidades diferentes quando cultivada em latitudes diferentes, sendo as das zonas temperadas, geralmente mais digestíveis do que as das zonas tropicais. Essa diferença é mais acentuada nas gramíneas do que nas leguminosas (VAN SOEST, 1982).

Numerosos estudos sugerem que as condições climáticas prevalentes nestas regiões originam particularidades anatómicas que ocasionam mecanismos fisiológicos e bioquímicos diferentes, responsáveis por aquelas diferenças (MASCARENHAS FERREIRA, 1989). Os factores climáticos que mais afectam a composição da parede celular, e portanto originam modificações na digestibilidade, são a temperatura e a luz (GUESSOUS, 1987).

A elevação da temperatura origina um aumento dos constituintes da parede celular devido à conversão dos produtos fotossintéticos em material estrutural, e isto ocorre tanto nas gramíneas como nas leguminosas (VAN SOEST, 1982; GUESSOUS, 1987).

A intensidade da luz tem um efeito inverso ao da temperatura: quando a intensidade luminosa aumenta, há um estímulo da fotossíntese, aumentando os glúcidos solúveis. Esperar-

se-ia, por isso, um aumento da digestibilidade, mas em geral, a temperatura sobrepõe-se a este efeito (GUESSOUS, 1987).

No entanto, outros factores podem ocasionar modificações mais ou menos acentuadas no valor nutritivo das forragens. Em relação à humidade do solo uma carência hídrica severa, capaz de parar o crescimento e ocasionar mesmo morte de tecidos, afecta a digestibilidade das forragens. No entanto, VAN SOEST (1982) sugere que carências moderadas não têm efeito, podendo eventualmente até aumentar a digestibilidade.

As geadas afectam negativamente a digestibilidade, dependendo a sua acção do estágio de desenvolvimento no qual a planta se encontra. As chuvas, podem originar maiores ou menores lavagens, acarretando uma perda de constituintes solúveis (HART *et al.* 1969 citado por ABREU, 1984).

2.3 - Ingestão

2.3.1 - Regulação

O controlo do processo de ingestão é extremamente complexo e, embora comandado pelo sistema nervoso central, especialmente pelos centros de alimentação e de saciedade, situados no hipotálamo, sofre influência de factores diversos interligados e estreitamente dependentes, tal como se pode observar na figura 6.

Resumidamente, diremos que a ingestão terá que fornecer um balanço energético capaz de cobrir as perdas de energia provenientes das fezes e urinas, bem como as perdas de calor, as necessidades de manutenção, a eventual produção de leite e a função da reprodução e/ou trabalho.

Para VERA e VEGA (1986), o controlo de todo este sistema faz-se à custa de três factores:

1) Repleção do rúmen;

2) Alterações de temperatura devidas a:

- acção dinâmica específica dos alimentos e/ou aumento do calor desenvolvido horas depois de comer;
- aumento de temperatura à medida que aumenta o peso corporal;
- aumento da taxa metabólica ocasionada pelo aumento do nível nutricional;

3) Alterações na concentração de determinados metabolitos no sangue (A.G.V., lípidos, aminoácidos, minerais e vitaminas).

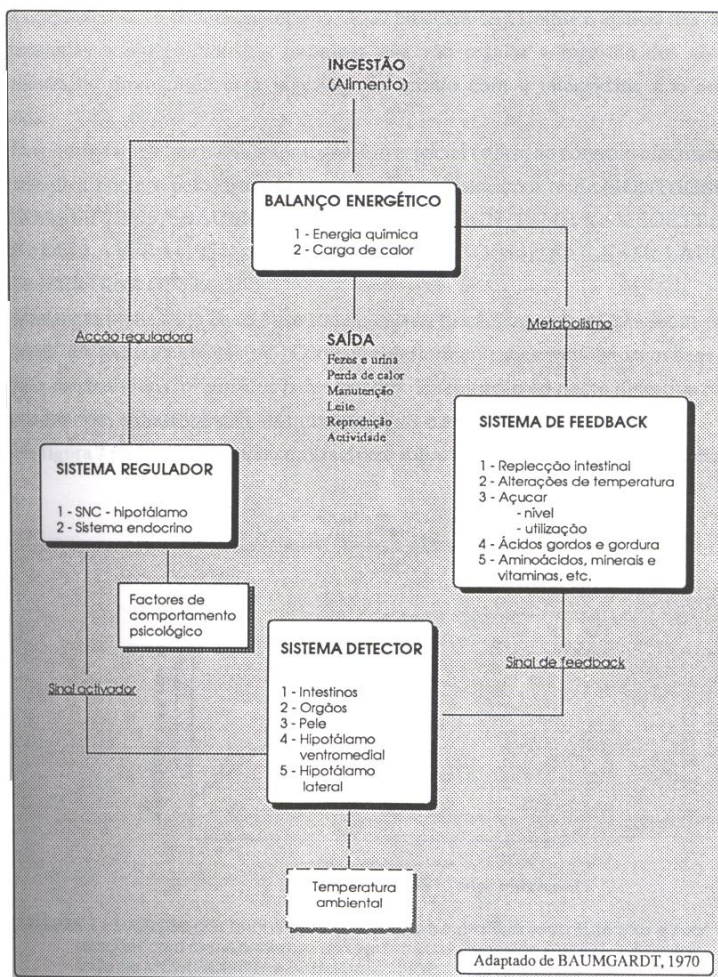


FIGURA 6 - Factores que intervêm na ingestão.

Todas estas alterações, juntamente com a temperatura do ambiente, vão actuar a nível do intestino, dos órgãos, da pele e áreas ventromedial e lateral do hipotálamo, que funcionam como detectores de informações. Estas são imediatamente transmitidas ao sistema nervoso central - hipotálamo - e sistema endócrino. Aqui processa-se a síntese e análise das informações recebidas e são emitidos os impulsos que vão regular a ingestão dos alimentos, aumentando ou diminuindo essa ingestão, de acordo com a intensidade dos estímulos recebidos.

Dos vários trabalhos publicados e que dão especial ênfase ao controlo efectuado sobre a ingestão de alimentos pelo sistema nervoso central, destacamos os de MONTGOMERY e BAUMGARDT (1965); BAUMGARDT (1970); CHURCH (1974); VAN SOEST (1982); BAILE e DELLA FERA (1981); DELLA FERA e BAILE (1984); BAILE e Mc LAUGHLIN (1987) e MERTENS (1987).

Mudanças no balanço energético, ou no estado fisiológico animal, originam sinais de "feed-back" dirigidos ao hipotálamo. Como já anteriormente dissemos, existem duas classes principais de sinais: uns, originados pelos estados de repleção do tracto digestivo e outros, relacionados com o metabolismo, os quimiostáticos e termostáticos;

Na figura 7 podemos observar como actuam sobre a ingestão e como estão relacionados.

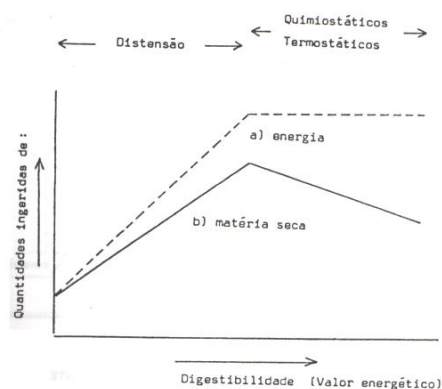


FIGURA 7 - Evolução das quantidades de energia e matéria seca ingeridas e suas relações com os mecanismos de regulação da ingestão (ABREU, 1984 adaptado de MONTGOMERY e BAUMGART, 1985).

A quantidade de alimento ingerido vai aumentando à medida que aumenta o valor nutritivo, provocando uma crescente distensão do rúmen, principalmente se usarmos forragens com digestibilidade inferior a 70% (ABREU, 1984). A partir de certo momento, apesar de continuar a aumentar o valor nutritivo do alimento, a quantidade ingerida começa a diminuir para manter constante o nível total de energia absorvida. Os factores que entram então em acção são os termostáticos e os quimiostáticos.

Os trabalhos de MONTGOMERY E BAUMGARDT (1965), BAUMGARDT (1970), BAILE e PFANDER (1967), CHURCH (1972), VAN SOEST (1982), indicam que a regulação da ingestão a longo termo depende da dieta e das características do animal. Quando são fornecidas dietas com elevada concentração de fibra e baixa energia, a ingestão é limitada pela capacidade física do animal, e depende fundamentalmente das características da dieta. Quando são fornecidas dietas com baixa concentração em fibra e altamente energéticas, a ingestão é controlada pelas necessidades energéticas do animal e torna-se função principal a característica do animal.

Recentemente, ao estudar os mecanismos da regulação da ingestão, MERTENS (1987) acrescentou aos conhecidos mecanismos físico e fisiológico, um terceiro: o mecanismo psicogénico. Este mecanismo dá especial ênfase ao comportamento animal e à resposta a estímulos de ingestão metabólica que nada tem a ver com a capacidade física ou as necessidades energéticas dos ruminantes. De acordo com este autor podem ver-se, na figura 8 os factores que intervêm na ingestão.

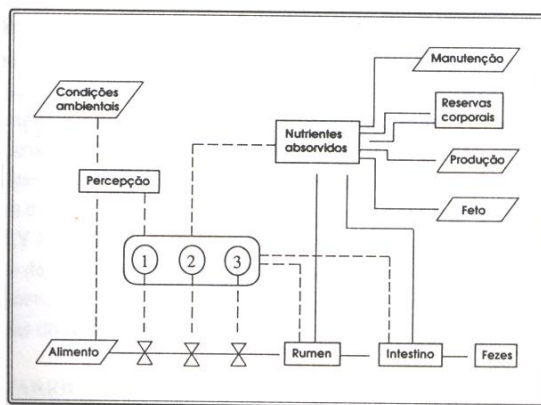


FIGURA 8 - Diagrama conceptual da regulação da ingestão baseado nas teorias:

- 1 - psicogénicas, 2 - fisiológica, 3 - física.
- - fluxo de nutrientes
- - - - - fluxo de estímulos com informações
- ∇ - pontos de regulação do fluxo de nutrientes

(Mertens, 1987).

2.3.2 - Factores inerentes às forragens

A quantidade de forragem que um ruminante pode ingerir (expressa em peso de matéria

seca por 100 Kg de peso vivo ou por Kg de peso metabólico Kg^{0,75}) quando a forragem lhe é distribuída à vontade depende:

- Da capacidade de ingestão do animal, variável segundo a idade, o sexo, o peso e o estado fisiológico deste;
- Da ingestão voluntária da forragem, variável segundo as características físicas e bioquímicas desta última (DEMARQUILLY *et al.* 1981).

Digestibilidade e ingestão estão muitas vezes correlacionadas negativamente, principalmente em dietas de alta qualidade, uma vez que os animais necessitam de comer menos alimento de alta digestibilidade para cobrirem as suas necessidades energéticas. Estão correlacionadas positivamente no caso de dietas de baixa qualidade, pois a densidade energética da dieta é factor limitante e o animal é incapaz de consumir a quantidade de alimento que lhe forneça a energia necessária (VAN SOEST, 1987).

Parece haver certos factores, difíceis de avaliar, que modificam a ingestão mas não a digestibilidade. Alguns autores defendem que o teor da humidade das forragens pode funcionar como factor limitante das quantidades ingeridas, pelo efeito de repleção que exerce sobre o rúmen, quando ultrapassa determinados limites. Para WILSON (1978), citado por CAMPLING e LEAN (1983), o nível crítico de matéria seca abaixo do qual a ingestão voluntária é limitada situa-se entre 12,5 e 14,5%, enquanto DEMARQUILLY *et al.* (1981), defendem valores mais elevados (27-28%).

Também algumas alterações das características físico-químicas das plantas, a existência de pêlos, picos, aristas (no final do ciclo da cevada) ABREU (1984), ou ainda a presença de certos constituintes (alcalóides e taninos) que alteram o sabor e o cheiro - actuam sobre os órgãos sensitivos do animal originando uma diminuição da ingestão (JARRIGE *et al.* 1974; DEMARQUILLY *et al.* 1981; GRENET e DEMARQUILLY, 1987).

A ingestão de forragens é ainda determinada pela quantidade de partículas alimentares existentes no rúmen, pela velocidade de degradação dessas partículas e pela velocidade com que são evacuadas do rúmen - taxa de passagem - (DEMARQUILLY *et al.* 1981; DIXON, 1987).

Segundo JARRIGE *et al.* (1974), a ingestão de uma ovelha padrão varia entre os seguintes valores (Quadro 1).

Quadro 1 - Valores de ingestão de uma ovelha «padrão»

ALIMENTO	g.M.S./Kg ^{0,75}
Forragem verde	40 - 100
Fenos	30 - 85
Forragem desidratada	60 - 110
Silagem	20 - 75

Fontes: (JARRIGE *et al.* 1974; DEMARQUILLY *et al.* 1981)

2.3.2.1 - Forragens Verdes

A ingestão das diferentes espécies forrageiras diminui constantemente durante o primeiro ciclo de crescimento. Verifica-se nesta fase uma diminuição, da proporção de folhas, de azoto e de constituintes solúveis, e um aumento progressivo da proporção de caules e de constituintes da parede celular (JARRIGE *et al.* 1974).

Segundo DEMARQUILLY (1978), citado por ABREU (1984), as quantidades ingeridas diminuem, em média, por cada unidade percentual de digestibilidade, cerca de 0,85 g/Kg^{0,75} nas leguminosas e de 1,6 g/Kg^{0,75} nas gramíneas, embora se tenham encontrado diferenças entre espécies da mesma família.

De qualquer modo, parece existirem diferenças na ingestão entre plantas de digestibilidade comparáveis; a ingestão das leguminosas é superior à das gramíneas, aumentando esta diferença à medida que a digestibilidade diminui (DEMARQUILLY *et al.* 1981; VAN SOEST, 1982).

Segundo RAYMOND (1969), isto poderá estar mais relacionado com o menor teor de constituintes da parede celular das leguminosas do que com o seu maior poder tampão, que oferece melhores condições ambientais para as bactérias celulolíticas.

As diferenças de ingestão entre espécies que apresentam o mesmo teor em matérias azotadas ou o mesmo teor em celulose bruta são menores do que as observadas em plantas com a mesma idade e com a mesma digestibilidade (DEMARQUILLY *et al.* 1981).

Poder-se-à, então, inferir que há melhores correlações com o teor da forragem em azoto do que com a própria digestibilidade. No entanto, a fertilização azotada das forragens verdes afecta pouco ou nada a ingestão (JARRIGE, 1974).

2.3.2.2 - Forragens Secas

A ingestão dos fenos depende da forragem em si e portanto do estado fenológico da planta no momento do corte. Para JARRIGE *et al.* (1974) e DEMARQUILLY *et al.* (1981), os valores da ingestão dos fenos são inferiores em 18,5% aos da planta verde, o que poderá ser atribuído a:

- 1 - Modificações na composição química, que se traduzem em perdas durante a secagem e a recolha. Como após a fenação a planta continua a respirar, pois o seu teor de M.S. mantém-se inferior a 65%, ela vai «queimar» os constituintes solúveis (açúcares) ocasionando uma maior concentração dos

constituintes parietais (JARRIGE, 1962; DEMARQUILLY *et al.* 1981; TISSERAND, 1987).

- 2 - Passagens das máquinas durante as operações de fenação, fraccionamento e enfardamento, ocasionam uma perda, para o solo, de uma porção variável de folhas (mais acentuado no caso de leguminosas) que são mais ricas em minerais, em azoto e mais digestíveis do que os caules, originando ainda uma diminuição da apetência (DEMARQUILLY, 1970 e JARRIGE, 1981).
- 3 - Acção directa da chuva sobre a forragem, por arrastamento dos constituintes solúveis (açúcares, certos minerais e constituintes azotados) e acção indirecta, retardando a morte das plantas e contribuindo para acentuar as perdas por respiração. A chuva, modifica ainda os teores em vitaminas da forragem (perdas de caroteno, ganho em vit. D (BUTTLER e BAILEY, 1973).

2.3.3 - Factores inerentes ao animal

Estudos efectuados por ALRAHMOUN (s/d), citado por TISSERAND (1987) mostram que, para que os níveis de ingestão, expressos em função do peso metabólico, dos alimentos fibrosos nos pequenos ruminantes sejam comparáveis aos dos grandes ruminantes, terão de apresentar taxas de passagem de fibra superiores. Experiências realizadas pelo mesmo autor, demonstraram que os valores de ingestão dos ovinos são bastante inferiores aos dos registados para bovinos. Dentro dos pequenos ruminantes, os caprinos ingerem, em média, mais 20% de palhas do que os ovinos, revelando ainda acréscimos de 10% na actividade celulolítica da população microbiana (TISSERAND, 1987).

ABREU (1984) defende que os animais magros, ingerem maior quantidade de alimento do que quando dispõem de elevadas reservas lipídicas. A potencial capacidade de ingestão de animais com reservas lipídicas é limitada pela existência de depósitos de gordura no abdómen que poderão impedir a normal distensão do rúmen (BINES, 1976, citado por TENDINHA, 1988).

2.4 - Digestão

Considerações gerais

O processo de digestão nos ruminantes está dependente de factores interrelacionados uns com os outros: a entrada de alimentos para o retículo rúmen, o fluido salivar, a população microbiana do rúmen que actua sobre os alimentos ingeridos e a saída do fluido - composto por microorganismos e alimentos não degradados - para os compartimentos posteriores.

De acordo com VAZ PORTUGAL (1978) e DELAGE (1976/77) este processo caracteriza-se: pela digestão da celulose e compostos afins, utilizando e valorizando os produtos desta digestão; pela síntese da proteína a partir de formas de azoto não proteico nem amínico; pela síntese de vitaminas e pela destruição de proteínas.

Em todas estas acções a população microbiana desempenha papel fundamental, já que permite a utilização dos alimentos ingeridos e a produção de produtos indispensáveis ao metabolismo dos ruminantes.

O número e a composição dessa população microbiana estão dependentes de vários factores de que destacamos: as condições climáticas e de fertilidade do solo, o tipo de comportamento, o estado fisiológico, as espécies de plantas e as características físicas e químicas da dieta consumida

As fermentações que ocorrem no retículo rúmen são um meio eficaz de iniciar o processo degradativo dos alimentos. Segundo RUSSEL e HESPEL (1981), as principais espécies de bactérias, tendo em conta os substratos por elas degradados e os produtos finais obtidos, são os seguintes (Quadro 2):

QUADRO 2 - Espécies bacterianas do rúmen com capacidade degradativa dos polissacáridos da parede celular (Adaptado de RUSSELL e HESPELL, 1981).

Espécie	Dieta	Funcionalidade ^a	Produtos finais ^b
<i>Bacteroides succinogenes</i>	Várias	C, A	A, S, F, - CO ₂
<i>Ruminococcus albus</i>	Várias	C, X	A, F, E, H, CO ₂
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	Várias	C, X	A, S, F, H, - CO ₂
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	Várias	C, X, Pr	A, B, L, F, E, H, CO ₂
<i>Clostridium lockheadii</i>	Feno	C, Pr	A, B, F, E, H, CO ₂
<i>Bacteroides amylophilus</i>	Concentrados	A, P, Pr	A, S, F, - CO ₂
<i>Bacteroides ruminicola</i>	Várias	A, X, P, Pr	A, P, S, F, - CO ₂
<i>Lachnospira multiparus</i>	Pastagens de Leguminosas	P, Pr, A	A, L, F, E, H, CO ₂

^a C = celulolítica, A = amilolítica, X = xilanolítica, Pr = proteolítica, P = pectinolítica

^b A = acetato, S = succinato, F = formiato, E = etanol (formado *in vitro*), H = hidrogénio, B = butirato, L = lactato

P = propionato, CO₂ = produção de dióxido de carbono, - CO₂ = consumo de dióxido de carbono

Como resultado das fermentações no rúmen, vão obter-se, como produtos finais da digestão, ácidos gordos de cadeia curta (acético, propiónico e butírico), provenientes do metabolismo bacteriano e que são as principais fontes de energia dos ruminantes, ácidos gordos de cadeia ramificada, amoníaco, metano e dióxido de carbono (Fig. 9).

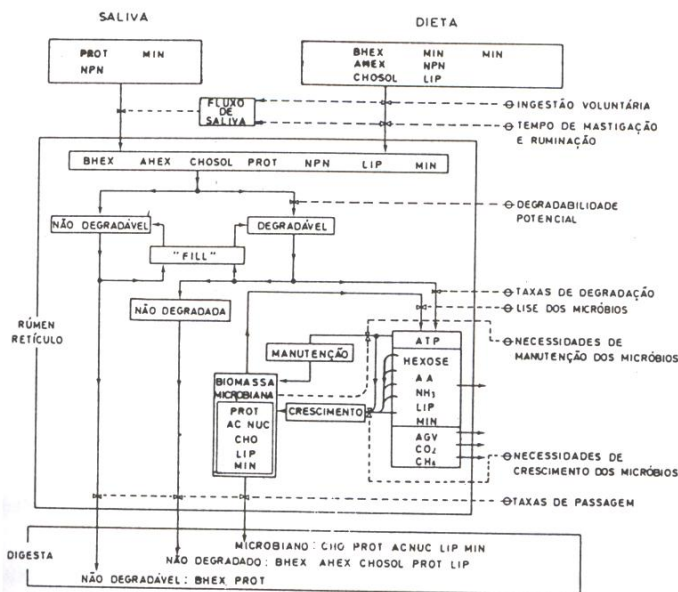


FIGURA 9 - Diagrama exemplificativo das transformações dos alimentos no rúmen (adaptado de BLACK *et al.*, 1981; citado por DIAS DA SILVA, 1985).
 BHEX, AHEX e CHOSOL = polissacáridos estruturais, de reserva e solúveis, respectivamente PROT = Proteína; NPN = Azoto não proteico; LPD = Lípidos; MIN = Minerais; AA = Aminoácidos; AC NUC = Ácidos nucleicos; AGV = Ácidos gordos voláteis; 'FILL' = Vol. ocupado pela fracção NÃO DEGRADÁVEL e pela fracção potencialmente degradável que escapa à degradação microbiana (fracção NÃO DEGRADADA).

Digestão da fibra

Os glúcidos estruturais das plantas, os polímeros de glucose, de xilose e outros açúcares unidos entre si por ligações glicosídicas do tipo β -1,4 (celulose e hemicelulose), constituem uma fonte de energia potencial mas que apenas pode ser utilizada indirectamente por acção das hidrolases microbianas.

A digestão da fibra é efectuada por uma sucessão de populações bacterianas. As espécies celolíticas iniciam a hidrólise das estruturas celulósicas, originando estruturas *oligo*-celulósicas e causando a despolimerização das hemiceluloses, condição necessária

para a posterior utilização por espécies hemicelulolíticas que parecem ter menor poder degradativo (DEHORITY, 1973, citado por SEQUEIRA, 1988) (Fig. 10).

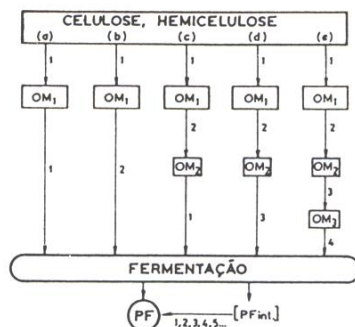


FIGURA 10 - Representação esquemática de possibilidades de cooperação entre microorganismos na degradação e posterior fermentação dos glúcidos estruturais.

OM₁, OM₂, OM₃: produtos de degradação (oligómeros) dos substratos sendo OM₃ de complexidade menor que OM₂, etc. PFint.: produtos primários da fermentação (lactato, succinato, formiato, hidrogénio) que são depois convertidos em larga escala em produtos finais (acetato, propionato, butirato, CO₂, CH₄). PF: pool dos produtos finais da fermentação (PRINS, 1976; citado por DIAS DA SILVA, 1985).

Locais de digestão da fibra

MOIR (1972) observou que 80 a 95% da celulose e 70 a 85% da hemicelulose digestíveis são digeridas no rúmen. Quando a comparação é feita entre os locais de digestão da celulose e da hemicelulose, verifica-se que a proporção da hemicelulose digerida no intestino grosso é quase sempre superior à da celulose. VAN SOEST (1982), na explicação da maior resistência das hemiceluloses à digestão no rúmen, formulou a hipótese de que as xilanas só poderão ser atacadas após remoção prévia das cadeias laterais, já que estas são mais sensíveis à acção do suco gástrico.

Digestão das proteínas

A utilização digestiva dos constituintes proteicos e não proteicos passa pela incorporação de N nos microorganismos do rúmen.

No que respeita às proteínas, sobre elas actuam as bactérias proteolíticas do rúmen que hidrolisam as proteínas dos alimentos originando aminoácidos e péptidos, que algumas bactérias podem usar como fonte de azoto, embora a maioria das bactérias necessite amoníaco ou amoníaco mais aminoácidos. Este amoníaco resulta da desaminação dos aminoácidos provocada por certas bactérias (HOBSON, 1976).

A proteína resultante das bactérias e protozoários mortos é degradada por enzimas proteolíticas até à obtenção de aminoácidos. Estes aminoácidos, por sua vez, são rapidamente transformados em dióxido de carbono, pequena quantidade de ácidos gordos de cadeia curta e amoníaco, a partir do qual os microorganismos sintetizam a sua própria proteína. Só uma pequena parte destes aminoácidos, especialmente os sulfurados, é incorporada directamente na célula bacteriana (VAZ PORTUGAL, 1969; CHALUPA, 1978; VAN ES, 1978).

Há, assim, uma desaminação seguida de uma síntese para formar os aminoácidos e bases nucleotídicas necessárias à formação da proteína bacteriana. Todo o metabolismo proteico ao nível do rúmen gravita em torno do amoníaco aí libertado, que pode provir quer da fracção azotada não proteica dos alimentos (amidas, amins, aminoácidos livres, pequenos péptidos e nucleótidos), quer da função azotada proteica, sob a acção das proteases bacterianas, quer ainda, duma fonte de NPN de origem industrial: ureia ou amoníaco (JOURNET, 1981) (Fig. 11).

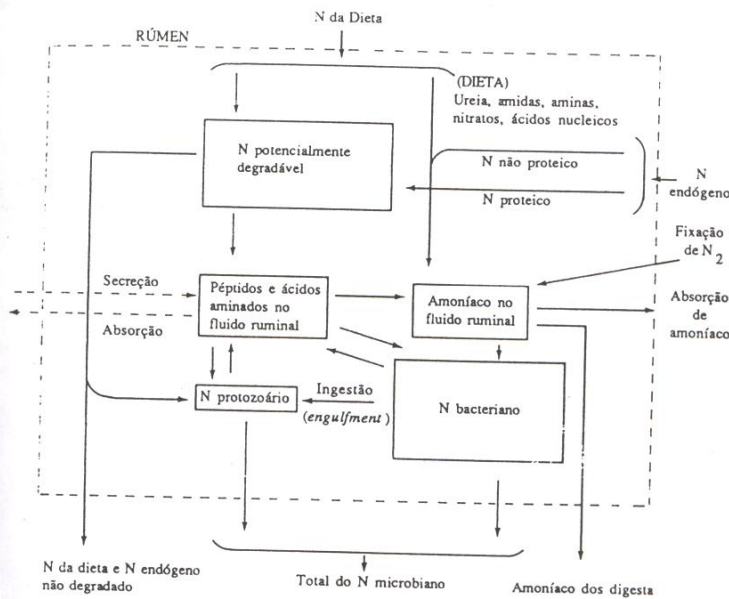


FIGURA 11 - Modelo do metabolismo do azoto no rúmen (adaptado de NOLAN e LENG, 1983; citado por SEQUEIRA, 1988).

É usual considerar que a eficiência máxima na síntese de proteína microbiana depende do fornecimento adequado de azoto. «Carências deste elemento originam fermentações desacopladas - processos fermentativos sem produção de ATP - e um excesso de azoto, embora parecendo não afectar o crescimento bacteriano, origina perdas azotadas porque a energia pode tornar-se factor limitante» (SEQUEIRA, 1988).

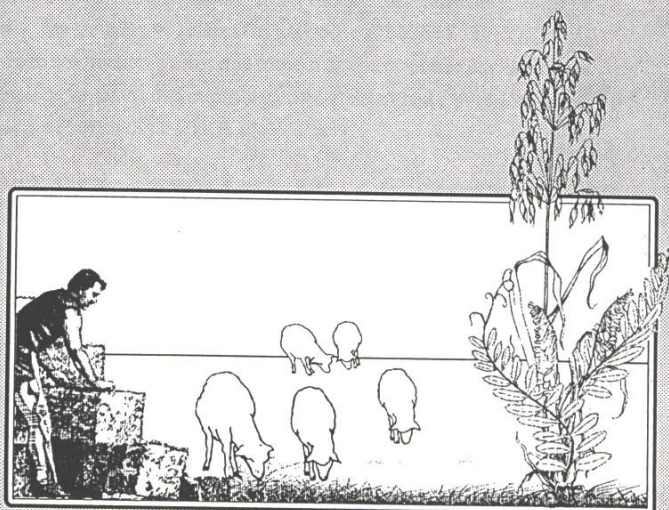
A fermentação dos hidratos de carbono não estruturais e das proteínas origina perdas de energia e nutrientes. No entanto, esta dificuldade metabólica é compensada pela conversão dos hidratos de carbono não estruturais em ácidos gordos voláteis, utilizados como fonte de energia, pela conversão do azoto não proteico em proteína microbiana e pelo eficiente processo de neoglucogénese.

A digestão por enzimas de origem animal vai ter lugar no abomaso e no intestino delgado. No abomaso, por acção da pepsina, há a hidrólise parcial das proteínas a peptídeos. No intestino delgado, são as enzimas do suco pancreático e entérico que permitem obter do quimo, ácidos aminados, monómeros glucídicos, ácidos gordos e glicerol. Finalmente e de novo por acção microbiana, a matéria alimentar resistente ou que escapou à fermentação no rúmen e hidrólise enzimática anterior, podem ser digeridas no ceco e cólon proximal.

Segundo SEQUEIRA (1988) a importância desta última fermentação bacteriana parece advir, essencialmente, da produção de ácidos gordos voláteis e da capacidade do ceco os absorver por difusão.

Valorização
alimentar das
forragens pobres

3



3 - Valorização alimentar das forragens pobres

3.1 - Introdução

O manejo tradicional extensivo dos ruminantes é baseado em períodos durante os quais as palhas e os fenos tardios providenciam quase 80% da energia de que necessitam.

O valor produtivo destes alimentos é fraco, já que chegam a conter 80% de paredes celulares, com elevado grau de lenhificação e, conseqüentemente, de difícil digestão.

No entanto, a sua abundância no mundo, em especial nos países da zona mediterrânica, com relevo para as palhas e os fenos tardios, aliado à sua possível utilização pelos ruminantes, justificam os inúmeros estudos efectuados para se poder melhorar o seu valor alimentar.

Essa valorização processa-se de dois modos:

- 1 - Através de uma correcta suplementação azotada e mineral que vá favorecer a actividade microbiana no rúmen e aumente assim a digestão das paredes vegetais (CHENOST e DULPHY, 1987);
- 2 - Através de tratamentos vários que tornem os constituintes parietais mais acessíveis às enzimas dos microorganismos do rúmen e permitam a sua degradação (CHENOST e DULPHY, 1987).

3.2 - Suplementação

3.2.1 - Suplementação azotada

«Pode-se afirmar que o futuro da utilização digestiva das fontes nitrogenadas no rúmen está directamente ligada com a actividade microbiana da sua população e se traduz por uma variável produção de azoto amoniacal, cuja valorização depende em grande parte do equilibrio dos diferentes componentes da dieta».

VAZ PORTUGAL, 1969

A composição química da maior parte dos fenos produzidos no nosso país, aliada a ingestões irregulares e espaçadas, leva a que haja flutuações no desenvolvimento da população microbiana. No período que antecede as refeições, a população microbiana é pouco abundante, pois os nutrientes do conteúdo já estão esgotados e a colonização das partículas vegetais é lenta se não se fornecer um suplemento azotado e/ou energético que consiga corrigir essas deficiências.

Com o intuito de aumentar a ingestão e o teor em azoto dessas forragens, recorre-se à suplementação com fontes de proteína convencionais, mas caras, ou, mais frequentemente, a fontes de azoto não proteico (NPN), de que a ureia é a mais vulgar.

As quantidades de ureia que podem ser fornecidas sem problemas, aos animais alimentados com fenos tardios, são limitadas, já que o substrato glucídico desses fenos origina uma fermentação da fibra muito lenta, sendo este o factor decisivo no controlo do fornecimento de energia, (KAUFMANN e LUPPING, 1982) já que a hidrólise da ureia no rúmen é extremamente rápida (LALL *et al.* 1983).

Esta rápida hidrólise ruminal da ureia em amoníaco pode originar elevadas concentrações com a consequente toxicidade. Este facto limita a utilização da ureia como fonte de NPN para a síntese microbiana (OWENS *et al.* 1980).

Para obviar esta situação, a ureia usa-se frequentemente associada a alimentos ricos em constituintes glucídicos (polpa de beterraba, erva ou silagem de boa qualidade, milho, arroz), mas numa quantidade nunca superior a 30% MS da dieta total, de maneira a que a actividade celulolítica se mantenha óptima (CHENOST, 1987). Usa-se ainda associada ao melaço, em misturas líquidas, fornecendo este a energia adicional (SHARMA *et al.* 1973, citados por MIRA, 1981).

Uma fracção do azoto amoniacal em excesso no rúmen pode ser absorvido através do epitélio do rúmen e depois transformado em ureia no fígado.

Parte desta ureia regressa ao rúmen pela saliva, ou através do epitélio do rúmen e outra parte perde-se por excreção urinária (DIAS DA SILVA, 1985).

Se não houver uma contínua produção de amoníaco, como acontecerá no caso de ingestões irregulares ou pouco frequentes de NPN, perde-se o efeito estimulante no desenvolvimento dos microorganismos celulolíticos e hemicelulolíticos, pois os aminoácidos irão ser rapidamente catabolizados. Deste modo, a melhor resposta ao suplemento azotado verificar-se-ia quanto menos degradável no rúmen for o suplemento e melhor for a sua mistura com o alimento grosseiro (DIAS DA SILVA, 1985).

Como se pode ver na figura 12 a forma de administração (ingestão), condiciona a concentração de azoto amoniacal.

O nível de amoníaco libertado no rúmen de forma persistente e mais lenta, portanto sincronizada com a produção de energia, pode ser controlado, quer diminuindo a actividade da urease no rúmen, quer pela utilização da ureia em produtos capazes de libertar amoníaco lentamente (LALL *et al.* 1983).

Várias alternativas têm sido propostas, embora os seus preços e a falta de demonstração das suas efectivas qualidades tenham restringido a sua utilização. São exemplo destas alternativas o complexo de ureia formaldeído, LALL *et al.* (1983), protecção da ureia com lípidos e resinas, associação de ureia com amido (Starea), associação de ureia com ácido fosfórico, mono e difosfato de amónio e produtos de condensação da ureia como o biureto e o diureido isobutano (Duib) (DIAS DA SILVA, 1985).

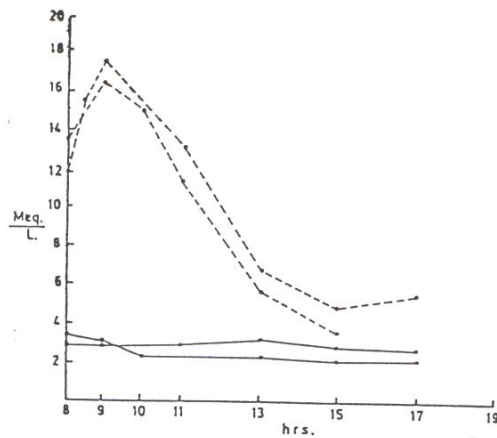


FIGURA 12 - Concentração ruminal de amoníaco
Animais alimentados 2 vezes ao dia (8 a.m e 3 p.m). -----
Animais alimentados continuamente. ————— (VAZ PORTUGAL, 1966)

Como conclusão do que dissemos, quando da utilização da ureia como NPN, deve-se ter em atenção: a relação azoto solúvel/glúcidos facilmente fermentescíveis, o equilíbrio mineral e a mudança de regime progressivo, assegurando uma ingestão fraccionada e repartida durante o dia sob a forma de pequenas ingestões. Deve-se ainda procurar que a ureia seja diluída de maneira homogénea na maior quantidade de forragem, o que apresenta as vantagens de uma melhor apetibilidade e um consumo mais prolongado no tempo de ureia (WOLTER, 1983).

O efeito da suplementação azotada no valor produtivo

A suplementação de alimentos fibrosos com ureia, traduz-se numa redução significativa do tempo de retenção das partículas alimentares no tubo digestivo e no tempo de meia vida da celulose, fenómeno indicativo de um efeito estimulante do azoto na actividade da população microbiana do rúmen, especialmente a celulolítica (CHURCH, 1975). O aumento da actividade celulolítica da população microbiana, em consequência da suplementação azotada, facilita a desintegração das partículas alimentares, (ORSKOV, 1982), aumentando

o ritmo de passagem através do retículo folhoso (CHENOST, 1987).

A par do efeito estimulante no crescimento da população microbiana, o efeito da suplementação azotada no aumento da ingestão e digestão tem sido bastante estudado. Para DIAS DA SILVA (1985), a resposta em termos de produção animal nos casos em que se não verifica acréscimo na ingestão do alimento fibroso, ficar-se-ia a dever a um incremento da síntese proteica tissular resultante da absorção no intestino de aminoácidos adicionais de origem alimentar e/ou à utilização destes aminoácidos para fins energéticos (neoglucogénese).

Melhorias significativas na digestibilidade da fibra (hemicelulose e celulose) bem como de matéria seca, foram observadas quando se suplementou com ureia a 1% MS forragens de baixo valor alimentar (ORTIGUES *et al.* 1988; CUDDEFORD e WAARD, 1981; McALLAN e GRIFFITH, 1987).

ORTIGUES *et al.* (1988) obtiveram acréscimos de ingestão de 50% em ovinos e HENESSY (1984), em bovinos, obteve ingestões de fenos superiores em 3% na suplementação com ureia quando comparado com fenos não suplementados.

A suplementação com ureia parece originar ainda acréscimos do N retido, em caprinos e ovinos quando suplementados com 8g ureia/dia (CUDDEFORD e WAARD, 1981).

Se suplementarmos forragens de baixo valor alimentar com NPN, é necessário um período de habituação de 2 a 3 semanas para uma adaptação dos microorganismos do rúmen e consequentemente uma melhor valorização da ureia (WOLTER, 1983).

3.2.2 - Suplementação Mineral

Os ruminantes e a população microbiana do rúmen, têm necessidades minerais de P, S, Mg, Zn, Cu, Co e Ca. Se ingerirem, como alimento exclusivo, fenos tardios caracterizados por deficiente teor em minerais, a que acresce uma insuficiente ingestão, torna-se difícil conseguir cobrir as suas necessidades.

Nestes casos, o organismo dispõe temporariamente de diversos meios para suprir essas carências. Segundo GUEGUEN *et al.* (1988), os meios usados são: aumentar a capacidade de absorção intestinal, adaptar a actividade das enzimas do intestino na transferência dos minerais e libertar hormonas que actuam sobre a síntese das proteínas de transporte.

É sabido que os elementos minerais exercem influência notável na flora microbiana do rúmen. Indirectamente, através da regulação das características físico-químicas do fluido ruminal (pressão osmótica, poder tampão, potencial redox, taxa de diluição), directamente participando no metabolismo desses microorganismos (DIAS DA SILVA, 1985).

Assume particular importância o teor em enxofre nas dietas suplementadas com azoto não proteico (NPN). A relação N:S mais apropriada para estimular o crescimento microbiano de maneira a que haja acréscimos nas ingestões e no azoto retido é de 10:1 (BRUGEMANN, 1962, citado por NRC, 1976 e BARRY *et al.* 1976) embora para ARC (1980) essa relação seja de 14:1.

Esta relação seria a mais correcta para os ovinos, já que para os bovinos os valores apresentados pelo NRC (1976) são de 15:1, justificando esta diferença entre espécies pelas maiores necessidades dos ovinos em aminoácidos sulfurados necessários para a produção de lã.

BIRD (1972), citado por ORTIGUES *et al.* (1988), mostrou que em dietas de feno de aveia suplementados com ureia, mas deficientes em enxofre, a degradação ruminal da matéria orgânica é limitada, o que estaria de acordo com SLYTER *et al.* (1986) que mostraram a existência de um reduzido número de bactérias celulolíticas com uma consequente redução na digestão da fibra pelos micróbios e uma consequente baixa na produção de ácidos gordos voláteis (WHANGER e MATRONE, 1970).

Na falta de enxofre, este pode ser substituído pelo sulfato, pois, reduzido a sulfito, fica apto a ser incorporado nos aminoácidos, cistina e metionina.

De acordo com HUNT *et al.* (1954) e BRUGEMANN (1962) citados por NRC (1976) há um aumento no número de bactérias sulfato reductoras no fluido do rúmen quando a proteína é substituída pela ureia.

3.3 - Tratamentos

Vários tipos de tratamentos têm sido propostos para melhorar o valor alimentar das palhas e feno tardios.

De acordo com CHENOST e DULPHY, (1987), podemos englobá-los em três grandes grupos:

- Tratamentos físicos (moenda, radiação e tratamento térmico por vapor);
- Tratamentos biológicos (cultura de cogumelos produtores de enzimas);
- Tratamentos químicos (agentes oxidantes, ácidos fortes e alcalis).

3.3.1 - Tratamentos físicos

Mecânicos

Moenda

Provoca um aumento por vezes acentuado, do nível de ingestão, mas tem um efeito negativo sobre a digestão. Este acréscimo de ingestão resulta do aumento da densidade do material moído, aliado a um aumento da superfície específica, o que vai originar uma importante diminuição do tempo de retenção no retículo rúmen das partículas (TISSERAND, 1987). Ocasionalmente também há uma diminuição de digestão no rúmen que não é senão parcialmente compensada pelo aumento de digestão microbiana no intestino grosso (DIAS DA SILVA, 1985). Assim, a moenda aumenta a ingestão global da matéria orgânica digestível mas diminui

a valorização unitária (Kg de palha ou feno) pelo animal (ITCF; APRIA, 1976). Embora haja uma diminuição da digestibilidade, o valor energético das forragens esmagadas é equivalente à das forragens não moídas (BOUVIER *et al.* 1974 citados por ALBERTI *et al.* 1982).

Não mecânicos

Despolimerização

- a) Radiação com raios γ e raios α , que provocam a despolimerização da celulose. São necessárias doses muito altas (10 a 10 rad) para duplicar a digestibilidade das palhas (PRITCHARD *et al.* 1987, citados por CHENOST e DULPHY, 1987). Embora alguns ensaios *in vitro* tenham demonstrado melhoria da digestibilidade (McMANUS *et al.*, 1972; YU *et al.* 1975, citados por DIAS DA SILVA, 1985), em parte devido à solubilização dos constituintes da parede celular, convém, no entanto, ter em conta que os únicos estudos conhecidos de digestibilidade e ingestão foram realizados com palha de trigo tratada pelos raios γ .
- b) Vapor a alta pressão - provoca a acidificação do meio por libertação dos grupos acetil, a produção de furfural e de derivados fenólicos e a destruição mais ou menos importante das hemiceluloses (CHENOST e DULPHY, 1987).

3.3.2 - Tratamentos biológicos

A conversão por via biológica dos resíduos fibrosos em alimentos para animais de melhor valor nutritivo, passa pela produção de enzimas que:

- 1) Quebrem parcial ou totalmente as ligações entre a lenhina ou certos agrupamentos lenhinoceulósicos, pouco digestíveis e as dos glúcidos parietais (celulose, hemicelulose) mais digestíveis.
- 2) Degradem a lenhina, pois removida esta, a utilização digestiva dos polissacáridos estruturais será mais elevada.

Passa ainda pela «identificação dos microorganismos que possuam elevada capacidade de metabolizar a lenhina, degradando o menos possível a celulose e a hemicelulose, e ainda pelo conhecimento das condições óptimas para o seu metabolismo» (DIAS DA SILVA, 1985).

3.3.3 - Tratamentos químicos

É conhecido, há já algum tempo, que certos agentes químicos, actuando ao nível da parede celular, removem parcialmente algum ou alguns dos factores limitantes à sua degradação microbiana e vão originar melhorias da digestibilidade e ingestão de forragens pobres (DIAS DA SILVA, 1985).

3.3.3.1 - Oxidantes e ácidos

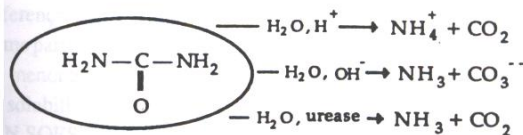
Os agentes oxidantes (sulfato de sódio, cloreto de sódio, peróxido de sódio, ácido peroxiacético) podem melhorar a utilização das paredes vegetais por ruptura dos anéis aromáticos da lenhina. Com efeito, com uma reacção oxidativa activada pelo calor, eles são capazes, dissolvendo a lenhina das paredes vegetais, de melhorar o valor energético das forragens ricas em paredes celulares (GUESSOUS, 1987).

Os ácidos são sobretudo utilizados para melhorar a degradabilidade dos subprodutos da produção da floresta (TISSERAND, 1987).

3.3.3.2 - Alcalis

Os tratamentos alcalinos têm ultimamente merecido particular atenção como um meio de valorizar os recursos alimentares para utilização dos ruminantes.

Este tipo de tratamentos foram iniciados com o hidróxido de sódio. Presentemente utiliza-se mais o amoníaco anidro e a ureia. A hidrólise da ureia ocorre na presença de ácidos, alcalis ou da enzima urease:



A presença dessas substâncias abre, por isso, perspectivas ao estudo do efeito do NH_3 e dos factores que afectam a hidrólise, condicionando a eficácia do tratamento sobre a fibra (SEQUEIRA, 1989).

O tratamento com alcalis origina uma solubilização parcial das hemiceluloses, das lenhinas, da sílica e a hidrólise dos ésteres dos ácidos fenólicos e urónico (CORDESSE, 1987).

As modificações bioquímicas mais importantes que ocorrem nas paredes celulares fortemente lenhificadas são:

- 1) A libertação dos grupos fenólicos (CORDESSE, 1987). Convém referir que a libertação destes grupos fenólicos pode originar uma fraca actividade microbiana, restringindo mesmo o seu crescimento,

(MASON, 1986, citado por ALMEIDA et al, 1988), devido à acção antisséptica dos núcleos fenólicos (CRAMPTON *et al.* 1938, citado por DIAS DA SILVA, 1985).

- 2) A hidrólise das ligações covalentes e de hidrogénio entre as xilanas da hemicelulose e a lenhina (MASCARENHAS FERREIRA, 1982; DESCHARD, 1984). O tratamento alcalino vai pois reduzir o obstáculo que era a lenhina à acção das enzimas celulases e xilanas (DIAS DA SILVA, 1985) (Fig 13).

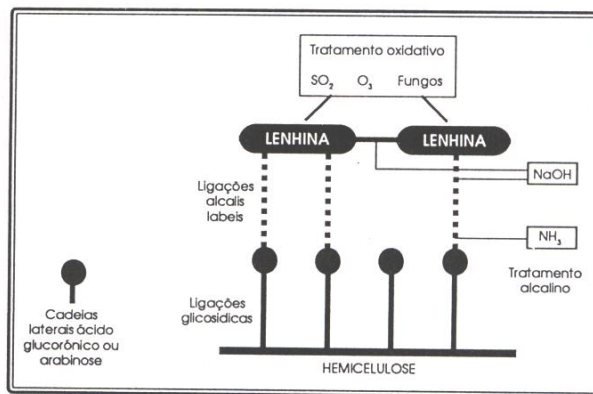


FIGURA 13 - Efeitos de tratamentos químicos na degradabilidade da estrutura da parede celular (CHESSON, 1984)

A diferença entre gramíneas e leguminosas na composição da lenhina assume particular importância. O número mais elevado de ligações éster ou o menor teor de grupos metoxi, leva a que a lenhina das gramíneas seja solubilizada pelos álcalis em maior extensão que a das leguminosas (VAN SOEST, 1982).

- 3) A hidrólise nas moléculas de hemicelulose que provoca a ruptura das ligações Ca entre os radicais de ácidos glucurónico (TARKOV e FEIST, 1969, citado por CORDESSE, 1987) e a saponificação das ligações ester que liberta grupos acetil (DESCHARD, 1984), deixando de existir o impedimento que limitava a acessibilidade do substrato às enzimas xilanásicas (COMTAT *et al.* 1976, citados por CORDESSE, 1987).

A ruptura das ligações de Ca favorece a tumefacção das paredes vegetais, pois aumenta a dimensão dos poros da parede celular, facilitando a penetração das enzimas microbianas. Estas teriam assim maior

quantidade de substrato glucídico para a fermentação nos tecidos mais lenhificados (CHESSON, 1984); DESCHARD, 1984; DIAS DA SILVA, 1985; CORDESSE, 1987). Após o tratamento com álcalis, aumenta o grau de solubilização da hemicelulose e dos compostos fenólicos (ALMEIDA *et al.* 1988), e origina ainda a destruição da (por solubilização parcial da sílica) (CHENOST e DULPHY,

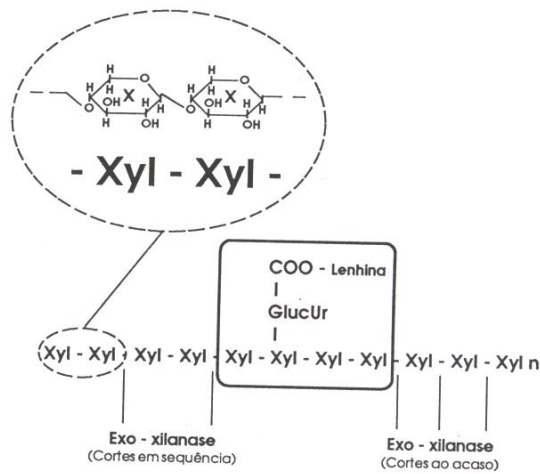


FIGURA 14 - Porção glucoronoxilana da lenhinaxilana resistente à hidrólise da xilanase. (adaptado e modificado de HARKIN, 1973; citado por GUESSOUS, 1987).

O grau de solubilização depende da quantidade de álcali usado, do método de tratamento e ainda do tipo de estrutura das paredes vegetais.

Genéricamente, a estratégia dos tratamentos químicos, deverá basear-se na redução da cristalinidade da celulose, na dissociação do complexo lenhina-celulose, no aumento da superfície de ataque enzimático e na eliminação de eventuais inibidores do processo digestivo (SEQUEIRA, 1989).

a) Hidróxido de sódio

O hidróxido de sódio foi um dos primeiros produtos químicos a ser usado no século passado e tem sido demonstrada a sua eficácia como um efectivo melhorador da digestibilidade, digestibilidade essa que pode aumentar até 30 unidades percentuais (DESCHARD, 1984), embora SUNDSTOL (1981), em ensaios de digestibilidade e efectuando diferentes tratamentos, por imersão e pulverização, só tivesse conseguido acréscimos de 20 a 25 e 15 unidades de digestibilidade, respectivamente.

O hidróxido de sódio altera a estrutura física das paredes celulares, entumescendo as fibras celulósicas, o que facilita a penetração do agente químico e das celulases bacterianas (CHENOST e DULPHY, 1987).

Efeito do NaOH na composição química da forragem

O tratamento com NaOH origina uma ligeira diminuição na fibra neutro detergente (NDF) (DULPHY *et al.* 1984). A redução dos teores em NDF poderá ser devida à solubilização da hemicelulose (DONNELLY *et al.* 1974; citado por DESCHARD, 1984). FAHMY e ORSKOV, (1984), observaram um ligeiro aumento na percentagem de ADF em forragens pobres tratadas com NaOH. Este ligeiro aumento do ADF parece dever-se às perdas de hemicelulose que ocorrem quando da lavagem do alimento tratado (CARMONA e GREENHALG, 1972).

Segundo DULPHY *et al.* (1984), o teor em cinza das forragens aumentou significativamente pelo tratamento com NaOH (0,6g de Na/grama de NaOH), verificando-se ainda uma redução dos teores em proteína por diluição dos componentes orgânicos (GUGGOLZ, 1971, citado por DESCHARD, 1984).

Tipos de Tratamento

O tratamento com hidróxido de sódio pode fazer-se por imersão e por pulverização. O tratamento por imersão tem como objectivo evitar uma lavagem contínua das palhas para o exterior e economizar hidróxido de sódio. Este tratamento mantém constantes a concentração (1,5% NaOH) e o volume da solução, juntando ao tanque a água e o hidróxido de sódio que a palha remove (DIAS DA SILVA, 1985). Ainda segundo o mesmo autor, no tratamento por pulverização são utilizados equipamentos especiais e normalmente 4 Kg de NaOH/100 Kg de palha e um volume de solução em geral não superior a 15 litros/100 Kg de palha. Sem equipamento especial, as melhores respostas ao tratamento conseguiram-se utilizando 3 a 6 Kg NaOH/100 Kg de palha (JACKSON, 1978; citado por DESCHARD, 1984). Efeitos máximos, e considerados como o óptimo económico no tratamento por pulverização com NaOH, obtiveram-se com níveis de aplicação não superiores a 5,4% M.S. em palhas (SUNDSTOL *et al.* 1979). Contudo, as quantidades de NaOH a utilizar em palhas e forragens de baixo valor, para a máxima ingestão em animais, situam-se entre os 30-50 Kg NaOH/T.M.S. (SUNDSTOL *et al.* 1979; MIRA, 1981; LEVI *et al.* 1983).

De qualquer modo, é difícil prever a ingestão das forragens pobres, tratadas quimicamente, já que estas raramente são dadas como único alimento (GREENHALGH, 1980 citado por MIRA, 1981).

Altos níveis de álcalis (7 a 9% M.S.) só seriam benéficos se, ao material tratado, se juntassem quantidades suficientes de concentrados para neutralizar a alcalinidade das forra-

gens no rúmen (DESCHARD, 1984).

O acréscimo da digestibilidade da M.O. em consequência do tratamento com NaOH é tanto maior quanto mais baixa for a digestibilidade inicial do alimento (CHENOST e DEMARQUILLY, 1985).

Sendo o NaOH uma base forte, partir-se-ia do princípio de que a sua neutralização poderia aumentar as performances dos animais. Na verdade, quando uma forragem é tratada com mais de 3% de NaOH, os estudos parecem indicar que a neutralização com o ácido acético ou propiónico aumenta a digestibilidade e a ingestão quando comparado com alimento não neutralizado (CARMONA *et al.* 1972, citado por DESCHARD, 1984).

Como o custo de um ácido orgânico se torna num obstáculo ao seu uso, outros autores ensaiaram a neutralização com um ácido mineral mais barato, o HCl. REXEN *et al.* (1976) utilizando HCl em forragens tratadas com NaOH, constataram aumentos de ingestão, de digestibilidade e ainda no número de bactérias celulolíticas no rúmen. Por seu turno, LEVI *et al.* (1983) verificaram, em forragens tratadas e neutralizadas, aumentos da digestibilidade de M.O., mas efeitos negativos no azoto retido.

O tratamento de forragens pobres com hidróxido de sódio apresenta limitações:

- 1) Continuam a ser carentes em azoto, o que leva a que seja necessário efectuar suplementação azotada para que se evidencie o efeito do tratamento (DIAS DA SILVA, 1985)
- 2) O elevado teor de Na nas forragens tratadas a níveis entre 4 a 6% de NaOH impõe limitações à sua utilização, pois existindo um enorme esforço do organismo para manter a homeostase pode levar a que ocorram alterações do metabolismo de outros minerais, em particular as relações K, Cl, Mg e K com o Na (DIAS DA SILVA, 1985). LEVI *et al.* (1983) verificaram mesmo que em bovinos submetidos a regimes alimentares com palhas tratadas com NaOH houve alterações na composição mineral do esqueleto.
- 3) A utilização do sódio em zonas de fraca pluviosidade apresenta o grave inconveniente de poluir o solo, pois os dejectos dos animais consumindo forragens tratadas são ricos em sódio, o que provoca um aumento da salinidade dos solos (TISSERAND, 1987).

b) Amoníaco

Só a partir da década de 70 começaram a aparecer estudos sistemáticos sobre os factores que afectam o tratamento de forragens pobres com amoníaco. São de referir os estudos efectuados por WAAGEPETERSON *et al.* (1977) e SUNDSTOL *et al.* (1979), os quais

contribuíram de maneira decisiva para esclarecer os efeitos dos vários factores no tratamento com amoníaco.

Factores intervenientes no tratamento com NH₃

O nível de humidade, de amoníaco, a duração do tratamento e a temperatura, são os factores determinantes da eficácia do tratamento.

Nível de humidade

O amoníaco é um gás solúvel na água e em contacto com esta ioniza-se e liberta-se o ião activo NH₄⁺. É assim que o amoníaco em contacto com a água contida na forragem se transforma em NH₄ (CORDESSE, 1987).

Quando se utiliza amoníaco anidro, é indispensável que a forragem tenha um teor mínimo de 10% de humidade (DIAS DA SILVA, 1985). No entanto, para SUNDSTOL *et al.* (1984) e CORDESSE (1987), as taxas de humidade mais favoráveis estão compreendidas entre 15 e 30%. Segundo os mesmos autores, teores de humidade superiores a 30% ocasionam uma maior compressão das forragens e, conseqüentemente, uma maior dificuldade na difusão do gás.

Nível do amoníaco

A quantidade de amoníaco a usar tem que obedecer a dois parâmetros: qualidade do produto tratado e preço a que fica o tratamento. Esses objectivos conseguem-se utilizando quantidades de amoníaco compreendidas entre 2,5 e 3,5% (SUNDSTOL *et al.* 1984; CORDESSE, 1987; HORTON, 1981; GRAHAM *et al.* 1985; GATES *et al.* 1987; LEVI *et al.* 1983; WALLI *et al.* 1988).

Se a dose de tratamento é inferior a 2,5%, as quantidades de N fixadas sobre forragens pobres e a melhoria da digestibilidade são muito fracas (SUNDSTOL *et al.* 1979).

Acima de 5,5% a proporção de azoto fixado, assim como o coeficiente de digestibilidade, baixam consideravelmente (SUNDSTOL *et al.* 1979; SUNDSTOL *et al.* 1984).

Duração e temperatura

Estes dois parâmetros estão estreitamente ligados, pois a duração óptima do tratamento, para uma eficácia máxima, depende, em larga medida, da temperatura a que ele decorre. O quadro 3, mostra como a temperatura e a duração do tratamento, em semanas, influenciam o teor em N e a digestibilidade *in vitro*.

QUADRO 3 - Efeito da duração da temperatura ambiente sobre o conteúdo em azoto total e a digestibilidade *in vitro*. Taxa de tratamento 3,4% NH₃; Humidade da palha 25% (SUNDSTOL *et al.* 1979).

Duração em semanas	Temperatura ambiente em °C	Azoto Total %	Digestibilidade <i>in vitro</i> em %
N/ Tratadas		0,54	40,1
4	-20	1,03	53,2
4	4	1,17	56,1
4	17	1,38	61,5
4	24	1,43	63,6
8	-20	1,13	55,6
8	4	1,28	59,4
8	17	1,57	61,2
8	24	1,69	63,5
16	-20	1,15	57,3
16	4	1,30	62,9
16	17	1,45	63,7
16	24	1,79	64,5

Assim, de acordo com SUNDSTOL *et al.* (1979) e SUNDSTOL *et al.* (1984) para melhorar a digestibilidade são necessárias 4 semanas a temperaturas compreendidas entre 17° e 24° C, mas, se o tratamento for prolongado, o teor em azoto continua a aumentar. Se a temperatura se situar entre os 4° e 17°C o tempo necessário passa a ser de 8 semanas.

Se a temperatura continua a descer e se mantém inferior a 4° C, torna-se necessário prolongar o tratamento até às 16 semanas.

A temperaturas compreendidas entre 0° C e 10° C, há trabalhos que mostram ser necessários 2 meses de tratamento (CORDESSE, 1987).

Se a temperatura é baixa torna-se necessário aumentar a dose de amoníaco (WAAGE-PETERSON *et al.* 1977; citado por DIAS DA SILVA, 1985). É ainda de referir que a duração do tratamento pode ser drasticamente encurtada para 23 horas à temperatura de 85°C (GATES *et al.* 1987).

Efeito do NH₃ na composição química da forragem

O tratamento com amoníaco tem vantagens relativamente à utilização de NaOH, dado que aumenta substancialmente o N em forragens pobres, permitindo que os teores em proteína se situem, em geral, entre 7 e 11%, como o demonstraram vários autores (HERRERA-

SALDANA *et al.* 1982; DULPHY *et al.* 1984; DIAS DA SILVA, 1985; GRAHAM *et al.* 1985; GATES *et al.* 1987).

Após o tratamento com NH_3 verificaram-se:

- aumentos nas percentagens de celulose e ADF (HERRERA *et al.* 1982; GATES *et al.* 1987).
- decréscimos na fibra neutro detergente (NDF) bem como na percentagem de hemicelulose (GATES *et al.* 1987; MASON *et al.* 1988).
- reduções dos compostos fenólicos, assim como dos grupos acetil na parede celular (GRAHAM *et al.* 1985; MASON *et al.* 1988).
- diminuição dos teores de lenhina, que podem indicar hidrólise das ligações entre os grupos de ácido urónico da hemicelulose e da celulose (HORTON, 1981; GRAHAM *et al.* 1985).

A solubilização parcial da lenhina, hemicelulose e a saponificação das ligações éster libertando grupos acetil e grupos fenólicos, são típicas do tratamento de forragens pobres com uma base fraca (GRAHAM *et al.* 1985).

A melhoria da digestibilidade conseguida com o tratamento com amoníaco, 10 a 15 unidades de digestibilidade, é normalmente inferior à que se obtém tratando com NaOH (SUNDSTOL, 1981; citado por DIAS DA SILVA, 1985).

Segundo GATES *et al.* (1987) a melhoria da digestibilidade da matéria orgânica resultante do tratamento com NH_3 , aumenta com o grau de maturação, ou seja, quanto mais baixo for o valor nutritivo dos fenos a tratar (GATES *et al.* 1987). Vários autores verificaram que o tratamento com NH_3 aumentava em 20 a 30% M.S. as quantidades ingeridas (BROWN, 1988; GATES *et al.* 1987; AGABRIEL, 1987; DULPHY *et al.* 1984; PETIT *et al.* 1987; RAYMOND, 1987).

No entanto, refere-se que em fenos tratados com amoníaco, a actividade microbiana responsável pela síntese das proteínas microbianas diminui, provavelmente devido à presença de compostos fenólicos libertados pelo tratamento e que são tóxicos para os microorganismos (GONET *et al.* 1986; citado por BENAHMED e DULPHY, 1987). O tratamento parece também destruir aminoácidos essenciais, o que deve diminuir a quantidade de proteínas alimentares que chegam ao intestino delgado (LALIGANT, 1986).

O valor real de um feno tratado pode aproximar-se do seu valor nutritivo potencial se for tratado e suplementado. Por isso não devem dar-se exclusivamente fenos tratados; estes devem ser suplementados o que vai favorecer a digestão ruminal (BENAHMED e DULPHY, 1987; CHENOST, 1987).

Tipos de tratamento

O tratamento com amoníaco pode fazer-se utilizando: amoníaco anidro (NH_3 gasoso), soluções de amoníaco em água (NH_4OH aquoso) e ainda ureia como fonte de amoníaco (MIRA, 1981; ALIBES *et al.* 1983-84).

Na maioria dos casos utiliza-se amoníaco anidro (NH_3):

- 1) Em pilha, envolvida em plástico, à temperatura ambiente, à razão de 50 g/Kg de forragem tratada (1 mês e meio a 2 meses) (SUNDSTOL *et al.* 1984);
- 2) Em câmaras metálicas, isoladas e a altas temperaturas, à razão de 30 g/Kg de forragem. O tratamento é efectuado num curto espaço de tempo, 20 horas a 90°C , mais 4 horas de ventilação, após o que pode ser imediatamente administrado aos animais (DESCHARD, 1984; CHENOST e DULPHY, 1987). Este processo, embora sendo dispendioso, tem a vantagem de não estar dependente das condições atmosféricas.

O tratamento com amoníaco é, com efeito, mais simples e menos perigoso do que com NaOH , adicionalmente, permite aumentar o teor em N das forragens tratadas, a concentração de N no solo, através da ureia excretada na urina e proveniente do excesso de amoníaco (MIRA, 1981) e ainda diminuir a quantidade de água ingerida, ao contrário do que acontece com os tratamentos com NaOH (CHENOST e DULPHY, 1987).

As desvantagens da utilização do NH_3 no tratamento de forragens pobres são: o elevado custo do agente químico, a eventual inexistência de uma rede de distribuição e o difícil manuseamento do produto altamente tóxico e inflamável, quando em elevadas concentrações (DIAS DA SILVA, 1985).

c) Ureia

Nos últimos anos tem havido um crescente interesse na utilização da ureia como fonte de amoníaco. Serão vários os factores que para isso contribuem:

- 1) A ureia é correntemente utilizada como fertilizante pelos agricultores e como fonte de azoto não proteico na alimentação dos ruminantes. A sua manipulação envolve muito menos riscos que qualquer outro agente químico (DIAS DA SILVA, 1985; GARAMBOIS, 1985).
- 2) O tratamento dos fenos e palhas com ureia não necessita de

contentores pressurizados quer para o armazenamento quer para o transporte (TISSERAND, 1987).

3) O seu fraccionamento e o control das quantidades utilizadas é fácil e preciso (GARAMBOIS, 1985).

4) A dificuldade de obtenção e o elevado preço dos principais agentes químicos de eficácia biológica comprovada em termos de melhoria do valor alimentar de fenos e palhas (DIAS DA SILVA, 1985).

A hidrólise da ureia em meio aquoso conduz, se total, à formação de amoníaco anidro de CO_2 na relação peso de NH_3 /peso de ureia igual a 34/60 (CHENOST *et al.* 1987). Embora seja uma reacção exergónica, decorre a velocidade lenta sem catálise enzimática. É possível que a reserva que alguns autores têm na utilização da ureia resulte da ausência ou da incorporação insuficiente de urease (DIAS DA SILVA, 1985; GARAMBOIS, 1985). À semelhança dos ensaios de JAYASURIYA e PEARCE (1983), em palhas de milho e arroz, também GARAMBOIS (1985), numa associação de sorgo-soja (plantas inteiras), aponta vantagens na adição de fontes ureásicas no aumento da taxa de hidrólise da ureia encurtando, assim, a duração do tratamento. Outros autores, pelo contrário, evidenciaram a destruição da capacidade ureásica da soja depois de submetida ao calor (TETLOW, 1983; WILLIAMS *et al.* 1984a; WILLIAMS *et al.* 1984b).

Fontes de ureases

A urease encontra-se bastante difundida e foi encontrada em diversos cogumelos e em fanerogâmicas. O elevado teor de urease na soja varia com os diferentes órgãos da planta, o seu estado fisiológico, bem como com as variedades (GRANIER, 1939 citado por GARAMBOIS, 1985).

Este autor considera que são os grãos maduros de soja aqueles que contêm a maior quantidade de urease e numa forma que não se dispersa rapidamente em solução aquosa.

Factores que intervêm no tratamento

GHATE *et al.* (1987), WILLIAMS *et al.* (1984a) e CLOETE *et al.* (1984), chegaram à conclusão de que a concentração de amoníaco, obtida por hidrólise da ureia, estava directamente ligada quer à percentagem de humidade contida nos fenos e palhas e aos níveis de ureia utilizados, quer ainda à temperatura e à duração (dias) do tratamento.

Ensaio conduzidos por CHENOST e DULPHY (1987), levam a concluir serem necessárias as seguintes condições para que o tratamento das palhas e fenos tardios seja eficaz:

que possuam níveis de humidade, próximo de 40%; que a temperatura ambiente seja superior a 15° C; que a compactação da forragem permita a fácil difusão do amoníaco e que a concentração de ureia se situe entre os 5 e 8%, correspondendo respectivamente a 2,5 e 4% de NH₃.

Tratamento de fenos húmidos com ureia

Os fenos são normalmente enfiados após o corte, quando atingem níveis de humidade próximos dos 15%. Enfiar fenos com altos teores de humidade é um dos meios de reduzir o tempo de secagem no campo e de reduzir o grau de dependência climática da operação de fenação. Contudo, a elevada percentagem de humidade nos fenos, facilitando a multiplicação de uma flora microbiana contaminante, vai originar uma perda de qualidade devido a perdas de energia e de proteína utilizadas no metabolismo microbiano, além de perdas por rejeição devido à má qualidade dos mesmos.

Esta actividade microbiana pode ser reduzida, tratando o feno com ureia (GHATE *et al.* 1981). A ureia hidrolizada dá origem ao amoníaco que vai ter um papel inibidor nos bolores, leveduras e em algumas espécies bacterianas existentes nos fenos.

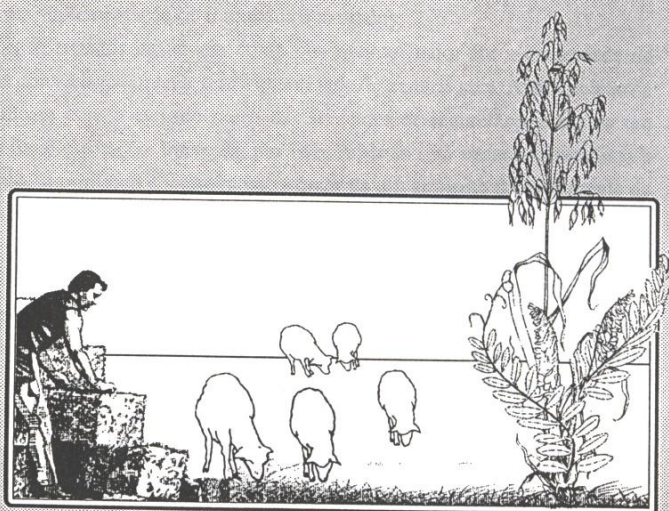
Acresce que os fenos húmidos, com teores ainda altos de açúcares redutores e promotores de elevação da temperatura durante o tratamento, poderão originar a formação de toxinas no material forrageiro. A possibilidade dos açúcares reagirem com amónia em solução, dando origem a compostos heterocíclicos, (imidazóis) depende do tempo de reacção, da temperatura sob a qual se processa a reacção e do catalisador presente (SEQUEIRA, 1989). Se os açúcares forem tratados com uma solução aquosa de amoníaco, durante um curto período de tempo, a baixas temperaturas e na ausência de catalisador, a reacção termina antes do aparecimento de níveis elevados de compostos heterocíclicos, e especialmente derivados do imidazol, responsáveis, segundo sugerem PERDOK e LENG (1987), pelo distúrbio metabólico definido como hiperexcitabilidade.

O tratamento com ureia provoca ainda acréscimos dos níveis de humidade final de fenos quando comparada com fenos normais. Este aumento é devido à ureia ser um composto higroscópico, levando a que a ureia que não foi decomposta absorva humidade e reduza a taxa de evaporação (GHATE *et al.* 1981; MOWAT *et al.* 1981).

Apesar das vantagens reconhecidas por alguns autores do papel conservador que a ureia desempenha no tratamento de fenos húmidos (GARAMBOIS, 1985; DOUGHERTY *et al.* 1984), outros autores há, (BENGTSSON *et al.* 1985 e KNOKE e KUNTZEL, 1984) que defendem que a ureia não deve ser recomendada na conservação de fenos húmidos pois, na maior parte dos casos, (mesmo utilizando diferentes percentagens de ureia) a forragem tratada deteriorou-se devido à acção de fungos e leveduras.

Material e métodos

4



4 - Material e Métodos

Objectivos

Decorrente dos fenómenos de natureza biológica anteriormente analisados, em função do avanço no ciclo vegetativo, os fenos tardios apresentam, em geral, uma composição muito idêntica à das palhas, representando as suas paredes vegetais 60 a 85% da matéria seca. O teor em glúcidos solúveis é normalmente muito baixo 1 a 3%, o mesmo acontecendo em relação à fracção azotada 4 a 7% nas gramíneas forrageiras e 7 a 12% nas leguminosas. São ainda pobres em minerais e vitaminas.

A utilização destes fenos na alimentação dos ruminantes é prática comum na região. Torna-se, por isso, necessário estudar as alternativas que se colocam para correcção das deficiências indicadas, de modo a melhorar o seu valor produtivo e, conseqüentemente, melhorar o rendimento da produção animal.

O valor nutritivo dos fenos pode ser melhorado através da consociação com uma leguminosa ou de uma suplementação ou tratamentos azotados.

No primeiro caso teremos de ter em conta que quanto maior for a quantidade de leguminosa usada na consociação, menor será a quantidade de matéria seca. A diminuição da matéria seca, juntamente com o elevado preço das sementes de leguminosas origina um aumento dos custos da alimentação. Interessa, por isso, saber se será vantajoso sacrificar a qualidade do alimento, suprimindo a leguminosa, a favor de um aumento do rendimento da matéria seca obtido com o feno de aveia (estreme).

O indispensável aumento do valor proteico dos fenos, pode conseguir-se à custa de uma leguminosa, com os inconvenientes já indicados, ou por suplementação ou tratamento com ureia. Quanto à suplementação justifica-se o estudo da sua influência na actividade microbiana do rúmen e, conseqüentemente, a sua influência na digestibilidade e na ingestão dos fenos. O tratamento com ureia e a sua conseqüente hidrólise em amoníaco influenciam a ingestão, modificam a composição química da parede celular e, por isso, influenciam também a digestibilidade.

São esses aspectos que procuramos estudar no nosso trabalho.

4.1 - Caracterização

4.1.1 - Localização

As forragens em estudo foram implantadas na Quinta da Senhora de Mércules, da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, na folha 10, no ano agrícola de 1987/88. No anexo 2, apresentam-se as características do solo. Diremos, no entanto, que é um solo com depósitos sobre granitos, de textura grosseira, pouco fértil, dado o tipo de textura e de rocha e a delapidação do horizonte AP por erosão (PINTO DE ANDRADE, 1986).

Antes da sementeira foram recolhidas amostras de solo da camada arável e enviadas para o Laboratório de Solos da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, apresentando-se no quadro 4, os valores médios das análises a partir dos quais efectuamos as fertilizações.

Quadro 4 - Valores médios das análises das amostras de solo da camada arável recolhidas na folha de ensaio.

ANO	FOLHA	TEXTURA	% M.O	E.R.ppm	PH	
				P ₂ O ₅ K ₂ O	H ₂ O	HCl
1987/88	10-A	Franco-arenosa	1.18	265>200	6.7	5.7
1987/88	10-B	Franco-arenosa	1.58	345>200	6.2	5.5

Da análise dos dados pode-se depreender ser um solo pobre em matéria orgânica, mas rico em potássio e fósforo e ligeiramente ácido.

4.1.2 - Técnica Cultural e Amostragem

Nos ensaios foi utilizada a cultivar de aveia (*Avena sativa* L.) Boa Fé e a cultivar de ervilhaca vilosa (*Vicia villosa* Roth) Amoreiras, com as seguintes densidades de sementeira:

Aveia (estreme) - 100 Kg/ha

Aveia x ervilhaca (Consociação) - 80 : 20 Kg/ha

As datas das operações culturais, as quantidades de sementes, as fertilizações efectuadas e as estimativas do cálculo de produtividade, realizadas com base em 9 amostras com área de 1m em 3 talhões, aleatoriamente escolhidos em cada folha de maneira a evitar efeitos de bordadura, podem ser vistas no quadro 5.

Quadro 5 - Indicação das datas, folhas, operações culturais, quantidades utilizadas e produção média.

DATA	FOLHA	OPERAÇÃO CULTURAL	QUANTIDADES UTILIZADAS kg/ha	PRODUÇÃO MÉDIA Kg MS /ha
4.11.87	10-A * 10-B **	GRADAGEM	-	-
6.11.87	10-A 10-B 10-A	ADUBAÇÃO DE FUNDO 10 : 10 : 10 Nitrolusal	200 77	-
6.11.87	10-A 10-B	SEMENTEIRA Aveia Boa Fé Ervilhaca Amoreira Aveia Boa Fé	80 20 100	-
6.11.87	10-A 10-B	ENTERRAR semente	-	-
16.2.88	10-A 10-B	ADUBAÇÃO COBERTURA Nitrolusal (26%)	155	-
26.5.88	10-A 10-B	CORTE Forragens ***	-	-
1.6.88	10-A 10-B	ENFARDAGEM Aveia x Ervilhaca Aveia	-	8438,9 10162,5

* - Área 1,8 ha

** - Área 1,8 ha

*** - Forragem no grau 11,2 da escala de Feecks

4.2 - Tratamento da Forragem

O feno de aveia utilizado no ensaio proveio da folha de cultura 10-B.

Todos os fardos foram pesados individualmente e determinada a sua matéria seca em amostras representativas. Cada 17 Kg de feno foram misturados com 8,5 l de uma solução de ureia a 10,5% (p/v), contendo 30 g de sulfato de sódio. A quantidade de solução aplicada foi doseada de maneira a garantir um nível de humidade próximo de 40% (WILLIAMS e INNES, 1982; IBBOTSON, 1983) e por forma a que os níveis de ureia e de sulfato de sódio fossem

respectivamente, de 6 Kg e 200 g por 100 Kg de MS de feno. A aplicação da solução fez-se lenta e individualmente em cada fardo, de maneira a evitar, ao máximo, o escorrimento. Os fardos, após tratamento, foram colocados em pilha e cobertos com plástico, que foi herméticamente fechado.

O tratamento foi iniciado em Agosto e prolongou-se durante 66 dias.

As temperaturas médias durante esse período (Agosto-Setembro) foram as seguintes (Quadro 6):

Quadro 6 - Temperaturas médias nos meses de Agosto e Setembro

MÊS	T _m °c	T _M °c	T °c
AGOSTO	15,3 + 2,5	32,3 + 2,8	23,3 + 2,6
SETEMBRO	14,1 + 4,1	30,8 + 5,4	21,8 + 4,3

T_m - Temperatura média mínima
T_M - Temperatura média máxima
T - Temperatura média

Ao fim dos 66 dias, a pilha foi aberta e assim se manteve até ao fim do ensaio. De três em três dias eram retirados os fardos necessários ao ensaio, abertos e espalhados numa superfície ampla de modo a que houvesse arejamento durante um período mínimo de 24 horas, para evitar, tanto quanto possível, o cheiro a amoníaco (IBBOTSON, 1983).

4.3 - Períodos experimentais

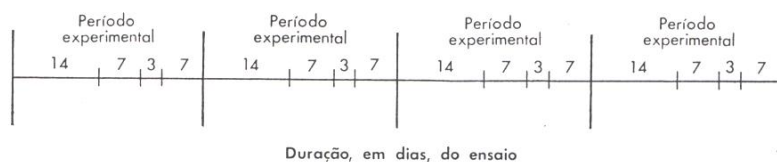
O ensaio decorreu no ovil da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, durante quatro meses, tendo-se registado as temperaturas máximas e mínimas sob as quais decorreu e de que se apresentam as médias (Quadro 7).

Quadro 7 - Temperaturas mínimas e máximas médias nos meses de Outubro a Fevereiro.

MÊS	Tm °c	TM °c
Outubro	9,5 + 3	21,8 + 2,5
Novembro	4 + 5	17 + 2,9
Dezembro	0,8 + 1,8	13 + 1,2
Janeiro	1 + 2,4	12,6 + 0,9
Fevereiro	4 + 2,6	16,8 + 2,2

O início do ensaio foi precedido por um período de 3 semanas (pré-experimental) para adaptação dos animais às novas condições ambientais e alimentares.

O ensaio decorreu de acordo com o seguinte diagrama:



Os 124 dias de duração do ensaio foram divididos em 4 períodos e cada um deles nos seguintes subperíodos: 14 dias para adaptação dos animais às dietas; 7 dias para medida da ingestão, excreção fecal e urina nos animais alimentados *ad libitum*, 3 dias para regularização do tubo digestivo; 7 dias para medida da excreção fecal e urina nos animais com ingestão restrita.

No início e no fim de cada período de controlo, o peso vivo dos animais foi registado, sendo utilizado o seu valor médio para cálculo dos valores da ingestão voluntária. Durante os períodos de controlo, os alimentos oferecidos e recusados em cada dia, bem como as fezes e urina, foram individualmente pesados, medidos e registados.

No caso do feno de aveia teremos:

$$\text{RDN} = 1,25 \times 6,25 = 7,81 \text{ g/Kg MS}$$

O azoto do feno de aveia contribuirá para as necessidades em RDN, considerando a degradabilidade da sua proteína de 50%, com:

$$\frac{50}{6,25} \times 0,5 = 4,0 \text{ g/Kg MS}$$

O défice de RDN a cobrir com ureia será, portanto, de 3,81 g/Kg MS, o que equivale a 8,3 g ureia/Kg MS. Considerando que a eficiência de utilização do azoto amoniacal proveniente da ureia é, no sistema britânico, de 80%, a quantidade de ureia a adicionar ao feno será de 6,62 g/Kg MS. No entanto, a suplementação com ureia que se utilizou, tendo em conta a obtenção de uma fermentação retículo ruminal normal, foi de 2% ureia/Kg MS, correspondente a um teor em proteína próximo dos 10% da matéria seca, valor que está de acordo com o nível sugerido por VAN ES (1978) e VAN ES e VAN der MEER (1981), e é idêntico ao teor de N da consociação aveia x ervilhaca.

As caixas, revestidas a plástico, onde eram armazenadas as forragens, foram fechadas para evitar alterações na sua humidade. Os alimentos eram ministrados duas vezes ao dia (8.30 h e 16.30 h).

No 1º período de controlo os alimentos foram fornecidos em quantidades que garantissem sempre a ingestão *ad libitum*, correspondente a um nível de refugo de 10 a 15%.

No 2º período de controlo as ingestões eram restringidas a um nível de 50 g/Kg^{0,75}.

A água esteve sempre à disposição dos animais.

É ainda de referir que, além das dietas, todos os animais receberam diariamente 15 g de um suplemento mineral e vitamínico cuja composição se refere em anexo (Anexo 3).

4.5 - Animais e manejo

Na determinação, quer da digestibilidade quer da ingestão, foram utilizados 8 carneiros adultos do grupo étnico Merino Beira Baixa, com um peso vivo médio de 55.12 ± 5,8 Kg.

Três semanas antes do início do ensaio os carneiros foram desparasitados e receberam uma injeção intramuscular de 15 000 U.I. vit.A, 7 500 U.I. de vit.D, 20 mg vit.E, 10 mg vit. B1, 5 mg vit. B2 e 3 mg de vit. B6. Este tratamento foi repetido 2 meses mais tarde.

Foram constituídos 2 grupos de 4 animais aleatoriamente distribuídos pelas 4 dietas, na modalidade de quadrado latino. Os animais foram colocados em gaiolas metabólicas indivi-

duais, com dispositivos para recolha separada de urinas e fezes.

4.6 - Processamento das amostras

Durante o ensaio foram recolhidas amostras do alimento oferecido e do recusado, bem como de fezes e urinas. Essas amostras foram pesadas em fresco e seguidamente secas em estufa, com circulação forçada de ar a 65°C, durante 24 horas. As amostras diárias, depois de secas, eram guardadas, e no final de cada período de controlo era efectuada uma sub-amostragem para posterior moenda.

No caso das fezes, 10% das amostras diárias foram conservadas a -18° C para determinação do azoto total e no fim de cada período de controlo foi efectuada uma sub-amostragem para posterior moenda e análise química.

As amostras submetidas a moenda foram passadas por um moinho de lâminas, com um crivo de 0,8 mm de diâmetro e conservadas em frascos de plástico.

Para as urinas, 10% das amostras diárias foram conservadas a -18° C e no fim de cada período de controlo foi efectuada uma sub-amostragem para determinação do azoto total (AOAC, 1980).

4.7 - Análises químicas

O teor em matéria seca (MS) foi determinado em estufa de ventilação forçada a 105° C, durante 24 horas. Após incineração em mufla, foram determinadas as cinzas (AOAC, 1980).

As determinações de azoto total (N) foram efectuadas nas amostras originais de feno. Para o feno tratado com ureia as amostras foram colhidas após 66 dias de tratamento e foram expostas ao ar ambiental por um período mínimo de 24 horas antes de serem submetidas a análise (MASCARENHAS FERREIRA, 1987).

O azoto total (N) foi determinado pelo método macro-Kjeldahl usando como catalisador o selénio (ROBERTSON e VAN SOEST, 1981). A fracção do NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber), ADL (Acid Detergent Lignin) hemicelulose e celulose foram analisadas segundo o método de fraccionamento de GOERING e VAN SOEST (1970).

A digestibilidade *in vitro* da MS e MO foi determinada pelo método de TILLEY E TERRY (1963), modificado por ALEXANDER E MAGOWAN (1966).

Para determinar os compostos fenólicos dissociados e não dissociados da matriz da parede celular após o tratamento, bem como as ligações ester saponificáveis dos fenos, que permaneceram intactas após o tratamento, seguimos os métodos descritos por LAU e VAN SOEST (1981).

As amostras (0,25 g nos fenos de aveia e aveia x ervilhaca e 0,5 g nos fenos de aveia tratado com ureia) foram inicialmente extraídas com uma solução tampão de fosfato. Os compostos fenólicos foram calculados medindo a densidade óptica a 280 nm.

Todos os filtrados foram diluídos pelos factores 25 e 50, consoante o peso da amostra. A capacidade tampão dos fenos foi determinada segundo o procedimento de McBURNEY (1985).

A ureia residual foi determinada pelo procedimento adoptado pelo AOAC (1980). A análise processou-se em duas fases: na primeira, a amostra foi colocada em suspensão em água na presença de um defecante e depois filtrada após adição de uma solução de dimetilamino-benzaldeído (4-DMAB); na segunda, fez-se a determinação da ureia por leitura da densidade óptica, utilizando um comprimento de onda de 420 nm.

Todas as determinações foram realizadas em duplicado.

4.8 - Análise Estatística

A análise de variância das dietas foi efectuada com base no procedimento indicado por STEEL e TORRIE (1982), para o delineamento em quadrado latino. A comparação das médias dos tratamentos foi efectuada pelo teste de Tukey.

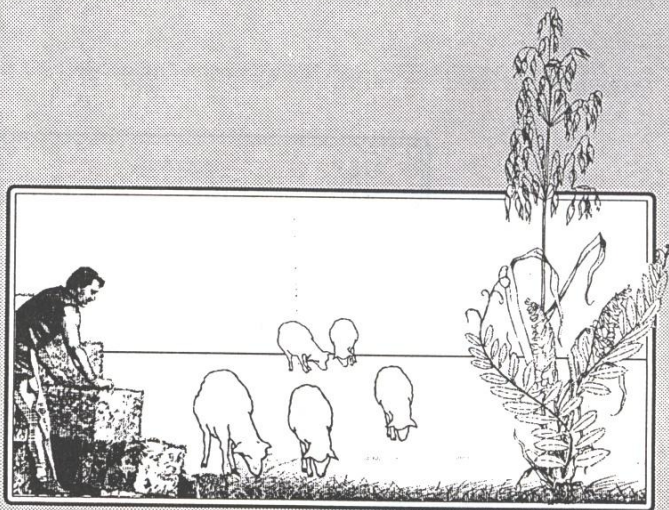
Como no decorrer do ensaio, foram perdidos dois animais do segundo quadrado latino, o que originou a perda de metade dos valores a registar, optamos por analisar apenas um quadrado latino.

A análise de variância da composição química, dos compostos fenólicos, grupos saponificáveis e a digestibilidade *in vitro* da forragem, foi efectuada de acordo com o procedimento convencional proposto por STEEL e TORRIE (1982).

Na comparação de médias foi utilizada a diferença mínima significativa (Lsd).

Resultados e discussão

5



5. - Resultados e discussão

5.1 - Produções médias

A importância da data de corte no aproveitamento de culturas forrageiras anuais Outono-primaveris, submetidas a um só corte, tem merecido especial atenção, devido à possibilidade de se obterem, elevadas produções unitárias de MS.

A altura óptima do corte parece ser aquela que se obtém com o cereal no estado grão pastoso ou leitoso, pois há autores que referem decréscimos na produção após este estado fenológico (NICHOLSON, 1957; SOTOLA, 1937; TRINDADE *et al.* 1987).

O corte da forragem foi, por isso, feito no estado grão pastoso do cereal e as produções obtidas na cultura estreme de aveia e na consociação aveia x ervilhaca, constam do quadro 8.

Quadro 8 - Produções médias das forragens (Kg MS⁻¹ /ha)

FOLHA 10-B	Aveia	9 814
	Infestantes	349
	TOTAL	10 163
FOLHA 10-A	Aveia	6 818
	Ervilhaca	1 069
	Infestantes	551
	TOTAL	8 439

A opção de semear uma cultivar de aveia estreme, embora numa densidade de sementeira um pouco mais elevada (100 Kg/ha) do que a consociação com ervilhaca, pode apresentar vantagens relativamente à utilização das leguminosas, quer porque as sementes de leguminosas são mais caras, quer porque se obtém um maior rendimento de matéria seca da cultura. Segundo MOREIRA (1986) a grande vantagem da utilização desta cultura com produções unitárias elevadas de MS resulta da sua boa adaptação às desfavoráveis condições ambientais para a produção de gramíneas (sequeiro mediterrânico) e à baixa fertilidade do solo, verificadas no nosso país.

Utilizando as mesmas densidades de sementeira e o corte da forragem no mesmo estado fenológico da planta, TRINDADE *et al.* (1987) obtiveram, para a aveia, produções médias de 10 074 Kg MS, valor idêntico ao por nós conseguido (10 163 Kg MS/ha).

Na consociação aveia x ervilhaca obtivemos 8 439 Kg MS/ha. A inclusão da ervilhaca originou, como seria de esperar para as condições edáficas do ensaio, uma redução da ordem das 2 toneladas/MS/ha.

Este valor é superior ao obtido por SILVA DIAS (1987) que na mesma região do campo albicastrense, só conseguiu produções de 5 560 Kg/ha e ao de BENTO *et al.* (1987) que obtiveram 4 704 Kg/ha. No entanto, MOREIRA (1982), em talhões experimentais e ainda considerando o mesmo estado fenológico do cereal, obteve produções da ordem de 14 506 Kg MS/ha.

Com uma densidade de sementeira de 80:20 (aveia x ervilhaca), a ervilhaca participou na consociação com 15,6% da produção total da MS. Este valor é um pouco mais elevado do que os observados por MOREIRA (1982) que obteve 10% de MS e é inferior aos obtidos por TRINDADE *et al.* (1987) que obtiveram cerca de 20% de MS, em condições de sementeira idênticas às do nosso ensaio.

5.2 - Composição química da forragem conservada

No Quadro 9 indicam-se os valores encontrados para a composição química dos fenos utilizados no ensaio.

Quadro 9 - Composição química dos fenos utilizados no ensaio

DIETAS COMPOSIÇÃO	D1	D2	D3	D4	F	S
% MS	92,33 c	89,62 b	76,14 a	92,33 c	56,868	*
MO %MS	95,45 c	94,34 b	93,80 a	95,45 c	8,531	*
NDF %MS	67,52 b	56,87 a	70,98 c	67,52 b	47,289	*
HEM %MS	26,97 c	20,87 a	24,14 b	26,97 c	48,222	*
CEL %MS	35,18 b	30,57 a	41,10 c	35,18 b	39,270	*
ADL %MS	5,36	5,42	5,72	5,36	1,797	NS
PB %MS	5,82 a	9,79 b	14,45 d	11,41 c	128,742	*
Cinzas	4,91 a	5,75 b	6,20 c	4,91 a	3,114	*
Ureia residual (g Kg MS)	-	-	0,43	-	-	-

S (* ou NS) - Nível de significância para $P < 0,05$;

a, b, c, e d - Índices que, quando semelhantes, indicam a não existência de diferenças significativas entre médias.

A percentagem de proteína bruta do feno de aveia (5,82%) - dieta D1 - embora baixa, é semelhante à encontrada por outros autores. MOREIRA (1986) obteve 6% com a utilização da mesma cultivar e valores idênticos (5-7%) foram também observados por PARDO (1987) em amostras de campo de fenos de aveia, em Espanha.

Comparativamente aos fenos de aveia produzidos em regiões próximas da do nosso ensaio, AFONSO DE ALMEIDA *et al.* (1987) e MASCARENHAS FERREIRA *et al.* (1988) obtiveram, respectivamente, valores de proteína bruta variando entre 5,2 e 7,9% e 6,4 e 7,5%.

O valor por nós encontrado é aceitável, tendo em conta a época tardia em que se cortou a forragem.

Relativamente à consociação aveia x ervilhaca - dieta D2 - os teores em proteína bruta situaram-se nos 9,79%, valores estes idênticos aos obtidos por outros autores (BENTO *et al.* 1987; AFONSO DE ALMEIDA *et al.* 1987 e PARDO, 1987), que conseguiram respectivamente 11,9%, 6,7-14,5% e 8-15%.

O efeito do tratamento com ureia nos teores de proteína, foi, como se esperava, significativo: de 5,82% passou para 14,45% (dieta D3). Como afirmam MASCARENHAS FERREIRA *et al.* (1988) e DIAS DA SILVA (1985), esse aumento deve-se fundamentalmente a um acréscimo da fracção azotada solúvel, disponível para ser utilizada pelos micro-organismos do rúmen.

Pelo contrário, o tratamento com ureia em termos de fixação do azoto, não se revelou muito eficaz, como aliás se pode observar no Quadro 10.

Quadro 10 - Azoto retido em função do azoto adicionado em fenos de aveia tratado com ureia após arejamento durante 36 horas à temperatura ambiente (g. Kg⁻¹ /MS).

	FENO AVEIA	FENO AVEIA TRATADO C/UREIA
N total adicionado *	-	27,6
N total observado	5,82	14,48
N total retido	-	8,66
N total retido, % N adicionado	-	31,4

* Admitindo que o teor de N em ureia foi de 46%

As perdas de azoto, (69,6%), foram significativas e superiores às obtidas por MASCARENHAS FERREIRA *et al.* (1988) quando trataram vários fenos de aveia. Porém, DIAS DA SILVA (1985) obteve em palhas de trigo tratadas com um nível de ureia idêntico ao do nosso ensaio, valores de 62,3%, comparáveis, portanto, aos por nós obtidos.

Regista-se, sem dúvida, uma subida do teor em proteína do feno de aveia tratado que, como se pode ver no quadro 10, subiu 8.66 unidades percentuais. DIAS DA SILVA (1985), em palhas de milho, MASCARENHAS FERREIRA *et al.* (1988) em fenos de aveia e SEQUEIRA (1989) num feno de panasco conseguiram, respectivamente, acréscimos de 10,4,

15 e 10 unidades, valores estes que não se afastam muito dos nossos.

Ainda relativamente a fenos tratados, TETLOW (1983), WILLIAMS *et al.* (1984b) e DIAS DA SILVA *et al.* (1988), não encontraram grandes diferenças nas taxas de hidrólise da ureia, quando compararam, a utilização ou não utilização de fontes exógenas de urease.

No ensaio realizado obtivemos uma taxa de hidrólise da ureia aplicada ao feno de aveia, sem recurso a fontes exógenas de urease, extraordinariamente elevada (0,43 g Kg MS), após os 66 dias do tratamento. Os resultados observados coincidem com os obtidos por MASCARENHAS FERREIRA *et al.* (1988).

No tratamento dos fenos de aveia e para promover a hidrólise da ureia, esta adicionou-se em solução aquosa. Na abertura da pilha e no período subsequente não foram detectados fungos, o que vem confirmar a acentuada actividade antifúngica do amoníaco libertado, facto este também constatado e referido por DOUGHERTY *et al.* (1984) e THORLACIUS *et al.* (1984) quando utilizaram a ureia para preservar a qualidade de fenos húmidos.

O teor em proteína do feno de aveia suplementado - dieta D4 - com 2% de ureia por Kg⁻¹ MS foi de 11,41%.

Quanto ao teor em NDF no feno tratado, constatamos que foi superior ao não tratado, provavelmente, porque o teor em cinzas no feno tratado é superior. Os resultados relativos às alterações da estrutura da parede celular, mostraram valores concordantes com as observadas por numerosos autores (DIAS DA SILVA, 1985; DIAS DA SILVA *et al.* 1988; GUEDES, 1986; DESCHARD, 1983; AFONSO DE ALMEIDA *et al.* 1988; MASCARENHAS FERREIRA *et al.* 1988; SEQUEIRA, 1989).

Com efeito, verificou-se uma redução acentuada ($P < 0,05$) dos teores em hemicelulose (de 26,97 para 24,14) e um aumento proporcional da celulose (de 35,18 para 41,10), não se tendo observado variação significativa nos teores em ADL.

No entanto, os teores em ADL do feno tratado são superiores aos do feno não tratado e para McBURNEY (1985) este facto, provavelmente pode ficar a dever-se à formação de materiais «lignin-like». Aliás, a observação dos valores das densidades óptimas revela que a DO total do feno tratado é superior à do não tratado (Quadro 11), facto a que não será estranho o aumento do ADIN (Quadro 12).

Quadro 11 - Absorvância ultravioleta (280 nm) de uma solução tampão, de uma solução de hidróxido de sódio após titulação e grupos saponificáveis numa solução de fibra tampão.

FORRAGENS	DENSIDADES OPTICAS (mg MO ⁻¹) (OD)		TOTAL	GRUPOS SAPONIFICAVEIS (g MO ⁻¹) (3)
	OBD 280 (1)	OBS 280 (2)		
F.AV.ERV. D2	0,87 a	1,73 a	2,6 a	0,73
F.AVEIA D1	0,96 b	1,94 b	2,9 b	0,64
F.AV.T. D3	1,71 c	2,25 c	3,96 c	0,57
S	*	*	*	NS

S(* ou NS) - Nível de significância para P < 0,05;

a, b e c - Índices que, quando semelhantes, indicam a não existência de diferenças significativas entre médias.

1 - Absorvância ultravioleta de extracto tampão.

2 - Absorvância ultravioleta de um extracto hidróxido de sódio após titulação.

1-2 - OD = (Absorvância * factor de diluição * volume) / MO amostra.

3 - G.S. = [(Vol.NaOH*Molaridade de NaOH)-(Vol.HCl*Molaridade HCL)] / MO amostra

O efeito do tratamento químico com álcalis pode ser observado pela modificação da densidade óptica a 280 nm (OBD 280). Os álcalis originam a ruptura das ligações éster, libertando compostos fenólicos solúveis na solução de detergente neutro, compostos esses, capazes de absorver a luz ultravioleta a 280 nm.

Seguindo o método de LAU e VAN SOEST (1981) observamos aumentos significativos da densidade óptica (OD 280) no feno de aveia tratado com 6% de ureia. A ruptura das ligações éster do complexo lenhina polissacáridos explica o aumento dos compostos fenólicos dissociados.

Esta ruptura das ligações éster pode levar, segundo MASCARENHAS FERREIRA *et al.* (1988), a que mais polissacáridos estruturais estejam disponíveis para a digestão da fibra, celulose e hemicelulose.

A extracção com álcali e titulação com ácido até à neutralidade, permite estimar os grupos saponificáveis e assim determinar a quantidade da lenhina solubilizada. Para SEQUEIRA (1989) os grupos saponificáveis aparecem negativamente correlacionados com a digesti-

bilidade *in vitro*. O tratamento com ureia na dieta D3, reduziu o teor em grupos saponificáveis. Comparado com o feno da dieta D1, houve pois um decréscimo na quantidade de base utilizada na ruptura das ligações lenhina polissacáridos. Embora não tenha sido significativa essa redução, parece-nos que a ureia foi eficaz na saponificação das ligações éster.

Como já foi referido, o total de densidades ópticas (OBD 280 + OBS 280) nas soluções de feno de aveia tratados com ureia foi significativamente mais elevado do que no feno não tratado. Resultados idênticos foram obtidos por McBURNEY (1985) e AFONSO DE ALMEIDA (1988).

No entanto, para NIELSEN *et al.* (1986) citados por AFONSO DE ALMEIDA *et al.* (1988) e PERDOK e LENG (1989), o amoníaco libertado pela ureia pode reagir com açúcares reduzidos e formar uma variedade de produtos: as pirimidinas e substitutos do imidazol (incluindo o 4-metilimidazol que é tóxico) que podem interferir nos baixos comprimentos de onda.

Relativamente aos valores de ADIN como se podem ver no Quadro 12, o acréscimo significativo ($P < 0,05$) que se verificou no teor de azoto insolúvel na solução de detergente ácido, leva a supor que tenha ocorrido degradação térmica com formação de produtos do tipo «Maillard».

Quadro 12 - Azoto insolúvel na solução de detergente ácido ADIN nas dietas feno de aveia, feno de aveia e ervilhaca, feno de aveia tratado com ureia e feno de aveia suplementado com ureia.

	D1	D2	D3	D4	F	S
ADIN (g Kg ⁻¹ MS)	1,56 a	2,37 c	1,93 b	1,56 a	52,531	*

S(* ou NS) - Nível de significância para $P < 0,05$;

a, b e c - Índices que, quando semelhantes, indicam a não existência de diferenças significativas entre médias.

Os valores que obtivemos de ADIN, para os fenos tratados, são ligeiramente superiores aos observados por MASCARENHAS FERREIRA *et al.* (1988) que, em fenos de aveia, obtiveram variações de 1,12-1,56, mas que, no entanto, comparados com o feno não tratado, revelaram ser acréscimos não significativos, revelando pois uma ausência da degradação térmica. No entanto, SEQUEIRA (1989), num feno de panasco tratado com 5% de ureia, verificou degradação térmica quando observou valores significativos mais elevados (1,98). DIAS DA SILVA (1985) indica, para a palha de trigo, tratada com 4% de ureia, aumentos de 1,2 para 2,6 g ADIN/Kg MS e GUEDES (1986) observou ainda valores mais elevados em palhas de milho tratadas com 60g de ureia Kg MS (entre 3,0 e 3,9 g Kg MS).

5.3 - Digestibilidade da fibra

Fruto da alteração da composição química das paredes celulares, ocorreram modificações importantes nos valores observados *in vivo* para a digestibilidade da fração fibrosa, como se pode ver no Quadro 13.

Quadro 13 - Digestibilidade da fibra das várias dietas, nos ensaios *ad libitum* e restrito

	D1	D2	D3	D4	F	S
NDF	44,34 a	38,27 a	57,26 b	55,29 b	11,63	*
Ens.1 CEL	53,93 b	45,21 a	63,90 c	58,85 bc	11,29	*
HEM	48,60 a	46,23 a	67,51 b	67,86 b	5,50	*
ADL	-40,47	-34,81	-34,08	-34,58	0,14	NS
NDF	54,44	51,04	60,26	53,87	2,38	NS
Ens.2 CEL	57,42	56,22	65,29	57,61	2,48	NS
HEM	63,44	58,33	70,95	62,93	4,57	NS

S(* ou NS) - Nível de significância para $P < 0,05$;

a, b e c - Índices que, quando semelhantes, indicam a não existência de diferenças significativas entre as médias.

O aumento significativo ($P < 0,05$) da digestibilidade da fibra (DNDF) em fenos tratados com ureia D3 é explicado pelo aumento da digestibilidade da celulose e hemicelulose. A ruptura das ligações éster do complexo lenhina-polissacáridos, leva a que mais polissacáridos estejam disponíveis para a digestão da fibra (celulose e hemicelulose). A hemicelulose será segundo DIAS DA SILVA (1985), particularmente beneficiada devido à natureza solúvel das hemicelulases microbianas no fluido ruminal e ainda à maior facilidade de penetração das enzimas através dos poros da parede celular. No anexo 4 podem ver-se valores de digestibilidade da fibra em forragens tratadas com ureia.

A digestibilidade do N.D.F., no ensaio 2 (restrito), foi mais acentuada no feno não tratado, aproximando assim, eventualmente, o valor da digestibilidade da fibra do valor de degradabilidade potencial (HOOVEL, 1985). Como era de esperar, embora a redução do nível de ingestão tenha ocasionado um aumento da digestibilidade de fibra do feno tratado (57,26 - 60,26), esta revelou-se, ainda assim, superior à do não tratado para este nível de ingestão.

Em relação à digestibilidade da fibra do alimento suplementado, verificou-se um aumento significativo ($P < 0,05$) a nível da ingestão *ad libitum*. A nível da ingestão restrita, não

se detectaram diferenças significativas em relação ao feno não tratado, o que se pode explicar pelo facto de haver carência de energia, já que o substrato glucídico dos fenos origina uma fermentação da fibra muito lenta e a hidrólise da ureia em amoníaco é extraordinariamente elevada.

Relativamente à consociação, embora com um teor inferior de NDF (Quadro 12), a sua digestibilidade foi também menor do que a observada para a aveia. Também neste caso a diminuição de ingestão ocasionou aumentos na digestibilidade da fracção fibrosa.

5.4 - Digestibilidade da matéria orgânica

Em função dos resultados obtidos *in vivo* para a digestibilidade da fibra, eram de esperar efeitos positivos do ponto de vista, tanto da digestibilidade da MO como dos níveis de ingestão para os fenos tratados.

De facto, os resultados *in vitro* mostram um aumento de cerca de 7 unidades percentuais do feno tratado em relação ao não tratado. No entanto, os resultados *in vivo* (Quadro 14) contrariaram os valores obtidos *in vitro*.

Quadro 14 - Digestibilidade *in vivo* da matéria orgânica

	D1	D2	D3	D4	F	S
Ens.1 DMO	50,217 a	52,618 a	49,618 a	60,792b	8,11	*
Ens.2 DMO	58,762	61,790	51,623	59,109	4,42	NS

S(* ou NS) - Nível de significância para $P < 0,05$;
a e b - Índices que, quando semelhantes, indicam a não existência de diferenças significativas entre médias.

Parece haver assim uma certa divergência de resultados na comparação dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* e *in vivo*. Nos ensaios efectuados com fenos tratados, obtivemos valores da digestibilidade *in vivo* superiores em 10% aos da digestibilidade *in vitro*. Estes resultados são coincidentes com os trabalhos de BURGESS *et al.* (1972) em fenos de aveia e os de THORLACIUS e ROBERTSON (1984) em fenos de luzerna.

No entanto, os tratamentos com álcalis, promovendo alterações nas características químicas da fibra, podem elevar as taxas de passagem, tornando reduzida a possibilidade de digestão no rúmen como evidenciaram DIAS DA SILVA (1985) com a fase sólida e

SEQUEIRA (1988) com as fases sólida e líquida, citados por SEQUEIRA (1989).

MASON e TETLOW (1987) verificaram diferenças nos acréscimos das digestibilidades *in vivo* e *in vitro* em plantas inteiras de trigo tratadas com ureia. Os maiores coeficientes de digestibilidade *in vitro* poderiam ser atribuídos à solubilização da fibra neutro detergente após tratamento alcalino e aos constituintes não fermentáveis da planta, os quais no método de TILLEY e TERRY, são determinados como matéria orgânica digestível.

Da análise do Quadro 14 verificamos uma diminuição não significativa ($P < 0.05$) da digestibilidade da MO dos fenos tratados (D3) quando comparado com a dieta (D1). Uma possível explicação para este facto será a existência de pequeno número de observações e a variabilidade animal. Porém, como se pode observar no Quadro 11 e como era de esperar, a quantidade de compostos fenólicos livres, resultantes do tratamento, é significativamente superior ($P < 0.05$) à dos não tratados. O tratamento químico com ureia libertou uma grande quantidade de polifenóis na solução e é conhecido o papel inibidor que os fenóis desempenham na actividade microbiana. A reduzida actividade bacteriana, verificada após o tratamento, poderia justificar o decréscimo na digestibilidade da matéria orgânica.

JUNG e FAHEY (1981) mostraram que a presença de fenóis originava decréscimos na digestibilidade da MO.

Outras possibilidades surgem na justificação do decréscimo de DMO. NELSON e KICHARDUS (1978) citados por SEQUEIRA (1989) levantam a hipótese das alterações verificadas no percurso do complexo solúvel lenhina polissacáridos produzido no rúmen.

Este complexo poderá ser formado pela acção que o tratamento com ureia desempenha nas quebras das ligações éster, libertando uma grande quantidade de compostos fenólicos. No abomaso, este complexo vai precipitar sobre a influência dos baixos valores de pH e aparece, na fracção sólida das fezes. A digestibilidade deste complexo é muito baixa mal deixa o rúmen.

Para McBURNEY (1985) a redução da digestibilidade da MO pode ser justificada pela:

- 1) Diluição dos conteúdos celulares pelo aparecimento de compostos aromáticos indigestíveis (originados pela polimerização de açúcares e de compostos amina) através de reacções Maillard .
- 2) Complexação de hidratos de carbono, potencialmente digestíveis, efectuada pelos compostos aromáticos tornando-os indigestíveis.

No ensaio 1, quando se suplementou com ureia fenos de aveia, houve uma resposta positiva significativa ($P < 0,05$) da DMO. O teor em proteína bruta, ao passar de 5,82 para 11,38%, teve um efeito sinérgico na digestibilidade, passando os seus coeficientes de utilização digestiva de 50,227 para 60,792. Com o acréscimo verificado depreende-se que o reduzido teor em proteína bruta de 5,82, limitava o valor produtivo do feno. DIAS DA SILVA (1985), em ensaios conduzidos em condição *ad libitum* com palhas de trigo suplementadas com 2% de ureia, conseguiu acréscimos na DMO de 6 unidades percentuais.

No entanto, analisando os coeficientes de digestibilidade no ensaio «restrito», a suplementação com ureia não resultou eficaz, talvez pela menor disponibilidade em polis-

sacáridos estruturais digestíveis necessários para fornecer energia, tal como referem DAUGHERTY e CHURCH (1982).

É ainda de referir que a DMO do feno de consociação (D2) não apresentou diferenças significativas quando comparado com a dieta (D1) e isto poderá eventualmente ser devido ao menor teor em NDF da Dieta D2 mas também à sua menor digestibilidade da fibra (DNDF).

Porém, o pequeno acréscimo verificado da DMO quando se passou da dieta D1 para a D2 poderá ser justificado pela maior degradabilidade da proteína das leguminosas, que segundo MASCARENHAS FERREIRA (1989) contém normalmente globulinas e albuminas com uma taxa de solubilidade potencial superior.

5.5 - Ingestão

As ingestões médias diárias expressas em g por Kg^{0,75} da matéria seca (MS) e matéria orgânica digestível podem ser vistas no Quadro 15.

Quadro 15 - Ingestão média diária em percentagem da matéria seca e matéria orgânica digestível.

	D1	D2	D3	D4	F	S
MS	48,14 a	53,15 a	48,87 a	61,08 b	7,04	*
MOD	24,26 a	27,90 a	24,83 a	37,07 b	9,27	*

S* ou NS) - Nível de significância para $P < 0,05$;

a, b - Índices que, quando semelhantes, indicam a não existência de diferenças significativas entre médias.

Relativamente às ingestões do feno suplementado, estas, quando comparadas com a dieta D1 tiveram acréscimos significativos ($P < 0,05$) aumentando em 11 unidades percentuais. Os resultados obtidos levam pois a supor que como consequência da suplementação tenha ocorrido um aumento da actividade celulolítica da população microbiana facilitando a desintegração das partículas alimentares e permitindo que mais rapidamente atinjam um tamanho que possibilite a sua passagem através do retículo folhoso, aumentando assim as ingestões.

Na dieta D3 (feno de aveia tratado), tendo em conta os resultados obtidos relativamente à digestibilidade da fibra, seriam de esperar níveis mais elevados de ingestão. Na verdade os tratamentos alcalinos provocam alterações físicas e químicas a nível da parede celular, resultantes da acção do amoníaco. Esta acção originaria uma menor resistência das partículas alimentares à degradação física, e implicaria um aumento da taxa de passagem no rúmen das partículas alimentares e, consequentemente, originaria uma maior ingestão.

No entanto, como se pode ver no Quadro 15, o efeito do tratamento (D3) na ingestão teve acréscimos não significativos. O mesmo tipo de resultados foi obtido por BENAHMED e DULPHY (1985) e DESCHARD *et al.* (1988).

Saliente-se que no decorrer do ensaio, e tal como afirma IBBOTSON (1983), também verificamos relutância dos animais em aceitar o feno tratado, isto, apesar de 72 horas de arejamento. No anexo 5 podem observar-se os efeitos dos tratamentos com NH₃ e ureia na ingestão da matéria seca e na digestibilidade da matéria orgânica, referidos por alguns autores.

As ingestões da dieta D2 (consociação) não revelam ser significativamente superiores (P<0,05), quer quando comparadas com a dieta D1, quer com a dieta D3. O aumento verificado, embora não significativo, nas ingestões da consociação pode provavelmente atribuir-se à reduzida percentagem da leguminosa na consociação.

5.6 - Balanço azotado

No Quadro 16 podemos observar os resultados obtidos com o balanço azotado.

Quadro 16 - Balanço azotado (g/animal/dia)

<i>AD LIBITUM</i>				
ALIMENTO	N-INGERIDO	N-FECAL	N-URINARIO	N-RETIDO
F.Aveia	8,29	5,94	3,94	-1,6
F.Av.x Erv.	17,07	6,59	7,05	3,43
F.Av. T.	20,84	11,14	10,63	-0,93
F.Av. S.	21,18	5,95	4,96	10,28
<i>RESTRITA</i>				
ALIMENTO	N-INGERIDO	N-FECAL	N-URINARIO	N-RETIDO
F.Aveia	9,41	5,03	6,71	-2,34
F.Av. x Erv.	15,24	4,83	7,4	3,01
F.Av. T.	20,95	11,19	10,44	-0,67
F.Av. S.	17,96	4,95	13,09	-0,08

Não se verificou na maior parte dos casos (5) retenção de N. Vários autores citados por DULPHY *et al.* (1984) constataram que a retenção de azoto ingerido com palhas tratadas com amoníaco, é pequena, devido às perdas nas fezes e na urina.

Nas dietas *ad libitum*, que ensaiámos, constatámos que as dietas D1 e D3 não originaram qualquer retenção de N. Na dieta D1 a quantidade de azoto ingerido foi pequena

(8,29 g/dia/animal) e segundo DRYDEN e KEMPTON (1983), o azoto ligado à fibra nos fenos tardios de gramíneas é de má qualidade e tem uma disponibilidade reduzida. Como este azoto não é utilizado, compreende-se a sua elevada eliminação pelas fezes (71,6%). Segundo DIAS DA SILVA (1985), essa eliminação dependeria do "aumento da secreção do azoto endógeno, do aumento da síntese proteica microbiana no rúmen ou no intestino grosso e da redução da digestibilidade da proteína microbiana no intestino delgado".

Por outro lado, o N disponível no rúmen não pode ser totalmente utilizado pelos microorganismos por carência de fontes energéticas, por isso acumula-se e vai ser eliminado pela urina (47,5%).

Na dieta D3, a quantidade de N ingerido é muito maior (20,84) ao azoto indigestível, vai juntar-se o N proveniente do amoníaco e sólidamente fixado, por reações químicas às paredes celulares não digestíveis (MESCHY, 1984 citado por DULPHY *et al.* 1984; BENAHMED e DULPHY, 1985). A diminuição das percentagens de N fecal (53,4%) e urinário (51%), levam-nos a pensar que poderá ter havido um ligeiro aumento da actividade microbiana. Esse aumento é pequeno, devido à carência de energia e também à possível presença de grupos fenólicos, inibidores do crescimento microbiano e resultantes da acção do amoníaco nas paredes celulares. O aumento da velocidade de trânsito induzida pelo tratamento pelo amoníaco, pode também contribuir para o aumento de N não digestível (DULPHY *et al.* 1984).

Para as dietas D2 e D4 obtivemos retenções de N de 3,43 e 10,28. É de salientar que nas dietas a quantidade de N ingerido é elevada: 17,07 e 21,18. Na dieta D2 esse valor deve-se à consociação com a ervilhaca. A presença dessa leguminosa, dispondo de hidratos de carbono facilmente utilizáveis, permitiu à flora microbiana do rúmen, uma melhor utilização do N e, conseqüentemente, baixar o N das fezes para 38,6% e o da urina para 41,3% do N ingerido.

A dieta D4 é a que apresenta maior quantidade de N ingerido (21,18%) e também a que maior retenção de N regista: 10,28. A suplementação com ureia permitiu dispor rapidamente de N amoniacal. Como não houve formação de compostos fenólicos e a energia necessária aos microorganismos, para utilizar o N disponível, foi conseguida à custa de uma maior ingestão, verifica-se um aumento significativo da actividade microbiana, com diminuição das perdas de N nas fezes (28%) e na urina (23,4%).

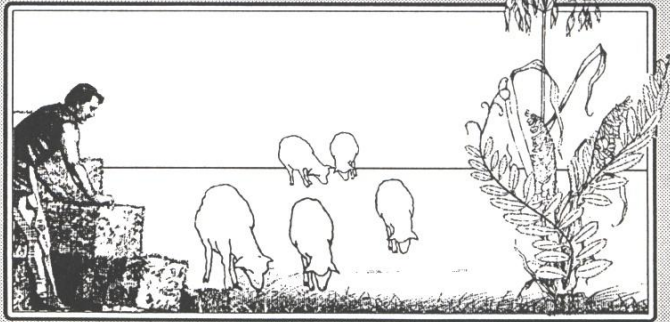
No 2º ensaio, com alimentação restrita registamos retenções negativas com as dietas D1, D3 e D4. A explicação para as dietas D1 e D3 pode ser idêntica à encontrada para a alimentação *ad libitum*. Na dieta D4 verifica-se que apesar do aumento de actividade da flora microbiana, essa actividade foi restringida devido à carência de hidratos de carbono que permitissem utilizar o excesso de N amoniacal que assim se foi acumulando no rúmen, e

originou a elevada percentagem (72,9) de N urinário.

A dieta D2 foi a única que permitiu uma retenção de 3.01 de N. A ingestão de uma quantidade não muito elevada de N (15,24) aliado à disponibilidade de energia fornecida pelos hidratos de carbono da ervilhaca, permitiu um equilíbrio entre o N e a energia disponíveis que levou a um crescimento microbiano e a uma melhor utilização do alimento.

Conclusões

6



CONCLUSÕES

- As produções de matéria seca da aveia estreme (10,163 Kg/ha) foram superiores às da consociação aveia x ervilhaca (8,439 Kg/ha). Estes valores são superiores aos observados pela maioria dos autores e revelam uma boa adaptação às condições edafo-climáticas e de solo. Não poderemos, esquecer, no entanto, que estes resultados dizem respeito apenas a um ano de observações.

- Os valores de proteína dos fenos de aveia (D1) são baixos (5,82%) e justificam o seu tratamento e/ou suplementação para corrigir a deficiência em azoto, como factor limitante à melhor valorização do alimento.

- A consociação aveia x ervilhaca (D2), permite subir o valor da proteína para 9,79%. Relativamente à digestibilidade e ingestão, embora apresentando ligeiro acréscimo relativamente à D1, as diferenças não foram significativas e a digestibilidade da fibra foi mesmo inferior.

- O tratamento com ureia mostrou-se bastante eficaz em termos de elevação quer do teor em proteína bruta (de 5,82 para 14,45%), quer da digestibilidade da fibra. A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica registou um acréscimo de 7 unidades percentuais. Contudo, nos ensaios *in vivo* não se verificaram melhorias na digestibilidade da MO e o acréscimo verificado na ingestão não foi significativo.

- A suplementação com ureia permitiu aumentar o teor em proteína de 5,82 para 11,41%. Na alimentação *ad libitum* originou aumentos significativos da digestibilidade da matéria orgânica e da ingestão, bem como aumentos da digestibilidade da fibra. No ensaio com alimentação restrita, os pequenos aumentos verificados relativamente aos mesmos parâmetros, não foram significativos.

- Quando comparada com a dieta D2 a dieta D4 apresenta no ensaio *ad libitum* aumentos significativos ($P < 0,05$) para a digestibilidade da fibra, da matéria orgânica e da ingestão. No ensaio restrito os acréscimos verificados não são significativos.

- Comparando os resultados obtidos nos ensaios com D2 e D4 verificamos que a D4 apresenta aumentos significativos em relação à D3 no que respeita à DMO e ingestão. A estes dados acresce a facilidade da utilização desta técnica (suplementação) quando comparada com o tratamento. Relativamente à digestibilidade da fibra o tratamento com ureia (D3) mostrou

acréscimos embora não significativos como possível consequência da acção do amoníaco sobre as ligações éster das paredes celulares.

- Se compararmos as dietas D2 com D3, constatamos que o tratamento com ureia não acarretou qualquer melhoria significativa no que respeita à digestibilidade da MO e ingestão, no entanto, como era de esperar, verificou-se um aumento significativo na melhoria da digestibilidade da fibra.

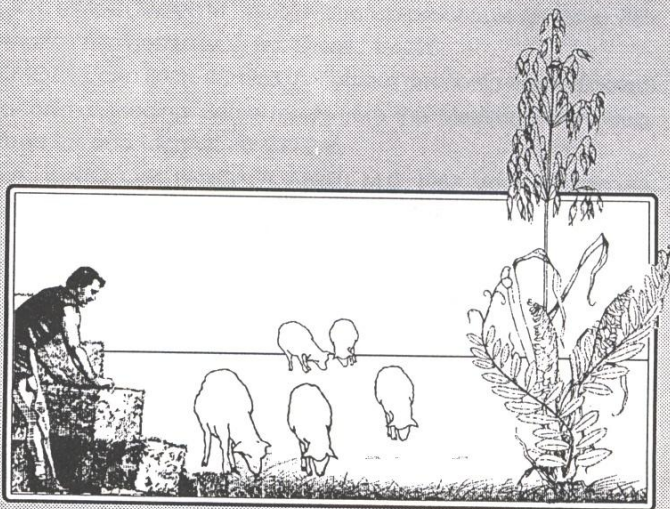
- Estes resultados, embora não coincidentes, com os encontrados por vários autores, enquadraram-se na larga diversidade de resultados obtidos por McBURNEY (1985) ao estudar fenos tratados com ureia.

- A suplementação com ureia dos fenos de aveia, parece ser a alternativa que apresentou a melhor valorização nutritiva do alimento.

- Dada a limitação que a análise de um único quadrado latino impõe, com um reduzido número de graus de liberdade para o erro, os resultados terão por isso de ser encarados com certa reserva.

- Face aos resultados encontrados, e à diversidade dos resultados de outros autores, parece justificar-se a necessidade de prosseguir os estudos sobre a utilização da ureia como fonte de amoníaco na melhoria do valor nutritivo de fenos tardios.

Bibliografia



Bibliografia

- ABREU, J.M.F., 1984. A qualidade da forragem e o comportamento alimentar do ruminante (Tese de Doutoramento). I.S.A.- U.T.L., Lisboa.
- AGABRIEL, J., DULPHY, J.P., MICOL, D., 1987. Utilisation des foins pour la croissance et l'engraissement des bovins. In "Les fourrages secs: récolte, traitement utilisation". Ed. Demarquilly, C., INRA, Paris, pp. 283-318.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (A.R.C.), 1980. The Nutrients Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough.
- ALBERTI, P., ALIBES, X., CASTRO, P., DIEZ, J.L., GARCIA, F.P., MARTINEZ, M., MUNOZ, J.F., 1982. El tratamiento con amoníaco anhidro realizado en la propia finca: un buen sistema para mejorar la calidad nutritiva de la paja. INIA, Zaragoza.
- ALEXANDER, R.H. e MCGOWAN, M., 1966. A filtration procedure for the *in vitro* determination of digestibility. J. Brit. Grassl., 16: 275.
- ALIBES, X., MUNOZ, F., and FACI, R., 1983. Anhydrous ammonia-treated cereal straw for animal feeding. Some results from the Mediterranean Area. Anim. Feed Sci. and Technol. 10: 239-246.
- ALMEIDA J.A.A., BENTO, O.P., LANÇA, A., ABREU, M.C. 1987. Valor nutritivo dos feno produzidos no Alentejo. S.P.P.F. 8 (1): 169-178.
- ALMEIDA, J.A.A., FERREIRA, A.M. and RIBEIRO, J.M., 1988. Conserving and upgrading the nutritive value of whole-hop cereal silages with urea as an ammonia precursor. International Symposium of the Constraints and Possibilities of Ruminant Production in the Dry Subtropics, Cairo
- ANDRIEU, J. e DEMARQUILLY, C., 1987. Composition et valeur alimentaire des foins et des pailles. In "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". Ed. Demarquilly, C., INRA, Paris, pp. 163-182.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1980. Official methods of analysis. Ed. W. HORWITZ. AOAC, Washington, D.C.

- BAILE, C.A. e DELLA FERA, M.A., 1981. Nature of hunger and satiety control systems in ruminants. *J. Dairy Sci.*, 64: 1140-1152.
- BAILE, C.A. e MCLAUGHLIN, C.L., 1987. Mechanisms controlling feed intake in ruminants: A Review. *J. Anim. Sci.*, 64: 915-922.
- BAILE, C.A. and PFANDER, W.H., 1967. Ration density as a factor controlling food intake in ruminants. *J. Dairy Sci.*, 50:70.
- BARRY, T.N. e JOHNSTONE, P.D., 1976. A comparison of supplementary sources of nitrogen and energy for increasing the voluntary intake and utilization of barley straw by sheep. *J. Agric. Sci., Camb.* 86: 163- 169.
- BAUMGARDT, B. R., 1969. *Animal growth and Nutrition*. cap. 6 Ed. Hafez y Dyer, Lea Febiger.
- 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 England, pp. 235-253
- BENAHMED, H. e DULPHY, J.P., 1987. Influence de la complémentation des foins traités à l'ammoniac sur leur valeur nutritive. *Ann. Zootech.*, 36 (2): 153-170.
- BENAHMED H., DULPHY, J.P., 1985. Note sur la prévision de la digestibilité des fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac. *Ann-Zootech.*, 31: 111-130.
- BENAHMED H., et DULPHY, J.P., 1985. Note sur la valeur azotée des fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac. *Ann. Zootech.*, 34 (3): 335 - 346.
- BENGSSON, N., CISZUK, P., KASPERSON, A., LINGVALL, P., 1985. Ammonia and urea as preservatives for hay and straw.
- BENTO, O.P., PEREIRA, A.M., ALMEIDA J.A., CARVALHO, M.J.C., 1987. Influência da época de corte e da forma de conservação sobre o valor alimentar da aveia+vicia. *Pastagens e Forragens*, 8: (1) 99-109.
- BROWN, W.F., 1988. Maturity and ammoniation effects on the feeding value of tropical grass hay. *J. Anim. Sci.*, 66: 2224 - 2232.
- BUETTNER, M.R., LECHTENBERG, V.L., HENDRIX, K. S. and HERTEL J.M., 1982. Composition and digestion of ammoniated tall fescue hay. *J. Anim. Sci.*, 54 (1): 173 - 178.
- BURGESS, P.L., GRANT, E.A., and NICHOLSON, J.W.G., 1972. Feeding value of «forage» oats, *Can. J. Anim. Sci.*, 52: 448-450.
- BUTLER, G.W. e BAILEY, R.W., 1973. *Chemistry and biochemistry of herbage*. Ed. Acad. Press London and N.Y., pp. 1-28.
- CAMPLING, R.C. e LEAN, I., 1983. Food characteristics that limit voluntary intake. In "Nutritional physiology of farm anim". Ed. J. A. Rook e PC. Thomas Longman Inc. New York.

- CARMONA, J.F., and GREENHALGH, J.F.D., 1972. The digestibility and acceptability to sheep of chopped or milled barley straw soaked or sprayed with alkali. *J. Agric. Sci.*, 78: 477-485.
- CENTRO DE ESTUDOS DE PEDOLOGIA DO I.I.C.T., 1983. Carta de solos/versão preliminar. I.P.C.B., Castelo Branco.
- CHALUPA, W., 1978. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in ruminants. *Anim. Prod. Aust.*, Canberra, pp. 211-225.
- CHENOST, M., 1966. L'Indice de fibrosité des foin: mesure et relations avec la valeur alimentaire. *Ann. Zootechnie*, 15: 253-257.
- CHENOST, M., 1987. Influence de la complémentation sur la valeur alimentaire et l'utilisation des mauvais foin et des pailles par les ruminants. In "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". Ed. Demarquilly, C., INRA - Paris. pp. 183-198.
- CHENOST, M. e DEMARQUILLY, C., 1985. Utilization par les ruminants de fourrages et de sous-produits à très faible valeur nutritive. Ed. FAO - Geneve. pp. 21-25.
- CHENOST, M. e DULPHY, J.P., 1987. Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitement. In "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". Ed. Demarquilly, C., INRA - Paris, pp. 199-230.
- CHESSON, A., 1984. Improvements in the nutritive value of Crops and by-products by chemical or biological treatments. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1-10.
- CHURCH, D. C., 1972. Taste, appetite and regulation of food intake. Cap.27. In: "Digestive physiology and nutrition of ruminant". Ed. D.C. Church O. & B. Book Stores Inc. Oregon. USA, 2: 737-762.
- CHURCH, D.C., 1974. Fisiologia digestiva e nutricion de los ruminantes - Fisiologia digestiva, Vol.I. Editorial Acribia, Zaragoza.
- CHURCH, D.C., 1975. Digestive physiology and nutrition of ruminants Vol.I Digestive physiology. Ed. O & B Books, Inc. Corvallis. Oregon.
- CLOETE, S.W.P., KRITZINGER, N.M. 1984. A laboratory assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of wheat straw by urea. 1. The effect of temperature moisture level and treatment period. *South Afric. J. of Anim. Sci.*, 14 (2): 55-58.
- CORDESSE, R., 1987. Technologie du traitement des pailles à l'ammoniac. In "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". Ed. Demarquilly, C., INRA - Paris. pp. 231-242.

- CUDDEFORD, D., DE WAARD, T., 1981. Effect of urea supplementation on intake and utilisation of a diet composed of whole barley and barley straw by immature goats and sheep. pp. 160-167.
- DAUGHERTY, D.A., CHURCH, D.C. 1982. *In vivo* and *in vitro* evaluation of feather and hair meals in combination with urea for ruminants. Ed. Oregon State University, J. Animal. Sci., 54: 345-352.
- DELAGE, J., 1976. L'Alimentation azotée. Inst. Nat. Agrom., Grignon-Paris.
- DELLA FERA, M.A. e BAILE, C.A., 1984. Control of feed intake in sheep. J. Anim. Sci., 59: 1362.
- DEMARQUILLY, C., 1970. Évolution 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. Animal Zootech, 19: 413-422.
- DEMARQUILLY, C. et ANDRIEU, J., 1987. Caracteristiques des fourrages en Europe Nord et Centre. EAAP - Lisbon.
- DEMARQUILLY, C. e ANDRIEU, J., 1988. Les fourrages. In "Alimentation des bovins, ovins & caprins". Ed. INRA.
- DEMARQUILLY, C., ANDRIEU, J., e WEISS, P.H., 1981. Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. INRA, 155-167.
- DESCHARD, G., 1984. Alkali treatment of whole-hop cereal silage "Thesis for Doctor of Philosophy". Ed. University of Reading.
- DIAS DA SILVA, A.A., 1985. Valorização alimentar das palhas de cereais usando a ureia como fonte de amoníaco (Tese de Doutoramento). I.S.A.-U.T.L., Lisboa.
- DIAS DA SILVA, A.A. e SUNDSTOL, F., 1985. Urea as a source of ammonia for improving the nutritive value of wheat straw. Anim. Feed Sci. and Techn. 14 (1986): 67 - 79.
- DIAS DA SILVA, A.A., MASCARENHAS FERREIRA, A., GUEDES, CRISTINA V.M., 1988. Effects of moisture level, treatment time and soya bean addition on the nutritive value of urea-treated maize stover, Anim. feed Sci. Technol. 19: 67-77.
- DIXON, R.M., 1987. Maximizing the rate of fiber digestion in the rumen. In "Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues", Ed. R.M. Dixon, Proceeding of the Sixth Annual Workshop of the Australian-Asian IDP-Camberra.
- DOUGHERTY, C.T., EVANS, J.K., WELLS, K. L., 1984. Urea as a preservative and amendment of moist hay, 284-289.
- DRYDEN, G. McI. and KEMPTON, T.J., 1983. Digestion of organic matter and a nitrogen in ammoniated barley straw. Anim. Feed Sci. and Techn., 10: 65 - 75.

- DULPHY, J.P., KOMAR, A. et ZWAENEPOEL, P., 1984. Effects comparés des traitements à l'ammoniac et à la soude sur la valeur alimentaire de fourrages pauvres. *Ann. Zootech.*, 33 (3): 321-342.
- DULPHY, J.P., AGABRIEL, J., GAREL, J.P., GIRAUD, J.M. et ROUEL, J.. 1986. Influence du traitement à l'ammoniac des foins tardifs sur leur valeur alimentaire: étude sur génisses et vaches allaitantes. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A.*, 63: 25 - 30.
- FAHMY, S.T.M. and ORSKOV, E.R., 1984. Digestion and utilization of straw-effect of different chemical treatments on degradability and digestibility of barley straw by sheep. *Anim. Prod.*, 38: 69-74.
- GARAMBOIS, X., 1985. Utilisation de l'urée comme conservateur de fourrage humide: Exemple d'une association sorgho-soja plantes entières (Premiers Resultats). *INRA*, 95-111.
- GATES R.N., KLOPFENSTEIN, T.J., WALLER, S.S., STROUP, W.W. BRITTON and ANDERSON, B.F., 1987. Influence of thermo-ammoniation on quality of warm-season grass hay for steers. *J. Anim. Sci.*, 64: 1821-1834.
- GIBB M.J. and BAKER, R.D., 1988. Performance of young steers offered stack-treated ammoniated hay or an treated hay with or without a supplement. *Animal Production*, 47: 223-229.
- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J., 1970. Forrage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). *USDA, Agriculture Handbook*, 379, Washington, D.C.
- GORDON, A.H. e CHESSON, A., 1983. The effect of prolonged storage on the digestibility and nitrogen content of ammonia-treated barley straw. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 8: 147 - -153.
- GRAHAM, H. P. AMAN and MAGUIRE, M.F., 1985. Influence of anhydrous ammonia treatment on the composition and degradation of component of barley straw. *Ir. J. Agric. Res.*, 24: 33-37.
- GRENET, E. DEMARQUILLY, C., 1987. Rappels sur la digestion des fourrages dans le rumen (parois) et ses conséquences. In "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". *INRA - Paris*.
- GUEDES, C.V.M., 1986. Efeito da adição de soja, da humidade e do tempo de tratamento no valor nutritivo da palha de milho tratada com ureia. relatório final de estágio. *U.T.A.D, Vila Real*, 45 pp.
- GUEGEN L., LAMAND, M., MESCHY, F., 1988. Nutrition minerale. In "Alimentation des bovins, ovins e caprins", *INRA-Paris*, pp. 95-111.
- GUESSOUS, F., 1987. Nutritional characteristic of mediterranean forrages and methods of predicting their nutritive value. 38th Anual Meeting of the *EAAP.*, 28 Set. - 1 Out.

- HENESSY, D.W., 1984. Response of cattle on low quality pasture hay to increments of urea or to a supplement of protein. *Animal Production in Australia*, 15.
- HERRERA-SALDANA, R., CHURCH, D.C., and KELLEMS, R.O., 1982. The effect of ammoniation treatment on intake and nutritive value of wheat straw. *Journal of Animal Science*, 54 (3): 603-607.
- HOBSON, P.N.L., 1976. Trends and innovations in rumen microbiology in micro-biology in agricultures, fisheries and food. Ed. The Society for applied Bacteriology. Academic Press, 4.
- HORTA, M.C.S.M., GOMES, M.F.N., 1984. Caracterização climática de Castelo Branco. I.P.C.B., Castelo Branco.
- HORTON, G.M.J., 1981. Composition and digestibility of cell wall components in cereal straws after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Anim.Sci.*, 61: 1059-1062.
- HOVELL, F.D., 1985. Roughage digestion and intake by ruminants in proceedings of an international seminar (FEEDS). Ed. R.M. Livingstone Aberdeen, pp. 26-37.
- IBBOTSON, C.F., 1983. The effectiveness of urea as a source of ammonia for increasing the digestibility of straw. *Anim. Prod.*, 36: 538.
- I.T.C.F.; A.P.R.I.A., 1976, Les pailles de cereales.
- JARRIGE, R., 1962. La valeur alimentaire des foins. *Bull. des C.E.T.A. Journées C.E.T.A., Étude n° 652.*
- JARRIGE, R., 1981. Constituants glucidiques des fourrages: variations, digestibilité et dosage. In "Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants". INRA, Versailles, pp. 13-40.
- JARRIGE, R., DEMARQUILLY, C. and DULPHY, J.P., 1974. The voluntary intake of forages. In "Quality of herbage". *Vartudling 28 - Uppsala*, pp. 98-106
- JARRIGE, R., DEMARQUILLY, C., DULPHY, J., 1982. La Conservation des fourrages - *Bull Techni.. C.R.Z.V. theix INRA*, 50: 5-32.
- JARRIGE, R., 1988. Ingestion et digestion des aliments in "Alimentation des bovins, ovins & caprins. INRA - Paris. pp 29 - 56.
- JAYASURIYA, M.C.N. e PEARCE, G.R., 1983. The effect of urease enzyme on treatment time and the nutritive value of straw treated with ammonia as urea. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 8: 271 - 281.
- JEWELL, S.N. and CAMPLING, R.C., 1986. Aqueous ammonia treatment of wheat straw: voluntary intake and digestibility in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14: 81-93.
- JOURNET, M., 1981. Utilisation de l'azote non proteique par les ruminants. In "Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants". INRA, pp. 265-278.

- JUNG, H.G., e FAHEY, G.C., 1981. Effect of phenolic compound removal on *in vitro* forage digestibility. J. Agric. Food Chem., 29 (4): 817 - 820.
- KAUFMANN, W., LUPPING, W., 1982. In protein contribution of feedstuffs for ruminants. Ed. E.L.MILLER, I.H.PIKE, A.J.H. Van es., London, pp. 36-75.
- KNOKE, S., KUNTZEL, V., 1984. Preservative effect of urea in moist hay in uncovered large bales. Herbage Abstracts, 54: 8.
- LALIGANT, A., 1986. Étude des modifications biochimiques des pailles au cours d'un traitement par l'ammoniac. Ed. D.E.A. en Sciences Alimentaires. Université de Montpellier.
- LALL, D., MAKKAR, H.P.S., NEGI, S.S., 1983. A note on *in vivo* comparison of a urea-formaldehyde-molasses complex and urea molasses mixes as sole nitrogen supplements to a wheat chaff ration for steers. Anim.Prod., 36: 309-311.
- LAU, M.M., VAN SOEST, P.J., 1981. Titrable groups and soluble phenolic compounds as indicators of the digestibility of chemically treated roughages. Anim. Feed Sci. & Technol., 6: 123-131.
- LEVY, D., HOLZER, Z, DRORI, D. and FOLMAN, Y., 1983. Problems involved in the utilization of alkali-treated fibrous roughages. The effects of level of roughage and protein in the diet and neutralization of residual alkali. Animal Production, 37: 105-112.
- LYNCE DE FARIA, P., AGUIAR PINTO P., 1980. Datas prováveis de início da fenação a sul do Tejo. Forragens e pastagens.
- MASCARENHAS FERREIRA, A., 1982. A CEE workshop on methodology of analysis of feedingstuffs for ruminant. Algumas reflexões sobre os resultados e conclusões do European Van Soest Ring Test. IUTAD - Vila Real.
- MASCARENHAS FERREIRA, A., 1987. Produção e utilização de forragens em prados temporários de regadio e lameiros-3: Rel.An.Progresso. UTAD- Vila Real.
- MASCARENHAS FERREIRA, A., 1989. Forragens e pastagens: Programa, conteúdo e métodos de ensino. UTAD - Vila Real.
- MASCARENHAS FERREIRA, A., DIAS DA SILVA, A., ANTONIO CRUZ, M., FILIPE VIEIRA, R., AZEVEDO, J.M.T., ALVARO DE SOUSA., 1981. Os Fenos no nordeste de Portugal - 1-Valor energético e azotado (Resultados do 1º. Ano de observações). Pastagens e forragens, pp. 67-77.
- MASCARENHAS FERREIRA, A., GUEDES, C.V.M., ALMEIDA, A.A., RAMALHO RIBEIRO, J.M., DIAS DA SILVA, A., 1988. The effectiveness of urea as a source of ammonia for increasing the digestibility of poor quality hays. UTAD-Vila Real.

- MASON V.C., HARTLEY, R.U., KEENE, A.S e COBBY, J.M., 1988. The effect of ammoniation on the nutritive value of wheat, barley and oat straw. I. changes in chemical composition in relation to digestibility *in vitro* and cell wall degradability. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 19: 159-171.
- MAINARD, L.A., LOOSLI, J.K., HINTZ, H.F., WARNER, R.G., 1979. *Animal Nutrition*, 7th editions, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Mc ALLAN, A.B., GRIFFITH, E.S., 1987. The effects of different sources of nitrogen supplementation on the digestion of fibre components in the rumen of steers. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 17: 65-73.
- McBURNEY, M.I., 1985. Physicochemical and nutritive evaluation of chemically treated feeds for ruminants. Ph. D. Thesis. Cornell University, U.S.A.
- McDONALD, P., EDWARDS, R.A. e GREENHALGH, J.D., 1981. *Animal Nutrition* 3ª edição. Longman Inc., New York.
- McRAE, J.C., 1987. Nitrogenous components and the nutritive value of feeds-tuffs. 38th Annual Meeting of the EAAP.
- MERTENS, D.R., 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64: 1548-1558.
- MIRA, J.J.F., 1981. Methods for improving the intake and nutritive value of poor quality roughages. Ph. D. Thesis, University of Aberdeen. Ed. Anim. Prod. Health Dep., Aberdeen - Scotland.
- MOIR, R.J., 1972. Food composition and preparation and its influence upon digestibility and utilization. World Congress of Anim. Feeding - Madrid.
- MONTEIRO MARQUES, M., 1983. Reflexões acerca da evolução geomorfológica da área ocupada pela herdade da E.S.A.C.B. I.P.C.B., Castelo Branco.
- MONTGOMERY, M.J. e BAUMGARDT, B.R., 1965. Regulation of food intake in ruminants «Pelleted rations varying in energy concentrations». *J. DAIRY Sci.*, 48: 569-574.
- MONTIES, B., 1980. Les polymeres vegetaux. Polymeres parietaux et alimentaires non azotée. *Biochimic Appliquée*, Villar's.
- MOREIRA N., 1980. Cultura de forragens e pastagens. I.U.T.A.D., Vila Real.
- MOREIRA, N., 1982. Produção de forragens e pastagens no sequeiro mediterrânico: data de corte de uma consociação aveia x ervilhaca. *Pastagens e forragens*, Elvas, 3: 193-200.
- MOREIRA, N., 1986. A aveia como cultura forrageira. U.T.A.D., Vila Real.
- MOWAT, D.N., McLAUGHEY, P., MacLEOD, G.K., 1981. Ammonia or urea treatment of whole high moisture shelled corn. *J. of Anim. Sci. Nut. Abst. and Revue.* 52 (7): 405.
- NICHOLSON, I.A., 1957 The effect of stage of maturity on the yield and chemical composition of oats for haymaking. *J. Agric. Sci.*, 49: (2) 129-139.

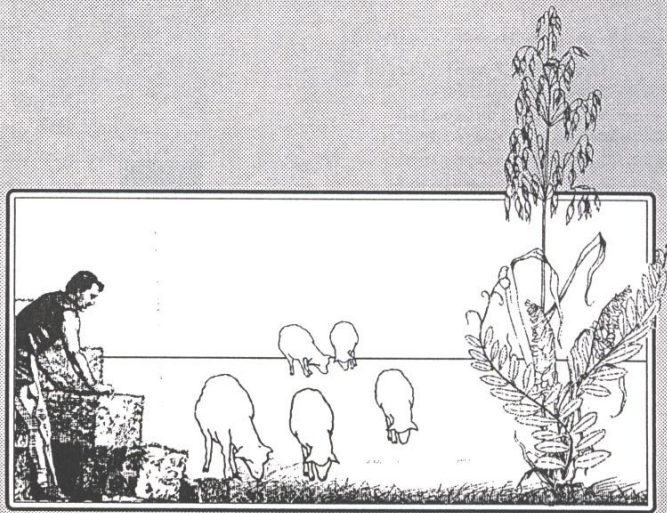
- NRC, 1976. Urea and other nonprotein nitrogen compounds in animal nutrition. Board of Agricultural and Renewable Resources. National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, DC.
- ORSKOV, E.R., 1982. Protein nutrition in ruminants. Academic Press. London. pag. 160.
- ORTIGUES, I., FONTENOT, J.P., FERRY, J.G., 1988. Digesta flows in sheep fed poor-quality hay supplemented with urea and carbohydrates. *J. Anim. Sci.*, 66: 975-985.
- OWENS F.N., LUSBY, K.S., MIZWICHI, K., FORERO, O., 1980. Slow ammonia release from urea: Rumen and metabolism studies. *Journal of Anim. Sci.*, 50 (3): 527-531.
- PARDO, E.M., 1987. La producción de pastos e forrages en el suroeste de la Península Ibérica. *Forragens e pastagens*, 8: 45-53.
- PERDOK, K.B. e LENG, R.R., 1987. Hiperexcitability in cattle fed ammoniated roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 17: 121-143.
- PETIT, M., GAREL, J.P., e GRENET, N., 1987. Utilisation des foin et pailles par le troupeau de vaches allaitantes. In "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". Ed. Demarquilly, C., INRA-Paris. pp. 361-389.
- PINTO DE ANDRADE, L.P.M., 1986. Elaboração de um esquema contabilístico de exploração da Quinta da S^{ra}. de Mercurles (E.S.A.C.B.). UTAD - Vila Real.
- RAYMOND, W.F., 1969. The nutritive value of forage hops in: "Advances in agronomy". London: N.C.Brady - Acad.Press London, 21: 1-108.
- RAYMOND, W.F., 1987. Utilisation des foin traités à l'ammoniac. In "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". Ed. Demarquilly, C., INRA-Paris, 475-479.
- REXEN, F., STIGSEN, P., and KRISTENSEN, F.V., 1976. The effect of a new alkali technique on the nutritive value of straws. In "Feed energy sources for livestock". Ed. H. SWAN and D. LEVIS, London, pp. 65-82.
- ROBERTSON, J.B., VAN SOEST, P.J., 1981. The detergent system of analysis and its applications to human food. In "The analysis of dietary fiber in food" Ed. W.P.T. JAMES, O THEANDER, New York, pp. 123-158.
- ROMANO, A.M. e VINTE UM, F.R., 1981. Reacção de gramíneas e leguminosas de sequeiro quer estemes quer consociadas a 4 níveis de adubação azotada. *Pastagens e forragens*. Elvas, 2: 147-164.
- RUSSEL, J.B. e HESPELL, R.B., 1981. Microbial rumen fermentation. *J. Dairy. Sci.* 64: 1153 - 1169.
- SEQUEIRA, C.A., 1988. Efeito da adição de sais sódicos ao rúmen na utilização digestiva da fibra (Tese de Doutoramento). UTAD, Vila Real.

- SEQUEIRA, I.M.F.L., 1989. Utilização digestiva de um feno de *dactylis glomerata* L. suplementado e tratado pela ureia. In: Relatório final de estágio, UTAD, Vila Real.
- SERVIÇO METEOROLOGICO NACIONAL, 1984. Atlas climatológico de Portugal Continental (Edição preliminar). LISBOA.
- SILVA DIAS, J.C., 1988. O Sistema de agricultura do campo albicastrense. Sociedade portuguesa de pastagens e forragens. Elvas.
- SLYTER, L.L., CHALUPA, W., OLTJEN, R.R., WEAVER, J.M., 1986. Sulfur influences on rumen microorganismes *in vitro* and in sheep and calves. J. Anim. Sci., 63: 1949-1959.
- SOTOLA, 1937. The chemical composition and nutritive value of certain cereal hays as affected by plant maturity. J. Agric.Res., 54: 399 - 415.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H., 1982. Principles and procedures of statistics. A biometrial approach. 2nd. Edition. Mcgraw-Hill Book Company. New York.
- SUNDSTOL, F., 1981. Methods for treatment of low quality roughages. In: "Utilization of low quality roughages in Africa". Ed. J.A.KATEGILE,A.N.SAID, F. Sundstol, Agric. University of Norway, pp. 61-80.
- SUNDSTOL, F. AN. SAID, ARNASON, J., 1979. Factors influencing the effect of chemical treatment on the nutritive value of straw. Acta Agriculture Scandinavica, 29: 179 - 190.
- SUNDSTOL F. and EWEN M. COXWORTH., 1984. Ammonia treatment. F.Sundstol and E.Owen Develop.in Animal, and Vet. Sci. 14: 196-247.
- TAMMINGA, S., 1982. Energy-protein relationships in ruminants feeding: Similarities and differences between rumen fermentation and postruminal utilization. In "Protein contribution of feedstuffs for ruminants: application to feed formulation". Ed. E.L. MILLER e I.H. PIKE, Butterworth Scientific, London, pp. 5-17.
- TENDINHA, I.M.V.F., 1988. Caracterização química e nutritiva do resíduo de feijão frade. Esc. Sup. Med. Vet., U.T.L., Lisboa.
- TETLOW, R.M., 1983. The effect of urea on the preservation and digestibility *in vitro* of perennial ryegrass. Anim.Feed Sci. and Techn., 10: 49-63.
- THIBAUT, J.F., 1980. Les substances pectiques. In: «Les Polymeres vegetaux» de Bernard Monties. Paris: GAUTHIER VILLARS. Bordas-Paris, pp. 232-251.
- THORLACIUS, S.O., e ROBERTSON, J.A., 1984. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high-moisture hay. Can. J. Anim. Sci. 64: 867-880.
- TILLEY, J.M., TERRY, R.A., 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. J. British Grass Soc., 18: 104.

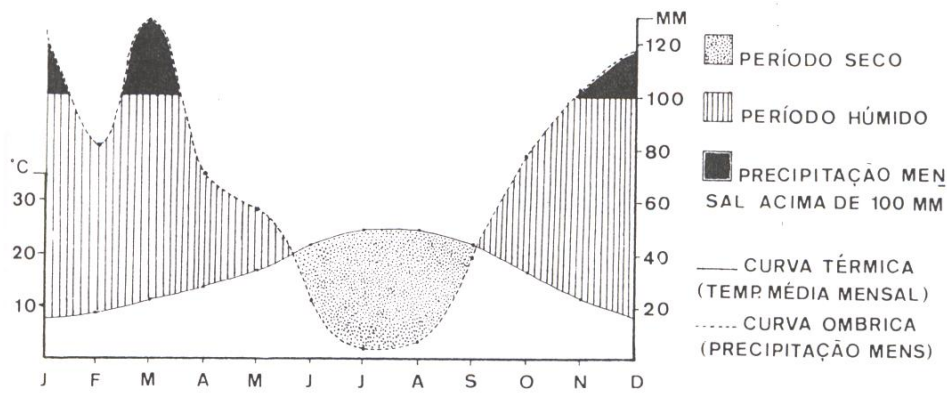
- TISSERAND, J.L., 1987. Les Fourrages pauvres. Ecole National Superieure des Sciences Agronomiques Appliquées.
- TRINDADE, H.M.F., 1987. Estudos de crescimento e composição morfológica de culturas forrageiras anuais - Aveia, triticales e consociações com ervilhaca vilosa. UTAD, Vila Real.
- TRINDADE, H., MOREIRA, N., 1987. Importância da data de corte da aveia, do triticales e das suas consociações com ervilhaca para forragem. Análise da evolução dos caules, folhas e órgãos reprodutores. Forragens e pastagens, 8 (1): 85-99.
- VAN ES, A.J., 1978. Utilization of nutrients for net protein synthesis, 171-180.
- VAN ES, A.J.H., 1978. Recent advances on the nutritive of farm animals - IV World Conf. Anim.Prod., 386-422.
- VAN ES, A.J.H. e VAN der MEER, J.M., 1981. Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. Workshop on Methodology of Analysis of Feedstuffs, 1-106.
- VAN SOEST, P.J., 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ed. O & B Books. Inc. Corvallis, Oregon. USA.
- VAN SOEST, P.J., 1987. Fiber components and the nutritive value of feedstuffs - 38 th Annual Meeting of EAAP, Lisboa.
- VAZ PORTUGAL, A., 1978. The rumen and the ruminant. Cong. Mundial de Alimentação Animal, Madrid, pp. 13-37.
- VAZ PORTUGAL, A., 1966. Some aspects of nitrogen metabolism in the rumen. Separata Congresso Mundial de Alimentacion Animal, Madrid, pp. 3-25.
- VAZ PORTUGAL, A., 1969. Los problemas de la alimentacion proteica en los ruminantes de las areas restringidas. Separata de Zootecnia, 18: 405-413.
- VERA E VEGA, A. 1986. Alimentacion e pastoreo del ganado ovino, Universidade de Cordoba, Nº 87.
- VILLAX, E.J., 1963. La Culture des plantes fourrageres dans la region mediterraneenne occidentale. INRA, RABAT, p. 641.
- WAAGEPETERSEN, J., and VESTERGAARD THOMSEN, K., 1977. Effect on digestibility and nitrogen content of barley straw of different ammonia treatments. Anim.Feed Sci. and Techn., 2: 131-142.
- WALLY, T.K., e ORSKOV, E.R., e BHARGAVA, 1988. Rumen degradation of straw. Anim. Prod. 46: 347 - 152.
- WHANGER, P.D. and MATRONE, G., 1970. Effects of sulfur deficiency on metabolism in sheep. H.Muth Symposium.
- WILLIAMS, P.E.V. e INNES, G.M., 1982. Effects of ammonia from urea hydrolysis on the drymatter loss from dracon bags of barley straw. Anim. Prod., 34: 385.

- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M., and BREWER, A., 1984a. Ammonia treatments of straw via the hydrolysis of urea I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. *Anim. Feed Sci. and Techn.*, 11: 103-113.
- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M. and BREWER, A., 1984b. Ammonia treatments of straw via the hydrolysis of urea II. Additions of soya bean, sodium hydroxid and molasses; effects on the digestibility of urea-treated straw. *Anim. Feed Sci. and Techn.*, 11:115-124.
- WOLTER, R., 1983. L'Urée dans l'alimentation des ruminants. *Éc. Nat. Vet. Lyon* 445-454.

Anexos



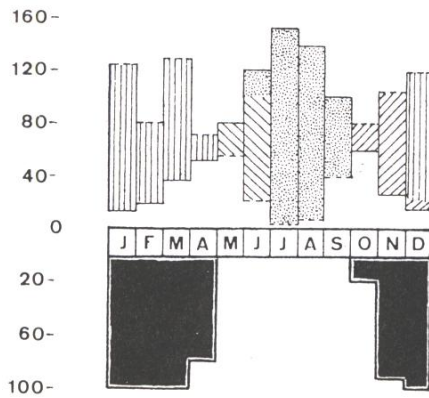
Anexo 1 - Diagrama ombrotérmico e balanço hídrico da região de Castelo Branco (HORTA e GOMES, 1984).



INDICE XEROTÉRMICO $X:111,4$

X:N: DE DIAS BIOLÓGICA
MENTE SECOS

CLIMA
TERMOMEDITERRÂNEO
(CARTA BIOCLIMÁTICA DA F.A.O.)



- água restituída ao solo
- água cedida pelo solo
- excesso de água

- deficiência de água
- água armazenada no solo
- evapotranspiração potencial
- precipitação

Fórmula Climática $C_2 s_2 B'_2 b'_4$

Classificação Climática:

Sub-húmido chuvoso, com grande
deficiência de água no Verão,
Mesotérmico, com moderada con-
centração estival da eficiênci
térmica.

Método de Thournthwaite-Mather

(Horta e Gomes, 1984)

CARACTERÍSTICAS DO SOLO

Litologia e Geomorfologia - "A área estudada situa-se na orla do contacto do complexo xisto-grauváquico ante-Ordovicico, com granito porfiróide de grão grosseiro" (Monteiro Marques, 1983) e tem como minerais essenciais o quartzo, microclina, micropertite e oligoclase e encontra-se profundamente arenizada.

Descrição morfológica - "Solo "pardo" ou cinzento por vezes a "pálido" (10yR) com a profundidade; franco-arenoso ou franco-argilo-arenoso até cerca de 0,5/1,00 m; inferiormente granito porfiróide de grão grosseiro normalmente bastante alterado"(I.I.C.T., 1983).

Topografia - A folha de ensaio encontra-se a uma altitude de 335- 340 m com um declive variável de 1-5%.

Erosão - A folha corresponde a uma zona de ganhos e perdas de materiais sólidos, por erosão devido ao declive, de equilíbrio algo instável.

Condições hídricas - Nas zonas mais próximas da linha de água e com menor declive a má drenagem é evidente limitando nas épocas pluviosas e em apreciável medida a capacidade produtiva do solo.

Anexo 3 - Composição do suplemento mineral e vitamínico

SEMOLETES CM 772 SM				
COMPOSIÇÃO:	Calcio	17%	OLIGO-ELEMENTOS EM mg / Kg	
	Fósforo total	8%	Zinco	5.400
	Magnésio	4%	Manganês	3.600
	Sódio	8%	Cobre	720
CINZA TOTAL	70%	Ferro	680	
		Iodo	45	
		Cobalto	27	
		Selênio	2,7	
VITAMINAS POR 100Kg:				
	Vitamina A	18.000.000	UI	
	Vitamina D3	9.000.000	UI	
	Vitamina E	13.500	mg	
DATA DE FABRICO: - / OUT / 1988		Val: OUT. 1989		
FABRICADO POR: SICA - C.A.F. - FRANÇA				

Anexo 4 - Efeito dos tratamentos com NH₃ e ureia na digestibilidade da parede celular.

COMPONENTE	DIGESTIBILIDADE (%)	TRATAMENTO	FORRAGEM E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	AUTOR
NDF	72,1	30g NH ₃ Kg MS	Feno de festuca <i>in vivo</i> , com ovinos	BUETTNER <i>et al</i> (1982)
NDF	53-56	30g NH ₃ Kg MS	Feno de azevém, 56,8%, <i>in vitro</i>	TETLOW (1984)
NDF	70,4-71,2	10g NH ₃ Kg MS	Feno de bromo, 70% MS, <i>in vivo</i> , com ovinos	THORLACIUS e ROBERTSON (1984)
NDF	65,8-67,8	20g NH ₃ Kg MS	Feno de bromo, 70% MS, <i>in vivo</i> , com ovinos	THORLACIUS e ROBERTSON, (1984)
NDF	76,1	34g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Lolium perenne</i> L.cv. Cropper, 83,4% MS <i>in vivo</i> , novilhos	GIBB e BAKER (1988)
NDF	52,1	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Panicum virgatum</i> L. 94,2% MS <i>in vivo</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)
NDF	52,0	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Sorghastrum nutans</i> L. 95,1% MS <i>in vitro</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)
NDF	46,0-57,2	60g ureia Kg MS	Feno de prado natural, 75% MS, <i>in vitro</i>	MASCARENHAS FERREIRA, <i>et al</i> (1988)
HEMICELULOSE	93,8	30g NH ₃ Kg MS	Feno festuca, <i>in vivo</i> , com ovinos	BUETTNER <i>et al</i> (1982)
HEMICELULOSE	57,3	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>panicum virgatum</i> L. 94,2% MS <i>in vivo</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)
HEMICELULOSE	59,3	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Sorghastrum nutans</i> L. 95,1% MS <i>in vivo</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)
CELULOSE	72,3	30g NH ₃ Kg MS	Feno festuca, <i>in vivo</i> , com ovino	BUETTNER <i>et al</i> (1982)
CELULOSE	77,1	34g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Lolium perenne</i> L. cv. Cropper, 83% MS	GIBB e BAKER (1988)
CELULOSE	61,2	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Panicum virgatum</i> L. 94,2% MS, <i>in vivo</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)
CELULOSE	60,8	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Sorghastrum nutans</i> L. 95,1% MS <i>in vivo</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)
LENHINA	- 1,4	30g NH ₃ Kg MS	Feno festuca, <i>in vivo</i> , com ovinos	BUETTNER <i>et al</i> (1982)
LENHINA	18,4	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Panicum virgatum</i> L. 94,2% MS, <i>in vivo</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)
LENHINA	13,4	30g NH ₃ Kg MS	Feno <i>Sorghastrum nutans</i> L. 95,1% MS, <i>in vivo</i> , bovinos	GATES <i>et al</i> (1987)

Anexo 5 - Efeitos dos tratamentos com NH₃ e ureia na ingestão de matéria seca e na digestibilidade da matéria orgânica

DIETA BASE	ANIMAIS	TRATAMENTO	INGESTÃO DE MS (g/kg ^{0,75})		DIGESTIBILIDADE DA MO (%)	
			*D. b.	*D. t.	*D. b.	*D. t.
Feno prado natural (DULPHY <i>et al.</i> , 1986)	Novilhos n=10	5% NH ₃	68,0	68,1	60,5	57,1
Feno prado natural (BENAIMED <i>et al.</i> , 1985)	Carneiros, 55Kg n=8	3% NH ₃ 5% ureia	47,6 a 47,6 a	60,0 b 47,6 a	57,9 a 57,9 a	65,8 c 60,3 b
Palha de trigo (BENAIMED <i>et al.</i> , 1985)	Carneiros, 55Kg n=8	3% NH ₃ 5% ureia	39,0 a 39,0 a	32,7 a 25,0 b	40,2 a 40,2 a	47,9 b 38,5 a
Feno tardio Gramíneas (DULPHY <i>et al.</i> , 1984)	Carneiros, 75Kg n=5	4% NH ₃	44,2 a	56,4 b	58,0 a	64,3 b
Feno húmido (26% H ^o) ad libitum (BENAIMED <i>et al.</i> , 1987)	Carneiros, 48Kg n=6	8% NH ₃	56,9 a	57,8 a	56,9 a	57,9 a
Feno tardio restrito (BENAIMED <i>et al.</i> , 1987)	Carneiros, 45Kg n=8	8% NH ₃	42,9	47,3	52,4	59,4
Palha de cevada (ALIBES <i>et al.</i> , 1983/84)	Carneiros n=6	3,5% NH ₃	29,7	36,5	45,8	50,6
Palha de trigo (ALIBES <i>et al.</i> , 1983/84)	Carneiros n=6	3,5% NH ₃	42,9	49,2	42,6	50,8
Fenos tardios de prado permanente (RAYMOND, 1987)	Novilhas n=28	2,53% NH ₃	42,5	42,5	43,9	52,8
Fenos tardios de prado permanente (RAYMOND, 1987)	Borregos n=63	4,2% NH ₃	46,4	53,9	-	-
Palha de cevada (FAHMY <i>et al.</i> , 1984)	Carneiros, 40Kg n=4	3,5% NH ₃	24,0	41,5	55,4	62,8
Palha de trigo (DIAS DA SILVA, SUNDSTOL, 1985)	Carneiros, 55Kg n=5	4,0% ureia	57,1 a	63,6 ab	23,8 a	30,0 b

*D. b. = Dieta base

*D. t. = Dieta tratada

ANEXO 6 - Composição química da forragem conservada

Quadro 1

DATA	ALIMENTO	%MS	MO %MS	NDF %MS	ADF %MS	ADL %MS	PB %MS	N %MS	N-ADF %MS	HEM %MS	CINZAS %MS	CEL %MS
20/10/88	Aveia	84.49	96.06	66.30	39.74	5.20	4.92	0.79	0.25	26.56	3.94	34.54
16/11/88	Aveia	90.06	95.87	65.40	38.33	5.05	4.99	0.80	0.22	27.07	7.09	33.28
28/11/88	Aveia	96.00	95.93	70.50	42.07	5.20	6.86	1.10	0.27	28.43	4.08	36.87
16/12/88	Aveia	92.00	93.60	65.90	40.48	5.20	6.01	0.96	0.24	25.42	6.40	35.28
27/12/88	Aveia	93.02	94.95	67.72	41.67	5.38	4.99	0.80	0.28	26.05	5.05	36.29
10/01/89	Aveia	93.64	95.10	70.10	42.71	5.05	7.15	1.14	0.23	27.39	4.90	37.66
28/01/89	Aveia	95.98	95.97	69.17	42.23	5.71	6.89	1.10	0.24	26.94	4.03	36.52
18/02/89	Aveia	93.45	96.15	65.05	37.15	6.08	4.80	0.65	0.27	27.90	3.80	31.07
	Média	92.33	95.45	67.52	40.55	5.36	5.83	0.92	0.25	26.97	4.91	35.19
	sd	3.48	0.82	2.03	1.88	0.34	0.95	0.17	0.02	0.91	1.15	2.03
20/10/88	Av.* Erv.	86.58	94.86	51.88	32.67	5.10	10.17	1.63	0.37	19.21	5.14	27.57
16/11/88	Av.* Erv.	91.74	93.79	63.45	40.53	4.90	8.99	1.66	0.40	22.92	6.21	35.63
28/11/88	Av.* Erv.	91.51	94.90	53.92	34.25	5.81	10.26	1.61	0.39	19.67	5.10	28.44
16/12/88	Av.* Erv.	89.94	93.99	56.37	34.83	5.00	10.12	1.58	0.35	21.54	6.01	29.83
27/12/88	Av.* Erv.	87.01	95.05	53.85	34.25	5.79	11.00	1.68	0.41	19.60	4.95	28.46
10/01/89	Av.* Erv.	88.03	94.01	57.38	37.46	5.10	8.61	1.40	0.32	19.92	5.99	32.36
28/01/89	Av.* Erv.	90.05	93.95	57.06	35.91	5.81	9.02	1.64	0.37	21.15	6.75	30.10
18/02/89	Av.* Erv.	92.11	94.15	61.06	38.11	5.90	10.12	1.73	0.42	22.95	5.85	32.21
	Média	89.62	94.34	56.87	36.00	5.43	9.79	1.62	0.38	20.87	5.75	30.58
	sd	2.04	0.48	3.61	2.39	0.41	0.76	0.09	0.03	1.40	0.59	2.51

Quadro 2

DATA	ALIMENTO	%MS	MO %MS	NDF %MS	ADF %MS	ADL %MS	PB %MS	N %MS	N-ADF %MS	HEM %MS	CINZAS %MS	CEL %MS
20/10/88	Av. Trat.	74.07	94.93	70.59	47.30	5.79	14.56	2.33	0.30	23.29	5.07	41.51
16/11/88	Av. Trat.	75.15	93.20	72.62	47.60	5.05	15.20	2.45	0.33	25.02	6.80	42.55
28/11/88	Av. Trat.	76.20	95.02	69.65	46.90	5.71	14.20	2.20	0.29	22.75	4.98	41.19
16/12/88	Av. Trat.	77.50	93.70	70.02	47.70	5.60	13.90	2.10	0.29	22.32	6.30	42.10
27/12/88	Av. Trat.	75.53	93.85	71.85	47.50	5.82	14.24	2.39	0.33	24.35	6.15	41.68
10/01/89	Av. Trat.	76.45	94.20	71.64	46.05	5.23	15.01	2.50	0.31	25.59	5.80	40.82
28/01/89	Av. Trat.	77.02	92.93	70.24	45.50	5.68	14.33	2.29	0.30	24.74	7.07	39.82
18/02/89	Av. Trat.	77.20	92.55	71.20	46.10	5.90	14.15	2.15	0.32	25.10	7.45	40.20
	Média	76.14	93.80	70.98	46.83	5.60	14.45	2.30	0.31	24.15	6.20	41.23
	sd	1.09	0.84	0.96	0.79	0.28	0.42	0.13	0.02	1.13	0.84	0.87
20/10/88	Av. Sup.	84.49	96.06	66.30	39.74	5.20	10.62	1.70	0.25	26.56	3.94	34.54
16/11/88	Av. Sup.	90.06	95.87	65.40	38.33	5.05	10.68	1.71	0.22	27.07	7.09	33.28
28/11/88	Av. Sup.	96.00	95.93	70.50	42.07	5.20	12.56	2.01	0.27	28.43	4.08	36.87
16/12/88	Av. Sup.	92.00	93.60	65.90	40.48	5.20	1.68	1.87	0.24	25.42	6.40	35.28
27/12/88	Av. Sup.	93.02	94.95	67.72	41.67	5.38	10.68	1.71	0.28	26.05	5.05	36.29
10/01/89	Av. Sup.	93.64	95.10	70.10	42.71	5.05	12.81	2.05	0.23	27.39	4.90	37.66
28/01/89	Av. Sup.	95.98	95.97	69.17	42.23	5.71	12.56	2.01	0.24	26.94	4.03	36.52
18/02/89	Av. Sup.	93.45	96.15	65.05	37.15	6.08	9.75	1.56	0.27	27.90	3.80	31.07
	Média	92.33	95.45	67.52	40.55	5.36	11.42	1.83	0.25	26.97	4.91	35.19
	sd	3.48	0.82	2.03	1.89	0.34	1.07	0.17	0.02	0.91	1.15	2.03

Anexo 7 - Composição química das fezes

Quadro 1 - (Ad libitum)

Animal	% M.S.	M.O. % M.S.	NDF % M.S.	ADF % M.S.	ADL % M.S.	PB % M.S.	N % M.S.	N-ADF % M.S.	N-URINA % M.S.	Cinzas % M.S.	HEMIC. %M.S.	CEL. %M.S.
1- PERÍODO												
1	25.68	93.06	74.43	48.69	13.86	7.04	1.13	0.40	0.76	6.94	26	35
2	28.24	90.33	69.68	47.14	15.17	8.83	1.41	0.62	1.41	9.67	23	32
3	35.55	91.09	72.57	51.29	16.60	7.64	1.23	0.57	0.73	8.80	21	35
4	22.94	92.66	58.81	41.83	13.14	15.81	2.53	0.62	2.47	7.34	17	29
5	23.01	92.78	60.36	42.73	12.90	15.42	2.46	0.57	2.40	7.25	18	30
6	35.94	90.88	71.72	46.22	14.25	8.74	1.40	0.49	0.91	9.12	26	32
7	30.68	93.03	73.65	47.78	14.50	1.61	1.22	0.44	1.23	6.97	26	33
8	40.56	89.38	68.24	48.35	16.60	8.18	1.31	0.51	0.74	10.61	20	32
2- PERÍODO												
1	30.23	90.65	58.11	44.76	15.50	14.75	2.30	0.65	1.32	9.35	13	29
2	26.75	92.62	69.63	33.80	12.88	7.93	1.27	0.47	1.33	7.38	36	21
3	28.93	92.29	70.26	47.04	12.88	7.53	1.20	0.36	0.68	7.71	23	34
4	28.15	91.53	74.42	52.46	15.92	7.52	1.20	0.57	1.61	8.47	22	37
5	26.65	93.51	71.74	47.49	11.42	6.96	1.11	0.36	1.17	6.49	24	36
6	29.39	90.42	57.39	45.03	16.20	14.16	2.27	0.66	1.40	9.58	12	29
7	33.13	91.97	70.73	46.45	13.36	7.86	1.26	0.40	1.52	8.03	24	33
8	34.65	92.99	70.03	46.83	13.37	8.27	1.33	0.46	2.22	7.01	23	33
3- PERÍODO												
1	31.93	90.84	71.50	49.11	14.38	7.55	1.21	0.47	1.13	9.17	22	35
2	30.14	90.85	72.18	51.92	18.18	7.83	1.25	0.65	1.14	9.15	20	34
3	28.89	91.24	58.97	44.23	14.37	14.37	2.30	0.66	1.92	8.77	15	30
4	25.16	92.16	72.79	47.30	12.85	7.41	1.19	0.46	0.99	7.84	25	34
5	29.63	91.26	70.19	47.77	14.02	8.00	1.28	0.52	1.12	8.74	22	34
6	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00	00
7	34.30	90.76	70.82	49.85	16.32	7.62	1.22	0.56	1.04	9.24	21	34
8	29.65	91.75	57.26	41.81	14.64	15.50	2.48	0.71	1.30	8.26	15	27
4- PERÍODO												
1	30.84	91.61	72.53	52.06	17.34	8.01	1.28	0.62	0.95	8.40	20	35
2	27.09	90.89	56.35	42.97	15.82	15.70	2.51	0.72	3.33	9.12	13	27
3	29.82	90.57	72.87	52.95	16.83	7.15	1.14	0.51	0.51	9.44	20	36
4	29.00	90.74	72.22	48.95	14.93	8.09	1.29	0.55	1.44	9.26	23	34
5	30.13	92.46	74.58	51.86	15.12	8.06	1.29	0.53	1.11	7.54	23	37
6	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00	00
7	28.44	91.66	57.79	43.09	15.59	15.26	2.44	0.70	2.83	8.35	15	28
8	39.54	89.72	68.33	48.96	16.18	8.64	1.38	0.66	0.96	10.28	19	33

Quadro 2 - (Restrito)

Animal	% M.S.	M.O. % M.S.	NDF % M.S.	ADF % M.S.	ADL % M.S.	PB % M.S.	N % M.S.	N-ADF % M.S.	N-URINA % M.S.	Cinzas % M.S.	HEMIC. %M.S.	CEL. %M.S.
1- PERIODO												
1	28.07	93.85	73.61	49.25	12.37	6.93	1.11	0.45	0.58	6.15	24	37
2	26.69	92.26	72.80	49.32	14.85	7.59	1.21	0.50	1.04	7.74	23	34
3	34.47	92.76	73.21	48.78	14.73	7.23	1.15	0.43	0.94	7.21	24	34
4	19.59	91.40	58.41	43.53	14.03	15.20	2.43	0.65	2.54	8.60	15	30
5	26.81	92.63	61.86	44.57	12.53	13.66	2.19	0.56	2.83	7.37	17	32
6	32.54	92.33	71.45	47.76	13.45	7.46	1.20	0.49	0.52	7.67	24	34
7	28.76	92.83	71.67	48.17	15.23	8.25	1.32	0.58	2.25	7.17	24	33
8	39.23	91.59	69.36	47.69	15.42	8.35	1.33	0.50	0.84	8.41	22	32
2- PERIODO												
1	29.97	92.35	60.47	44.60	13.90	15.28	2.45	0.65	2.03	7.65	17	31
2	24.86	92.79	70.10	48.08	14.05	7.77	1.24	0.51	1.50	7.21	22	34
3	32.88	92.05	71.60	48.31	14.19	7.95	1.27	0.42	0.86	7.95	23	34
4	28.56	91.38	74.19	50.83	15.21	7.53	1.20	0.55	1.96	8.62	23	36
5	30.12	93.74	72.78	47.68	12.44	7.12	1.14	0.41	1.40	6.26	25	35
6	29.32	91.99	57.83	43.46	14.68	15.86	2.54	0.69	1.22	8.01	14	29
7	33.86	91.48	70.95	49.43	15.76	8.07	1.29	0.46	1.05	8.52	22	34
8	34.36	93.63	72.13	46.85	13.77	8.02	1.28	0.43	2.42	6.37	25	33
3- PERIODO												
1	37.15	89.75	68.88	48.85	15.37	8.23	1.32	0.52	1.68	10.25	20	33
2	29.49	91.85	73.10	50.81	16.33	7.17	1.15	0.58	1.55	8.15	22	34
3	27.29	91.40	55.23	41.67	14.43	17.05	2.73	0.83	2.12	8.61	14	27
4	29.81	90.75	72.00	48.75	14.78	7.01	1.12	0.47	1.28	9.26	23	34
5	33.47	91.00	71.35	48.28	14.60	8.30	1.33	0.51	1.55	9.01	23	34
6	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00	00
7	33.28	91.96	71.79	48.99	15.04	7.64	1.22	0.50	1.33	8.04	23	34
8	29.56	91.15	54.82	41.66	14.62	16.90	2.70	0.81	1.67	8.85	13	27
4- PERIODO												
1	31.53	92.56	74.76	50.44	14.79	7.33	1.17	0.51	1.31	7.44	24	36
2	27.36	91.54	55.90	41.27	14.32	16.05	2.57	0.64	2.62	8.47	15	27
3	33.60	90.81	33.20	50.72	15.85	7.79	1.25	0.48	0.60	9.20	22	35
4	34.38	89.52	68.96	48.86	15.34	8.46	1.35	0.53	1.47	10.48	20	34
5	30.44	93.58	73.49	48.83	14.42	7.31	1.17	0.42	1.09	6.43	25	34
6	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00	00
7	27.04	92.16	54.54	40.35	13.70	16.48	2.65	0.69	1.65	7.85	14	27
8	43.18	88.66	62.92	47.42	16.03	9.06	1.45	0.50	1.11	11.34	16	31

Anexo 8 - Análise de variância da composição química dos alimentos, dos compostos fenólicos e grupos saponificáveis

QUADRO 1 - Análise de variância da MS da forragem conservada

Fonte de variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	F.	S.
Dietas	3	1441.301	480.4339	56.868	*
Erro	28	236.5509	8.44825		
TOTAL	31	1677.852			

QUADRO 2 - Análise de variância da MO da forragem conservada

Fonte de variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	F.	S.
Dietas	3	16.5399	5.5133	8.531	*
Erro	28	18.0956	0.6462		
TOTAL	31	34.6355			

QUADRO 3 - Análise de variância do NDF da forragem conservada

Fonte de variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	F.	S.
Dietas	3	899.1244	299.7081	47.289	*
Erro	28	177.4569	6.3377		
TOTAL	31	1076.581			

QUADRO 4 - Análise de variância do ADF da forragem conservada

Fonte de variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	F.	S.
Dietas	3	475.1934	158.3978	41.437	*
Erro	28	107.0344	3.8226		
TOTAL	31	582.2278			