

Nuno Moreira



agronomia das forragens e pastagens

**Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Vila Real**



MOREIRA, Nuno

Agronomia das forragens e pastagens/ Nuno Moreira.- Vila Real: UTAD, 2002.

(Extra-Série)

.- Contém bibliografia

ISBN:972-669-487-6

DL:176616/02

1. Forragens - - Factores ambientais - - Sistemas de cultivo - - Conservação /
2. Pastagens - - Factores ambientais - - Melhoramento da produção - - Pastoreio /
3. Produção de alimentos para animais (forragens e pastagens) - - Importância económica e ambiental - - Fisiologia do crescimento - - Valor nutritivo - - Sistemas de produção

CDU: 633.2

636.085

338.43

504.03

Editor:	Sector Editorial
Impressão e acabamento	Serviços Gráficos da UTAD
Tiragem: 500 exemplares	Apartado 206 5001 Vila Real -Portugal-Codex

Prefácio

Completaram-se já vinte anos desde que assumi a responsabilidade da disciplina de Forragens e Pastagens no Curso de Eng.^a Agrícola da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (então Instituto Universitário). Publiquei em 1980 as “folhas” intituladas “*Cultura de Forragens e Pastagens*”, com o objectivo de apoiar os alunos no estudo de uma matéria vasta, procurando facultar uma abordagem integrada e simplificada.

Declarei nessa altura a intenção de proceder oportunamente à sua revisão, o que entretanto fiz apenas em relação a alguns dos temas abordados. Persistem sempre dúvidas, entre quem tem de repartir o tempo pelas tarefas do ensino e da investigação, quanto ao balanço das vantagens entre publicar um texto de apoio ao estudo da disciplina ou a alternativa de apenas sugerir aos alunos a consulta da vasta bibliografia existente na generalidade das disciplinas. O facto de constatar que mesmo com a sugestão orientada de bibliografia muitos alunos continuam a usar como suporte de estudo fotocópias das velhas “folhas” de “*Cultura de Forragens e Pastagens*”, já claramente desactualizadas em diversos temas, conduziu-me à decisão de elaborar um novo texto.

A reflexão e a experiência entretanto adquirida levaram-me a estabelecer três objectivos principais a atingir pelos alunos na disciplina, a saber:

- conhecer as limitações e potencialidades, ambientais, das plantas e do contexto socioeconómico e político, para a produção e utilização das forragens e pastagens;
- conhecer e saber conduzir as principais culturas de forragens e pastagens;
- saber projectar e gerir a produção, conservação e utilização das forragens e pastagens.

Este novo trabalho visa assim contribuir para que os alunos possam atingir mais facilmente esses objectivos. Nele procurei abordar sumariamente o enquadramento do sector, os principais fundamentos e as tecnologias da produção, conservação e utilização, o que estruturei em seis capítulos.

É minha esperança que este texto possa servir como introdução ao estudo das forragens e pastagens. Não tive a preocupação de abordar todos os temas, nem de tratar exaustivamente os abordados. Apenas procurei construir uma base de apoio ao ensino e aprendizagem, pelo que o desenvolvimento ou aprofundamento dos temas deverá ser feito no decurso das aulas e visitas de estudo, pela consulta da bibliografia e outras fontes para o efeito sugeridas ao longo do texto, cujas referências se apresentam no fim de cada capítulo, ou pela pesquisa em bases de dados e em revistas da especialidade.

Quero agradecer as críticas e sugestões dos colegas David Gomes Crespo, José Manuel Abreu e Pedro Aguiar Pinto que permitiram melhorar substancialmente o manuscrito que elaborei. Agradeço também ao colega Vicente Sousa a ajuda na introdução de figuras, à Susana Costa o paciente trabalho de processamento do texto e ao Emílio Santos a composição e edição.

Índice geral

CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO DAS FORRAGENS E PASTAGENS NA AGRICULTURA E NO MEIO AMBIENTE	1
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO DE FORRAGENS E PASTAGENS. MORFO- LOGIA E FISIOLOGIA DO CRESCI- MENTO DE GRAMÍNEAS E LEGUMI- NOSAS	35
CAPÍTULO 3 - ALTERNATIVAS E TECNOLOGIAS DA PRODUÇÃO DE FORRAGENS	63
CAPÍTULO 4 - MELHORAMENTO, IMPLANTAÇÃO E PRODUÇÃO DE PASTAGENS	97
CAPÍTULO 5 - CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS.....	129
CAPÍTULO 6 - UTILIZAÇÃO DAS FORRAGENS E PASTAGENS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	157

CAPÍTULO 1

ENQUADRAMENTO DAS FORRAGENS E PASTAGENS NA AGRICULTURA E NO MEIO AMBIENTE

1.1- Introdução	3
1.2- Conceitos e características	4
1.3- História e evolução recente	6
1.4- Importância económico-social	10
1.4.1- A nível mundial	10
1.4.2- Na União Europeia	10
1.4.3- Em Portugal	11
1.4.4- A complementaridade dos alimentos compostos	13
1.5- As forragens e pastagens no contexto da agricultura portuguesa	14
1.5.1- Principais áreas de cultivo	14
1.5.2- Principais sistemas agro-pecuários	15
1.6- Importância das forragens e pastagens para os ecossistemas agrários e para o meio ambiente	17
1.6.1- Protecção do solo e efeitos das áreas de pastagem nos recursos hídricos ...	18
1.6.2- Especialização versus integração agro-pecuária	19
1.6.3- A pecuária intensiva e os seus efeitos ambientais	19
1.6.4- Os sistemas extensivos e os prémios à agricultura “amiga” do ambiente ..	20
1.7- Principais condicionantes da produção em Portugal	20
1.7.1- Condicionantes do meio físico	20
1.7.1.1- O clima	21
1.7.1.2- O solo	23
1.7.1.3- O relevo	25
1.7.2- Condicionantes socioeconómicos e políticos	26
1.7.2.1- A estrutura das explorações, os investimentos e a mão-de-obra	26
1.7.2.2- As OCM's da carne e do leite no âmbito da PAC - quotas de produção e ajudas	28
1.7.2.3- Apoios a situações, culturas, modos de produção e produtos regulamentados	29
1.7.2.4- Outras condicionantes	30
Referências	31

CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO DAS FORRAGENS E PASTAGENS NA AGRICULTURA E NO MEIO AMBIENTE

1.1- *Introdução*

As forragens e pastagens são um conjunto de culturas muito diversas cuja produção (de biomassa) serve a alimentação de herbívoros domesticados, dos quais se destacam os ruminantes, animais que o homem cria para obter alimentos, outros produtos como por exemplo a lã e os couros, ou para desempenhar outras funções como seja a força de tracção para realizar trabalhos agrícolas ou transportes.

As forragens e pastagens são a base da alimentação dos ruminantes, bovinos, ovinos e caprinos, mas contribuem também, ou podem contribuir em maior ou menor grau, para a alimentação de outros herbívoros como os cavalos e os coelhos, e ainda de porcos e aves. Estes últimos utilizam na sua alimentação sobretudo grãos, ou alimentos compostos (rações) fabricados à base de grãos de cereais e outras matérias-primas com elevado valor alimentar, como sejam grãos de proteaginosa e bagaços de oleaginosa, alimentos que são também usados em menor grau na alimentação dos ruminantes.

A eficiência com que os animais utilizam estes dois tipos de alimentos, que em nutrição animal se designam respectivamente de alimentos grosseiros (fibrosos) e alimentos concentrados, depende do tipo (constituição e extensão) do seu tubo digestivo, sendo que os ruminantes (poligástricos) são mais eficientes a utilizar a erva e menos eficientes a converter os concentrados e os suínos e as aves apresentam características inversas. Por outro lado, o apreciável crescimento da utilização de alimentos concentrados que se registou nos países desenvolvidos nas últimas décadas na alimentação dos ruminantes, em especial nos bovinos e de entre estes nas vacas leiteiras, deve-se em boa medida à crescente produtividade e exigência dos animais seleccionados. Porém, a fibra das forragens e pastagens desempenha um papel de relevo na regularização do processo digestivo dos herbívoros, e em particular dos ruminantes.

Estimativas disponíveis para os EUA no início da década de oitenta (1) referem que a proporção de erva na dieta dos animais era de 61% na vaca leiteira, 83% nos bovinos de carne, 91% nos ovinos e caprinos, 72% nos equinos e muares e 15% nos suínos. Na Grã-Bretanha, a estimativa para o mesmo período e para os três primeiros tipos de produção referidos era de 60%, 79% e 97% respectivamente (2).

Os animais podem ainda aproveitar outros tipos de alimentos, nomeadamente subprodutos de outras culturas ou produções, como sejam palhas e restolhos de culturas de grão, folhas de certas árvores ou das suas podas e de

arbustos, a vegetação infestante de algumas culturas e ainda alguns produtos rejeitados para consumo humano, tais como restos de hortícolas ou de frutos.

A importância das forragens e pastagens e da produção animal que sobre elas assenta não se deve à eficiência de conversão energética, que embora variável é em geral baixa, mas a um conjunto de razões de que se destacam:

- a valorização de recursos alimentares não utilizáveis directamente pelo homem;

- a elevada valorização dos produtos animais na dieta humana;

- a diversidade de produtos e funções obtidas com a produção animal, para além dos produtos alimentares;

- a sua importância para a estabilidade e sustentabilidade dos agro-ecossistemas.

A diversidade, a tipicidade e a segurança alimentar dos produtos animais tem ganho uma importância crescente nos últimos anos, em paralelo com o impacte das actividades produtivas no ambiente e a preservação dos recursos naturais. Trata-se de novas perspectivas que se torna necessário usar na abordagem ao estudo das forragens e pastagens.

1.2- Conceitos e características

A diversidade de culturas e situações obriga à organização e compartimentação do conhecimento, adoptando-se conceitos e terminologia que convém precisar.

Assim, entendemos por **forragens** ou **culturas forrageiras** as culturas de plantas herbáceas, geralmente anuais mas por vezes bienais ou vivazes, destinadas a serem colhidas pelo homem antes da maturação completa, para alimentação dos animais em verde ou após conservação.

Pastagens, prados ou culturas pratenses são culturas ou comunidades de plantas geralmente herbáceas, aproveitadas predominantemente no próprio local em que crescem pelos animais em pastoreio, e portanto sujeitas directamente à sua acção de preensão e ingestão (desfoliação), pisoteio e dejecção.

O diferente tipo de utilização destes dois grupos de culturas, corte ou pastoreio, implica um conjunto de características diferenciadas, como sejam o porte das plantas, a intensidade e duração do cultivo, a fertilização, a densidade das plantas, etc. (Fig. 1).

As pastagens, com uma duração de cultivo mais prolongada, são essencialmente constituídas por plantas de porte prostrado ou semi-prostrado, apresentam uma mais elevada densidade de vegetação (n^o de plantas m^{-2}), um menor desenvolvimento em altura e maior concentração de biomassa próximo

da superfície do solo e por unidade de volume da vegetação. Por seu lado o corte das culturas forrageiras, embora realizado a uma altura do solo em geral da ordem dos 5-10 cm, remove e exporta uma elevada percentagem da biomassa aérea e dos nutrientes da cultura.

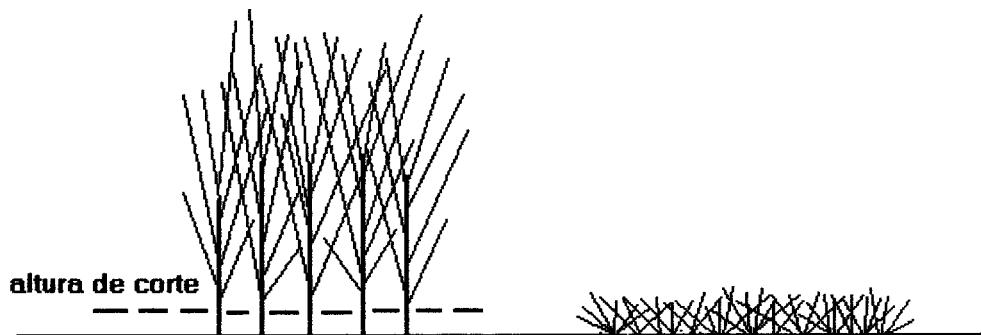


Figura 1- Representação esquemática de uma cultura forrageira e de uma pastagem

As forragens podem ser agrupadas conforme a duração do cultivo em **anuais**, se for inferior a um ano, **bienais** se entre um ou dois anos e **vivazes** ou **perenes** se a duração for maior que dois anos. Existe um claro predomínio das culturas de menor duração (anuais).

As pastagens ou prados podem ser **permanentes** ou **temporárias**. São **permanentes** quando têm uma longa duração, tanto quanto o seu estado de conservação e produtividade o permite, sendo em caso contrário substituídas por nova pastagem. São **temporárias** quando estão “encaixadas” em rotações com outras culturas agrícolas, tendo portanto uma duração mais curta e pré-determinada. Enquanto que as primeiras estão indicadas para solos sem aptidão agrícola, as segundas destinam-se a solos com aptidão para culturas aráveis e contribuem para os objectivos da rotação de culturas.

Podem ainda distinguir-se as **pastagens semeadas** das **pastagens naturais (semi-naturais)** ou **espontâneas**. As primeiras, por vezes imprecisamente designadas de pastagens melhoradas, são como o nome indica resultantes da sementeira pelo homem de plantas seleccionadas. As pastagens naturais ou espontâneas constituem-se à base de espécies que vegetam espontaneamente, sem introdução deliberada pelo homem, embora possam ser sujeitas a técnicas de melhoramento como sejam a fertilização e o manejo da sua utilização, que condicionam a sua composição florística.

O recurso ou não à rega para suprir as deficiências de alimentação hídrica das plantas, resultantes da secura estival do nosso clima mediterrânico, determina diferenças muito significativas nas possibilidades e potencialidades de cultivo, pelo que se considera importante a distinção entre culturas forrageiras

ou pastagens de **regadio** e de **sequeiro**, respectivamente.

Os termos **erva** ou **forragem** são utilizados para designar o conjunto dos alimentos que as culturas forrageiras e as pastagens permitem obter para a alimentação animal.

A produção animal pode ainda beneficiar ou mesmo assentar sobre a utilização da vegetação arbustiva, os arbustos forrageiros, como sucede por exemplo em diversas regiões áridas e semi-áridas do mediterrâneo, como no Sul da Europa, no Norte de África e na Ásia Ocidental, assim como em outros continentes (3 e 4).

As distinções apresentadas não significam que exista uma fronteira rigorosa e indiscutível entre os conceitos. De facto, como em geral no domínio biológico, existe uma realidade contínua e de transição gradual entre tipos ou grupos distintos. Assim, há culturas com uma utilização mista por corte e pastoreio, plantas que podem ser usadas quer em culturas forrageiras quer em pastagens, plantas cuja cultura e utilização podem ser efectuadas como anuais ou bienais, pastagens semeadas como temporárias que se podem converter em permanentes, pastagens naturais ou espontâneas que podem ser melhoradas por sobre-sementeira parcial, condições edafo-climáticas que permitem que uma cultura não regada se comporte como uma cultura de regadio. Isto não retira validade ou interesse aos conceitos apresentados, pois estes representam situações tipo de grande importância prática, e contribuem para uma melhor estrutura e compreensão do conhecimento relativo a estas produções.

1.3- História e evolução recente

A domesticação dos ruminantes e consequentemente a preocupação de os criar e alimentar começou há cerca de 10 mil anos (5).

A actividade de cultivo de forragens e pastagens é bem mais recente, embora referências sobre a cultura da luzerna surjam já com a civilização da antiga Grécia ou do Império Romano, conhecendo-se descrições de autores romanos do início da era cristã sobre a tecnologia de produção e conservação de fenos (6).

Durante muitos anos, e ainda hoje em dia em muitas regiões do globo, a alimentação dos ruminantes baseia-se na utilização de extensas áreas de pastagem natural (designadas de “range” ou “rangeland” na bibliografia anglo-saxónica), em que as condições de clima e/ou solo não permitem o desenvolvimento da floresta, ou então recorrendo ao corte e ao fogo para destruir e evitar o restabelecimento da vegetação arbórea e arbustiva (7).

Ao longo de muitos séculos os animais foram a principal força de trabalho para o cultivo das terras agricultadas, e hoje em dia a distribuição do efectivo animal e a relevância de certas espécies em África e sobretudo na Ásia

reflecte ainda a sua importância como força de trabalho para alguns sistemas de agricultura (8).

Na região mediterrânica o desenvolvimento da produção animal, em particular a produção ovina, fez-se separadamente ou mesmo em conflito com a agricultura, sendo constantes, desde a Idade Média, os conflitos entre pastores ou criadores e os agricultores (9).

A preocupação de melhorar a produção estudando e experimentando novas técnicas surge na Europa nos fins do séc. XVIII, com a realização em Inglaterra de ensaios com diversas forragens entre 1780 e 1820, cujos resultados foram publicados (6). Em meados do séc. XIX intensificaram-se as experiências com espécies de gramíneas e fertilização de pastagens também em Inglaterra (7), considerando-se que nos finais deste mesmo século começou a desenvolver-se na Europa Ocidental “*a scientific grassland agriculture*” baseada nos resultados da investigação (6).

Foi por esta altura que um agricultor na Austrália, Arnos William Howard, descobriu e reconheceu a importância do trevo subterrâneo para as pastagens e a produção animal em condições de clima mediterrânico (10).

No início do século XX, mais precisamente em 1908, era publicada em França uma 2ª edição de “*Prairies et plantes fourragères*”, na qual se refere o grande desenvolvimento da produção em França na segunda metade do séc. XIX, levando o conjunto das pastagens semeadas e forragens cultivadas a atingir 4,8 milhões de hectares, fazendo o autor no texto um tratamento exaustivo das culturas e técnicas de produção e conservação da época (11).

Um novo marco na história das pastagens surgiu com a criação em 1919 no País de Gales da “Welsh Plant Breeding Station”, uma estação de melhoramento de plantas forrageiras e agronomia das pastagens fundada e dirigida por George Stapledon (7). Em 1927 realiza-se na Alemanha o primeiro “International Grassland Congress” o qual se realiza, hoje em dia, de 4 em 4 anos, tendo ocorrido os últimos na Nova Zelândia (1993), no Canadá (1997) e no Brasil (2001).

Em Portugal, cronicamente deficitário em trigo, a “questão cerealífera” dominou a agricultura portuguesa, tendo a pecuária um lugar manifestamente subalterno (12). Apesar de em 1874 Alexandre Herculano haver defendido a necessidade e vantagens da inclusão de pastagens temporárias nas rotações cerealíferas do sul do país (10), a preocupação de experimentar e intensificar a produção de forragens e pastagens é bem mais recente. Embora no início do século XX se tenham realizado um conjunto de ensaios de avaliação de plantas forrageiras e pratenses na Estação Agronómica de Lisboa, e na década de trinta o Prof. João de Carvalho e Vasconcelos tenha iniciado programas de melhoramento de plantas forrageiras e ensaios com pastagens (13), é sobretudo a partir do início da década de quarenta que quase simultaneamente se consolida

a actividade experimental nesta área nos Departamentos de Forragens da Estação Agronómica Nacional e da Estação de Melhoramento de Plantas de Elvas (14).

Entretanto, a partir do fim da 2^a Guerra Mundial, verificou-se uma rápida evolução do conhecimento e da produção de forragens e pastagens a nível mundial. O desenvolvimento da fisiologia das plantas e das culturas, assim como os progressos nos equipamentos de medição e registo, permitiram enormes avanços na investigação das pastagens (7).

A evolução da produção no período de 40 anos após o final da 2^a Guerra Mundial na Grã-Bretanha (e em geral na “Europa do Norte”) pode ser caracterizada nas seguintes etapas (7):

- 1- aumento da aplicação de adubos azotados;
- 2- mecanização progressiva das culturas de forragens e pastagens com a conservação como silagem a ultrapassar a de fenação;
- 3- sementeira progressiva de misturas mais simples ou culturas estremes de azevénos;
- 4- separação e especialização das pastagens por um lado, e das culturas arvenses por outro, com o recurso progressivo a agro-químicos, conduzindo ao declínio do “ley-farming”;
- 5- avanços no conhecimento da qualidade da erva, com particular destaque para a técnica da digestibilidade *in vitro*, e melhor conhecimento da digestão e necessidades dos ruminantes;
- 6- estabilidade da procura e políticas de garantia de preços.

Em paralelo, nas condições mediterrânicas na Austrália assiste-se neste período a um esforço de selecção mais dirigido para as leguminosas e para a redução dos compostos tóxicos ou anti-nutricionais das plantas, que permitiu e acompanhou um desenvolvimento explosivo das pastagens e do consumo de superfosfato a partir de 1950, com a carga animal a triplicar em importantes regiões (15). O mesmo trabalho refere que na Austrália as grandes etapas da evolução foram em primeiro lugar a sementeira das leguminosas melhoradas e a aplicação de superfosfato que permitiram produções duas a cinco vezes superiores às pastagens naturais não melhoradas; e, seguidamente, a sementeira de gramíneas melhoradas que com o azoto deixado no solo pela simbiose das leguminosas e com o aumento das adubações de superfosfato permitiu a sua dominância. Esta última etapa, embora tenha conduzido apenas a pequenos acréscimos da produção, garantiu uma maior estabilidade e regularidade interanual da produção.

Em Portugal, até à década de sessenta a evolução da produção de forragens e pastagens foi muito pequena, continuando a política cerealífera a dominar quer a produção agrícola quer o esforço de investigação. Apenas a partir de meados da década de sessenta se nota evolução significativa em

situações agrárias distintas do País. Por um lado no Sul, como reflexo dos estágios de técnicos portugueses na Austrália, os quais trouxeram a tecnologia das pastagens semeadas de sequeiro e de outras culturas forrageiras (10), surgiu um maior interesse pela produção animal com a importação de reprodutores de raças exóticas de bovinos e ovinos com aptidão para a produção de carne. Por outro lado, no Litoral Norte e Centro, o desenvolvimento da produção bovina de leite, acompanhado duma política que favoreceu o rápido crescimento da produção e consumo de rações, conduziu os melhores agricultores ao desenvolvimento muito significativo da cultura do milho silagem e à selecção e importação de vacas leiteiras de alto potencial produtivo. Finalmente, nos Açores, o contínuo e acentuado crescimento da pecuária leiteira, baseado na divulgação das pastagens semeadas à base de azevéns e trevos (16).

O atraso com que este sector da agricultura se desenvolveu em Portugal, reflecte-se por exemplo no facto de a primeira reunião da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens se ter realizado apenas em 1980, juntamente com a vigésima reunião anual da “*Sociedad Española para el estudio de los Pastos*”, tendo a primeira reunião da “*British Grassland Society*” ocorrido em 1945.

Em 1963 fundou-se a “European Grassland Federation” (17), a qual realiza bienalmente os seus congressos (Dinamarca - 2000; França - 2002), editando regularmente os seus “Proceedings” e tendo como revista oficial, juntamente com a BGS (18), a “Grass and Forage Science” (19).

A partir de meados da década de oitenta, profundas alterações começaram a surgir na então Comunidade Económica Europeia, devido à conhecida situação de excedentes de produtos alimentares. Os reflexos desta situação em termos de I & D, levaram a que na então CEE o objectivo da investigação deixasse de ser o aumento da produção, passando a ser a eficiência de utilização dos factores de produção e as implicações ambientais, com o aumento do recurso à modelação para predizer o comportamento dos sistemas de produção e privilegiando técnicas de baixos consumos (15).

Os reflexos de ordem política e económica culminaram com a reforma da política agrícola comum (PAC) de 1992, a qual operou uma redução substancial dos preços e mecanismos de garantia, nomeadamente na carne de bovino, passando a atribuir ajudas directas condicionadas a quotas de efectivos animais por país. Esta reforma introduziu também as medidas agro-ambientais, visando a extensificação da produção ou a manutenção de formas extensivas e tradicionais de agricultura, consideradas “amigas do ambiente”.

As preocupações ambientais têm progressivamente determinado novas directivas da política europeia (20) a que o sector das forragens e pastagens se deverá adaptar (21). Nos últimos anos a emergência e alastramento da crise das vacas loucas (BSE) tem conduzido a um decréscimo do consumo de carne bovina, a restrições no uso de matérias-primas no fabrico de rações e ao

descrédito da produção intensiva, com consequências ainda não completamente previsíveis para o sector das forragens e pastagens.

1.4- Importância económico-social

Existem relativamente poucos dados estatísticos sobre as produções de forragens e pastagens; contudo, como são a base da alimentação dos ruminantes, é sobre estes e as suas produções que também se justifica fazer assentar uma breve análise da importância destas actividades a diferentes níveis e espaços geográficos.

1.4.1- A nível mundial

As pastagens permanentes ocupam cerca de $\frac{1}{4}$ da superfície terrestre. De facto, as estatísticas da FAO (22) apontam para que, em meados da década de 90, as pastagens ocupassem $3\,395 \times 10^6$ ha, mais do dobro da área afecta a culturas aráveis e a outras culturas agrícolas permanentes que era de $1\,451 \times 10^6$ ha, e um pouco menos que a área florestal, $4\,138 \times 10^6$ ha.

A espécie animal com maior importância é a dos bovinos, que representam 70% das existências medidas em peso vivo (8), sendo as estimativas dos efectivos de ruminantes a nível mundial em 1995 de $13\,06 \times 10^6$ bovinos, $1\,068 \times 10^6$ ovinos e 639×10^6 caprinos (22). Regista-se uma tendência de crescimento das produções animais a nível mundial, com excepção dos ovinos nos últimos anos, embora com importantes diferenças regionais (22). Merecem destaque como produtores e exportadores de carne bovina os EUA, a UE, o Brasil e a Argentina, e, de carne ovina, a Nova Zelândia e a Austrália (22 e 23). No leite e produtos derivados destacam-se a UE e os EUA (23).

Valores das produções, da evolução registada e das diferenças regionais de produção e do peso dos produtos animais na dieta humana podem ser consultados nas estatísticas da FAO (22).

1.4.2- Na União Europeia

A produção de ruminantes (carne e leite) contribuiu com cerca de 30% para a produção agrícola final dos quinze e beneficiava de 56% das transferências de rendimento geradas pela PAC em 1995-97, quer através de medidas de suporte dos preços de mercado (sobretudo o leite), quer com ajudas directas à produção (24).

A grande importância da produção de ruminantes na “Europa dos Quinze” pode ainda ser traduzida por um efectivo de 83 milhões de bovinos, produzindo entre 14 e 15% da carne de bovino a nível mundial, 21,5 milhões de vacas leiteiras produzindo cerca de 120 milhões de toneladas de leite por

ano e tendo uma posição de claro predomínio nas exportações mundiais de produtos lácteos ($> 40\%$ nos queijos, leite em pó e leite condensado) (23).

Embora se registe uma acentuada concentração e redução do número de produtores, o número de explorações com gado bovino em 1995 era de quase 2 milhões, das quais 1 milhão com vacas leiteiras (23).

Quanto aos “pequenos ruminantes” o efectivo de ovinos era de 99 milhões e o de caprinos apenas 12,3 milhões, este último concentrado nos países mediterrânicos. O grau de auto-aprovisionamento da UE em carne de ovinos e caprinos é de apenas 81% enquanto que na carne bovina era em 1998 de 103,6% (23).

A importância relativa dos diversos países nas diferentes produções, assim como a evolução da estrutura das explorações e do consumo de produtos pecuários, podem ser apreciadas nas informações estatísticas e económicas da agricultura na União Europeia (23).

1.4.3- Em Portugal

A extensão e a importância relativa das culturas forrageiras e das pastagens na superfície agrícola utilizada (SAU) em Portugal podem ser apreciadas no Quadro 1. Nele se pode observar que no seu conjunto estas culturas ocupam cerca de metade da superfície agrícola utilizada no país, embora com acentuada diversidade regional, já que em regiões como os Açores e o Entre Douro e Minho têm um predomínio quase absoluto, enquanto que na Madeira e no Algarve ocupam uma reduzida percentagem das respectivas superfícies afectas à agricultura.

A diversidade regional é também evidente na importância relativa das “culturas forrageiras e prados temporários” (predominantemente utilizados por corte) em confronto com os “prados e pastagens permanentes” (predominantemente utilizados em pastoreio). De facto, enquanto que na Beira Litoral e no Entre Douro e Minho as primeiras predominam, nas restantes regiões e mais acentuadamente no Alentejo e nos Açores predominam as pastagens e o pastoreio.

A importância e distribuição das produções de ruminantes no país pode ser observada no Quadro 2. A sua análise deve ter em conta o peso relativo das necessidades alimentares dos diferentes animais, para o que se podem considerar os coeficientes de conversão em cabeças normais (CN) apresentados em nota de rodapé do respectivo quadro.

Os bovinos assumem assim uma importância relativa próxima dos 70% do efectivo de ruminantes, valor semelhante ao que se regista a nível mundial, e dentro dos pequenos ruminantes os ovinos têm um claro predomínio, tendo registado um sensível crescimento nas duas últimas décadas, ao contrário do sucedido com os caprinos.

Agronomia das Forragens e Pastagens

Quadro 1- Áreas (ha) de culturas forrageiras e pastagens no contexto da SAU das diversas regiões agrárias e autónomas em Portugal (RGA - 1999)

	Culturas forrageiras Prados temporários	Prados P. permanentes	Superfície forr. Total (SFT)	SAU	SFT/SAU x 100 (%)
Entre Douro e Minho	134 360	71 533	205 893	215 675	95*
Trás-os-Montes	43 196	107 673	150 869	457 881	33
Beira Litoral	70 034	19 896	89 930	169 779	53*
Beira Interior	98 546	175 831	274 377	418 977	66
Ribatejo e Oeste	63 259	126 077	189 336	447 853	42
Alentejo	149 008	818 302	967 310	1 924 043	50
Algarve	6 894	11 721	18 615	101 932	18
Madeira	147	517	664	5 645	12
Açores	13 927	105 273	119 200	121 308	98
<u>TOTAIS</u>	<u>579 371</u>	<u>1 436 823</u>	<u>2 016 194</u>	<u>3 863 093</u>	<u>52</u>

* Estes valores surgem especialmente sobreavaliados pela prática frequente nestas regiões de duas culturas forrageiras no ano

Fonte: Infoline - [hppt://www.ine.pt/prodserv/Rga/index_rga.asp](http://www.ine.pt/prodserv/Rga/index_rga.asp)

Quadro 2- Efectivos de ruminantes e sua importância relativa (em cabeças normais - CN) no contexto da SFT e das diversas regiões agrárias e autónomas de Portugal (RGA - 1999)

Regiões	Bovinos Total	Vacas leiteiras	Outras vacas	Ovinos Total	Caprinos Total	CN*	CN/SFT
Entre Douro e Minho	320 918	114 399	47 062	140 883	66 202	300 852	1,46
Trás-os-Montes	79 340	17 556	25 604	325 519	73 522	125 495	0,83
Beira Litoral	153 379	59 008	13 160	189 734	82 470	168 356	1,87
Beira Interior	55 207	15 026	9 175	453 786	107 962	127 723	0,47
Ribatejo e Oeste	159 317	28 478	19 744	263 238	46 562	157 359	0,83
Alentejo	392 268	20 830	203 163	1 476 342	119 949	552 782	0,57
Algarve	12 008	839	4 271	68 217	22 351	22 354	1,20
Madeira	4 355	907	318	7 095	9 160	5 455	-
Açores	238 396	98 688	18 765	4 951	9 063	204 699	1,72
<u>TOTAIS</u>	<u>1 415 188</u>	<u>355 731</u>	<u>341 262</u>	<u>2 929 765</u>	<u>537 241</u>	<u>1 665 075</u>	<u>0,83</u>

* O cálculo baseou-se nos seguintes coeficientes de conversão: vacas leiteiras - 1,25; outras vacas - 1,0; restantes bovinos - 0,5; ovinos e caprinos - 0,15 CN

Fonte: Infoline - [hppt://www.ine.pt/prodserv/Rga/index_rga.asp](http://www.ine.pt/prodserv/Rga/index_rga.asp)

As diferenças regionais são evidentes e traduzem a importância dos sistemas agro-pecuários referidos em 1.5.2. De facto, nos Açores, no Entre Douro e Minho e na Beira Litoral regista-se um claro predomínio da vaca leiteira sobre os restantes efectivos de ruminantes e só estas três regiões no seu conjunto detêm 76,5% do efectivo de vacas leiteiras do país, embora representem apenas 13% da SAU nacional.

Em contraste, no Alentejo, os efectivos de “outras vacas” e de ovinos revelam a grande importância e predomínio dos rebanhos reprodutores de bovinos e ovinos no sistema de pastoreio extensivo, o que se traduz também pelo mais baixo encabeçamento médio (CN/SFT). Esta região detém 60% do efectivo nacional de “vacas de ventre” e 50% do total de ovinos.

Destaca-se ainda a importância relativa da produção ovina na Beira Interior e a expressão muito reduzida da pecuária de ruminantes nas regiões do Algarve e da Madeira.

A importância do sector da produção animal de ruminantes, que por sua vez depende da produção de forragens e pastagens, pode ser traduzida ainda pelo seu peso relativo na estrutura da produção agrícola final, o qual no início da década de noventa era de aproximadamente 30%, tendo-se reduzido para cerca de 26% em 1996-98 em face dos efeitos da 1^a crise da BSE, e fazendo com que o sector do leite contribua por si só com mais de metade deste valor (25). O sector leiteiro, além de envolver cerca de 46 800 explorações, abastece uma indústria de lacticínios cujo volume de negócios se cifrava em 220 milhões de contos em 1995, empregando mais de dez mil trabalhadores (26). Outros aspectos quantificados de caracterização das explorações e evolução recente, nomeadamente das produções e preços dos produtos, podem ser consultados em “Portugal. Panorama Agricultura” (25 e 26).

O grau de auto-aprovisionamento do país nestes produtos foi no triénio 1997-99 próximo de 60% para a carne de bovino e de 70% para a carne de ovinos e caprinos, com tendência decrescente em ambos os casos (27). Nos leites foi crescente e elevado (98,6 a 106,6%), na manteiga 127 a 111% e nos queijos 91 a 87% para respectivamente 1996 e 1998 (27).

1.4.4- A complementaridade dos alimentos compostos

A alimentação dos ruminantes assenta em maior ou menor grau nas forragens e pastagens e complementarmente em menor ou maior utilização de alimentos compostos (rações). A maior ou menor utilização destes últimos depende das exigências produtivas dos animais, sendo mais elevada em animais de elevado potencial genético, mas também da relação de preços entre os produtos pecuários e os alimentos compostos. Neste último aspecto, valores da relação entre preços de 1kg de peso vivo de carne de bovino e 1kg de alimento

composto superiores a 9-10 favorecem claramente o uso das rações, assim como valores da relação preço kg de leite de vaca/preço por kg de alimento composto superiores a 1-1,2 (28).

Estas duas razões apontadas para o maior consumo de alimentos concentrados cruzam-se e justificam por exemplo as diferentes situações e sistemas produtivos dos Açores e do Entre Douro e Minho, com uma relação de preços mais baixa, produções médias por vaca e consumo de rações também mais baixos nos Açores, e, de forma paralela, para os casos da Irlanda e dos Países Baixos (29).

A produção industrial de alimentos compostos para animais, embora predominantemente destinada a suínos e aves, é apreciável para a produção bovina, tendo esta atingido em 1998 28% do total no conjunto da Europa dos Quinze e 26% no caso de Portugal (23). A principal matéria-prima usada no seu fabrico são grãos de cereais, próximo de 40% quer a nível da UE quer em Portugal, destacando-se ainda entre nós os “produtos substitutos dos cereais” (19%), nomeadamente o “corn gluten feed” e a mandioca, e os bagaços de oleaginosas (22%), em particular o bagaço de soja (27).

1.5- As forragens e pastagens no contexto da agricultura portuguesa

1.5.1- Principais áreas de cultivo

No quadro 1 foram já apresentadas as áreas de forragens, pastagens temporárias e prados e pastagens permanentes das regiões agrárias e autónomas do país. Nele se pode observar que no total, estas culturas ocupam dois milhões de hectares, sendo a principal ocupação do solo do país. Os “prados e pastagens permanentes” representam um pouco mais de 70% desses dois milhões de hectares, com especial relevo para a região do Alentejo, mas com uma presença importante em quase todas as regiões, excepto na Beira Litoral, Algarve e Madeira.

As áreas de culturas forrageiras e pastagens temporárias recenseadas em 1999 pelo INE constam do Quadro 3. As pastagens temporárias têm pouca expressão no conjunto destas culturas. Já algumas culturas forrageiras têm importância e extensão consideráveis, com destaque para as culturas anuais de estação fria, o azevém, as consociações e a aveia forrageira, e ainda o milho como cultura de estação quente.

Em termos regionais merecem destaque o milho silagem no Entre Douro e Minho, na Beira Litoral e nos Açores, o azevém anual e as consociações também no EDM, na BL e ainda no Alentejo, a aveia forrageira em Trás-os-Montes, Beira Interior, Ribatejo e Oeste e Alentejo, e o milho basto

(“milharada”) na Beira Interior. Destaque ainda para culturas com menor expressão mas grande incidência regional como sejam as culturas sachadas (nabo, beterraba, couves, etc.) em Trás-os-Montes, o sorgo forrageiro no Alentejo e a produção de sementes de forragens no Entre Douro e Minho.

Quadro 3- Áreas (x 1 000 ha) de pastagens temporárias e de culturas forrageiras nas regiões agrárias e autónomas de Portugal (RGA - 1999)

Culturas	Portugal Totais	EDM	TM	BL	BI	RO	Alent.	Alg.	Açō.	Mad.
Prados temporários	37,2	7,9	2,6	2,6	2,3	8,2	12,8	0,8	-	-
Culturas forrageiras	542,1	126,4	40,6	67,4	96,2	55,0	136,3	6,1	13,9	0,1
Sachadas	9,9	-	5,5	2,1	2,0	0,1	0,1	-	-	-
Consociações anuais	98,6	28,5	1,6	17,1	7,1	7,3	33,2	0,7	3,1	0,1
Azevém anual	90,3	51,0	1,1	14,3	4,7	6,5	12,6	0,2	-	-
Aveia forrageira	151,7	3,1	15,0	10,7	31,7	28,7	58,2	4,1	-	-
Milho silagem	70,8	37,2	3,5	12,0	1,6	5,0	2,6	0,1	8,8	-
Milharada	37,2	4,3	4,3	7,9	18,3	0,8	1,3	0,1	-	-
Sorgo forrageiro	18,9	0,2	0,7	1,0	3,2	2,7	10,8	0,2	-	-
Outras cult. forrageiras	64,7	2,0	8,7	2,3	27,4	4,0	17,6	0,7	2,1	-
Forragens para semente	6,3	5,9	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-

Fonte: INE/RGA 99

1.5.2- Principais sistemas agro-pecuários

Na diversidade das actividades e condições em que se desenvolve a agricultura em Portugal podem identificar-se alguns sistemas de agricultura em que as forragens e pastagens e a produção animal nelas baseada têm uma apreciável importância. Destacam-se quatro sistemas de características e implantação geográfica bem distintas:

- O sistema de pecuária leiteira intensiva do Noroeste:

Trata-se do sistema de agricultura prevalecente na zona litoral e nos vales e cotas mais baixas das regiões do Entre Douro e Minho e da Beira Litoral, responsável por 57,5% da produção de leite do Continente (25). Assenta na produção forrageira intensiva em regadio com duas culturas anuais para corte e conservação, o milho silagem como cultura principal e uma cultura intercalar de Outono-Inverno constituída pelo azevém ou pela sua mistura com cereais praganosos, cultivados com intensas fertilizações e elevadas produções unitárias (30). Os animais estão estabulados o ano inteiro, as explorações têm elevados

investimentos em equipamentos, nas construções e no potencial genético das vacas, e uma forte restrição de área agrícola (SAU). A área das explorações é em geral inferior a 20 ha, as produções atingem os trinta mil litros de leite por hectare e por ano, com encabeçamentos de 4 a 7 CN ha⁻¹, as produções médias por vaca (média de estábulo) são frequentemente superiores a 6 mil litros ano¹ e a compra e consumo de rações elevada, da ordem de 0,3-0,4 kg por litro de leite produzido (30).

É um sistema de muito elevada produtividade, com alguns riscos ambientais, especialmente no que respeita às perdas de azoto por lixiviação de nitratos (31), com continuada tendência nos últimos anos para a concentração e especialização das explorações.

- O sistema da pastorícia e pastagens permanentes das zonas de montanha do Norte e Centro Interiores:

Nas regiões do Norte e Centro com altitude superior a 700 metros a pecuária adquire uma importância relativa considerável, em face da redução das alternativas de cultivo que as condições da estação de crescimento e o relevo determinam (32). Em Trás-os-Montes é sobretudo a pecuária bovina de carne, nomeadamente com raças autóctones, cuja produção assenta na utilização dos “lameiros”, pastagens permanentes de vegetação espontânea (33). É um sistema baseado em pequenas e médias explorações, com encabeçamentos da ordem de 1,5 CN ha⁻¹, em que os animais pastoreiam ao longo do ano, em certos períodos nos lameiros, outros em ferrejos, outros ainda nos terrenos baldios. Os animais são também alimentados no estábulo com alimentos diversos dos quais se destaca o feno obtido nos lameiros, que para o facto são “coutados” na época de mais activo crescimento da pastagem, sendo o corte e a fenação realizados no Verão (34).

A importância dos apoios no âmbito das medidas agro-ambientais e das indemnizações compensatórias da PAC, a par da promoção da qualidade e das denominações de origem protegida (DOP) ou indicação geográfica (IG) dos produtos pecuários (35), têm constituído o suporte para a manutenção e desenvolvimento recente deste sistema de agricultura.

Na região Centro é sobretudo em volta do maciço da Serra da Estrela e aproveitando as melhores condições de crescimento dos vales encaixados na montanha que se desenvolve a pecuária baseada no queijo de ovelha, com rebanhos em geral de pequena e média dimensão, os quais pastoreiam ferrejos de centeio e campos cultivados com azevém nas cotas mais baixas no período de Outono-Inverno, e pastagens espontâneas, nomeadamente de cervum, e matos nas cotas mais altas no fim da Primavera-Verão, aproveitando diversos outros recursos alimentares como milharadas e restolhos (36).

- O sistema da pecuária extensiva do montado alentejano:

É um sistema de produção extensiva em sequeiro mediterrânico, com

predominância de rebanhos reprodutores de bovinos e ovinos, mas também com um retorno recente do porco de montado.

Aproveita em pastoreio as extensas áreas de montado de azinheira e sobreiro, com pastagens naturais dominadas por gramíneas e com produções da ordem de 1-2 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ (37), ou com pastagens melhoradas por sementeira de misturas à base de leguminosas anuais de ressementeira natural de mais elevada produtividade. A estas culturas acresce a utilização de algumas áreas de forragens anuais para conservação, com destaque para a aveia ou suas consociações com leguminosas, e o aproveitamento no Verão dos restolhos dos cereais ou outras culturas para grão, assim como da bolota nos pastos no Inverno.

Este sistema extensivo de baixos custos desenvolve-se em explorações de grande dimensão (> 100 ha) e apresenta em geral baixos encabeçamentos, da ordem de 0,2 - 0,4 CN ha⁻¹, os quais podem ser excedidos quando existam áreas substanciais de pastagens melhoradas ou pequenas áreas complementares de regadio que permitam atenuar os períodos de carência e as elevadas flutuações interanuais da produção.

- O sistema de pecuária leiteira dos Açores:

É um sistema especializado de produção leiteira baseado no pastoreio ao longo de todo o ano, possibilitado pelas boas condições de crescimento dos pastos das cotas mais baixas (0 - 300 m de altitude) no Inverno, e, no Verão, nos pastos das zonas mais altas.

A base da alimentação das vacas é o pastoreio, mas realiza-se algum corte de erva dos pastos na Primavera para ensilar em silos “improvisados” nos próprios pastos e, nas áreas das cotas mais baixas, cultivam-se algumas forrageiras como o azevém anual ou os “outonos” no período de Outono-Inverno, e o milho silagem de Primavera-Verão, o qual tem registado acentuado crescimento nos últimos anos.

Os encabeçamentos são da ordem de 1,5 - 3,0 CN ha⁻¹, os investimentos em construções e equipamentos reduzidos e o consumo de alimentos concentrados da ordem de 0,15 - 0,30 kg por litro de leite produzido. A produção de carne é um subproduto deste sistema de agricultura especializado na produção de leite (“monocultura da vaca”) (16).

1.6- Importância das forragens e pastagens para os ecossistemas agrários e para o meio ambiente

São conhecidos diversos casos ao longo da história da civilização de desequilíbrios nos ecossistemas agrários pelo uso excessivo do solo por culturas aráveis em prejuízo das pastagens (6).

As vantagens de cultivar pastagens em rotação com culturas aráveis foram merecendo ao longo dos anos progressivo reconhecimento, e em 1942 Stapledon e Davies publicaram “Ley farming”, uma obra em que defenderam as vantagens biológicas e ecológicas deste tipo de sistema de agricultura (2 e 7). Entre outras vantagens, destaca-se o fornecimento de azoto às culturas da rotação e ao solo, a melhoria da estrutura do solo, a quebra do ciclo de doenças e pragas, o melhor controlo das infestantes e a diversificação das produções da empresa agrícola (8). Crespo (10), concretizando para as nossas regiões cerealíferas do Sul, salienta as vantagens na redução das doenças do pé dos cereais, o melhor controlo do balanço e a melhor nutrição azotada do trigo. O mesmo autor, citando Donald (1964), refere que a introdução de pastagens semeadas nas rotações cerealíferas determinou aumentos médios de 66% na produção de trigo numa importante região agrícola australiana.

As vantagens de culturas forrageiras para cobertura do solo (“cover crops”) em diferentes sistemas agrícolas e a contribuição para a sua sustentabilidade, nomeadamente o melhoramento do solo, a redução dos riscos de erosão, e as vantagens para as culturas agrícolas, têm sido objecto de renovado interesse e investigação (38). Para além das culturas em rotação, o revestimento do solo com plantas forrageiras e pratenses em pomares e vinha é uma técnica adoptada em certas regiões que entre nós não mereceu ainda investigação adequada nem divulgação, para além de alguns casos pontuais.

1.6.1- Protecção do solo e efeitos das áreas de pastagem nos recursos hídricos

O papel benéfico das pastagens para o ambiente e a agricultura, através da conservação e melhoramento dos solos e da melhor infiltração e disponibilidade de água (6), assim como da melhor drenagem e sobretudo da protecção do solo contra a erosão hídrica (39), é hoje consensualmente reconhecido.

Em ensaios conduzidos em diversas regiões dos EUA (40), com diferentes solos e declives variando entre 2 e 16,5%, observaram-se perdas de solo de 14,6 a 250,4 t ha⁻¹ ano⁻¹ com monoculturas de milho ou algodão, enquanto que nas mesmas condições com pastagens as perdas se cifraram em apenas 0,01 a 0,70 t ha⁻¹ ano⁻¹. A intercepção das gotas de chuva pela vegetação, importante para o controlo dos fenómenos erosivos, é proporcional à área coberta, e a infiltração e o escoamento superficial dependem do manejo da pastagem, segundo o mesmo estudo (40).

Em Portugal, em ensaios realizados ao longo da década de noventa na Região Centro, em solos com 9% de declive e em condições de sequeiro, a pastagem permitiu reduzir as perdas de solo em cerca de 90% e os caudais em

escorrimento superficial em quase 80% nos anos chuvosos, em relação à monocultura de cereais (41).

A melhor infiltração da água e a redução dos caudais em escoamento superficial permitidos pelas pastagens podem reduzir picos de enchentes dos ribeiros e rios, e a protecção contra a erosão que asseguram evita ou reduz o assoreamento dos rios e barragens (40).

1.6.2- Especialização versus integração agro-pecuária

Apesar das vantagens ecológicas e das culturas em rotação que atrás se referem, a evolução técnica das últimas décadas, sobretudo o progresso nos agro-químicos por um lado e a evolução do manejo das pastagens por outro, têm conduzido à especialização das explorações ou em culturas agrícolas apenas ou em pastagens e produção animal (7), especialização para que também contribuem os elevados custos de capital fixo e de trabalho que a produção animal exige (42).

Os efeitos ambientais negativos desta especialização tornaram-se já evidentes, levando François Roelants de Vivier (43) a defender intransigentemente o restabelecimento da ligação e interdependência entre as culturas aráveis (produção agrícola) e a produção animal, como forma de proteger o ambiente e evitar que a produção agrícola e a produção animal sejam actividades poluentes.

1.6.3- A pecuária intensiva e os seus efeitos ambientais

A especialização pecuária e intensificação das explorações é responsabilizada nos últimos anos por múltiplos efeitos negativos no ambiente, nomeadamente a poluição dos lençóis freáticos e das águas superficiais com nitratos e fósforo (44), a poluição atmosférica, com acentuada responsabilidade na volatilização de amoníaco (NH_3) e de outros gases com contribuições significativas para o efeito de estufa, como são o metano (CH_4) e os óxidos gasosos de azoto (NO_x e N_2O) (45).

Uma das principais razões para os efeitos ambientais negativos destas explorações são os excessos de azoto a que conduzem (46), quer pelas elevadas (exageradas) fertilizações que praticam, com os estrumes ou dejectos dos animais a contribuírem com mais de metade dos nutrientes, quer pelos elevados consumos de rações que contribuem de forma acentuada para as entradas de nutrientes nas explorações (31).

Estas situações têm conduzido a numerosos trabalhos de investigação sobre as perdas e prejuízos ambientais, incluindo o estudo em sistemas agro-pecuários em Portugal (47) e, por outro lado, a medidas regulamentares de

política agrícola, como sejam a directiva nitratos e a declaração de zonas vulneráveis, assim como à divulgação de códigos de boas práticas agrícolas que pretendem minimizar esses efeitos nefastos (48).

1.6.4- Os sistemas extensivos e os prémios à agricultura “amiga” do ambiente

Em oposição aos sistemas de produção pecuária intensiva subsistem, sobretudo nas regiões de montanha e nas áreas mediterrânicas da Europa, sistemas de produção extensiva, com encabeçamentos inferiores a $1,4 \text{ CN ha}^{-1}$, em muitos dos quais a exploração integra outras produções agrícolas que beneficiam dos nutrientes das dejecções animais e estes valorizam os seus subprodutos (como p. ex. palhas e restolhos).

Embora a produtividade destes sistemas seja relativamente baixa, as perdas e prejuízos ambientais por unidade de área são muito reduzidos, pelo que a partir da reforma da PAC em 1992 foram considerados “amigos do ambiente” e passaram a beneficiar de ajudas agro-ambientais. Em Portugal beneficiaram e beneficiam destas ajudas entre outros os lameiros de montanha, os sistemas policulturais do Norte e Centro, outros sistemas forrageiros extensivos como a pecuária dos montados, assim como os animais de raças autóctones consideradas em risco de extinção (48 e 49).

A produção e o pastoreio extensivos apresentam outros benefícios, como sejam a melhor sustentação e possível exploração complementar dos recursos cinegéticos (50), a compatibilização com o estatuto e as exigências das áreas ambientalmente protegidas (51) e a biodiversidade que permitem (52).

1.7- Principais condicionantes da produção em Portugal

1.7.1- Condicionantes do meio físico

O ambiente ou meio físico, clima, solo e relevo, determinam em boa medida as possibilidades de cultivo de forragens e pastagens e a sua potencialidade produtiva.

O modelo de predição da potencialidade de produção primária líquida de pastagens proposto por Leith considera apenas a temperatura e a precipitação como variáveis independentes (8), embora outros índices bioclimáticos considerem também a radiação e o efeito das geadas.

Para as condições mediterrânicas o quociente pluviométrico de Emberger ($Q = 2R/M^2 - m^2$) x 100) considera a precipitação anual (R), a média das temperaturas máximas do mês mais quente (M) e a média das temperaturas mínimas do mês mais frio (m). Esta última em conjugação com o quociente

pluviométrico permite uma classificação bioclimática das regiões mediterrânicas (53).

A importância do clima na produção de pastagens e distribuição do seu crescimento ao longo do ano pode ser apreciada na Fig. 2, onde se esquematizam as curvas de crescimento para diversos climas.

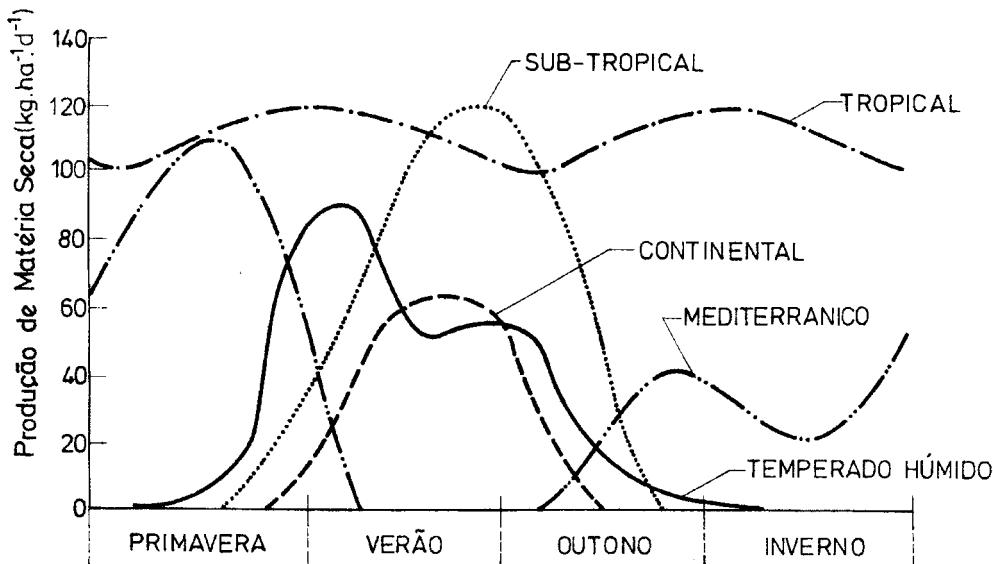


Figura 2- Curvas de produção anual de matéria seca de pastagens em diferentes climas
(Adaptado de 54)

Por outro lado, o solo tem uma grande importância já que as deficiências em água e nutrientes minerais são frequentemente as principais limitações à produção (7) e, para idênticas condições climáticas, a diferente capacidade de armazenamento de água no solo e a disponibilidade de nutrientes podem alterar substancialmente a capacidade produtiva.

Vejamos, pois, as principais características ambientais que em Portugal condicionam a produção de forragens e pastagens. A observação da coleção de cartas do Atlas do Ambiente (55) permite uma apreciação genérica do maior interesse, pelo que se sugere desde já a sua consulta. Sugere-se também a consulta de um interessante estudo sobre a influência do meio físico na distribuição e adaptação de diferentes espécies de plantas pratenses na Austrália (56).

1.7.1.1- O clima

Portugal Continental é dominado por um clima de tipo mediterrânico, caracterizado por um Verão muito quente e seco e um Inverno chuvoso e não muito frio.

A temperatura e a precipitação funcionam como elementos climáticos determinantes e frequentemente limitantes da produção das forragens e pastagens, já que a radiação global é elevada, variando em geral entre 5,8 e 6,9 $\times 10^6 \text{ kJ m}^{-2}$ como média anual, e outros elementos como a geada, o granizo, a humidade do ar e os ventos têm sobre este tipo de culturas muito menor importância que em outras produções agrícolas.

Em cerca de 2/3 do território continental a precipitação média anual (1961-90) variou entre 400 e 800 mm, com uma distribuição de tipo mediterrânico, apresentando quatro a seis meses acentuadamente secos (Maio-Junho a Setembro-Outubro). As áreas com mais de 800 mm de precipitação média anual situam-se quase todas a Norte do rio Tejo.

Mais do que a quantidade total, interessa atender à distribuição anual da precipitação, associada à temperatura do ar, pois a evolução desta última determina em boa medida as necessidades de água da vegetação. Sugere-se, pois, a consulta da informação disponível na “World Wide Web”, quer relativa a valores médios de longo prazo (57) quer às observações mais recentes (58).

Para além da irregularidade na distribuição intra-anual da precipitação, o clima mediterrânico caracteriza-se ainda por uma acentuada irregularidade interanual, com a ocorrência de anos chuvosos e anos secos, numa distribuição de frequência bimodal, determinando que os valores de precipitação média anual que utilizamos (“valores normais”) não sejam os mais frequentes (53).

Quanto à temperatura do ar, no território continental os valores médios anuais situam-se em geral entre 10,0 e 17,5 °C, com as temperaturas médias do mês mais frio a variar entre 2,5 e 12,5 °C e do mês mais quente (Julho/Agosto) entre 17,5 e 25,0 °C (59). Nas ilhas dos Açores e Madeira registam-se menores amplitudes térmicas diárias e anuais, situando-se os valores da temperatura média do mês mais frio próximos de 15 °C (60).

A principal limitação à produção é a falta de água, que determina **a ausência de produção em sequeiro no fim da Primavera e no Verão** (Junho-Setembro) em cerca de 2/3 do território continental, situação que se agrava ainda mais nos anos secos. Nas regiões de Inverno mais frio, como sejam o interior Norte e Centro, sobretudo nas áreas de montanha, a temperatura limita sensivelmente o crescimento, determinando a interrupção da estação de crescimento nos meses mais frios (Dezembro-Fevereiro), pois que 5,5 °C é o zero vegetativo das pastagens e a temperaturas inferiores a 8-10 °C o crescimento das gramíneas de clima temperado é reduzido (15 e 32).

Nas ilhas, em particular nos Açores, dada a disponibilidade de água permitida pela melhor distribuição da precipitação e os valores da temperatura do ar não se mostrarem limitantes durante grande parte do ano, é de admitir que em face dos elevados valores da nebulosidade (60), a radiação seja ocasionalmente factor limitante da produção de erva.

1.7.1.2- O solo

Para além de meio de suporte e fixação das plantas, o solo é o principal reservatório de nutrientes e água, dependendo a nutrição e, portanto, o crescimento e produção das culturas, da reserva do solo em nutrientes assimiláveis e em água utilizável. Desde já convém chamar a atenção para que a limitação da produção devida à falta de água, atribuída no ponto anterior à irregularidade do regime de precipitação em clima mediterrânico, pode ser agravada ou atenuada, conforme o solo disponha de baixa ou elevada capacidade de armazenamento de água útil. Isto significa que, embora por razões de ordenamento da exposição sejam abordados em separado, o solo e o clima devem ser encarados em conjunto quando se pensa na adaptação ambiental das culturas forrageiras e pratenses.

De entre as características dos solos a que temos de dar maior atenção destacamos em primeiro lugar a sua profundidade ou espessura efectiva, que juntamente com a textura e estrutura constituem os factores físicos que mais condicionam a capacidade de armazenamento de água utilizável e a drenagem do solo. Acresce que as características físicas são de difícil alteração.

Quanto aos factores químicos, em geral de correcção economicamente viável, destacamos o teor em matéria orgânica (MO) e a reacção do solo (pH), sendo ainda importantes os níveis de nutrientes assimiláveis, particularmente de fósforo e potássio. As características biológicas (“vida do solo”) têm implicações na mineralização da matéria orgânica, no ciclo do azoto (N), em particular na nitrificação e na fixação do N atmosférico, na assimilação de nutrientes como o fósforo e na incidência de pragas e doenças que podem atacar o sistema radical das culturas (61 e 62). A actividade biológica do solo é, porém, condicionada pelos factores físicos e químicos.

A importância atribuída à espessura efectiva do solo deve-se a que ela determina o volume de solo que as raízes poderão explorar, condicionando portanto a capacidade de armazenamento e utilização de água e nutrientes. Esta mesma capacidade é condicionada também pela textura do solo, a qual tem de ser considerada na eleição de plantas para cultivo e influencia as fertilizações a praticar.

A estrutura, conjuntamente com a textura e a topografia do terreno, determina a drenagem, característica de grande importância para o cultivo. De facto, um solo com má drenagem apresenta anualmente, durante um período de duração variável, a sua porosidade preenchida quase integralmente por água, donde resulta deficiência de oxigénio para a respiração dos sistemas radicais, situação a que apenas algumas plantas forrageiras estão adaptadas (62). Para além disso, em geral os cultivos não têm condições de serem aproveitados

enquanto se registar encharcamento, pois quer as máquinas quer os animais não terão condições de operabilidade e transitabilidade.

A reacção do solo (pH) é fortemente condicionante da adaptação de muitas espécies e cultivares e, juntamente com o teor de MO e a textura, determina as correcções a praticar. Particularmente importante para nós é a reacção ácida, ligada à toxicidade do alumínio e à inibição do desenvolvimento radical. O teor de matéria orgânica do solo tem ainda significativa importância na capacidade de retenção de água e nutrientes utilizáveis, na alimentação azotada e fosfatada das plantas, e pode condicionar também os níveis de infestações dos terrenos.

Estes são os principais aspectos relativos ao solo a ter em conta na tomada de decisões sobre o cultivo de forragens e pastagens. **A observação local do perfil do solo e da fisiografia do terreno, a história da sua utilização agrícola e o comportamento da vegetação existente, juntamente com os resultados das análises e a consulta das cartas de solos** (63, 64 e 65) permitirão fundamentar melhor as decisões.

Procuremos agora chamar a atenção, dum forma muito sumária, para as características dominantes dos solos em Portugal.

O nosso país é dumha forma geral pobre no que se refere ao valor agrícola dos seus solos. Mais de 30% da área do país é ocupada por solos muito pobres, como sejam **litossolos, podzóis, regossolos e afloramentos rochosos** (63). Além disso, são reduzidas as áreas de solos profundos e bem drenados, o que limita consideravelmente a expansão de algumas culturas forrageiras mais produtivas e exigentes.

A maior parte dos solos a Sul do rio Tejo e de importantes áreas da Beira Baixa e de Trás-os-Montes apresentam níveis baixos ou muito baixos de MO, frequentemente entre 0,5 e 1,5%. Os teores em fósforo assimilável são também em geral baixos.

Cerca de 80% da área territorial do Continente apresenta solos de reacção ácida, localizando-se as principais manchas de solos não ácidos no Centro litoral entre Lisboa e Coimbra, e ainda em algumas zonas do Alentejo e Algarve (55).

As texturas dos solos são geralmente francas no Norte, o que, juntamente com o tipo de minerais de argila dominantes, torna possível a mobilização destes terrenos durante quase todo o ano, ao contrário do que sucede em muitas zonas do Sul do país, em que as texturas mais finas e os minerais de argila dominantes determinam curtos períodos de aptidão para a mobilização do solo (“sazão”).

Uma situação muito característica e fortemente selectiva das plantas a cultivar, embora felizmente com reduzida expressão no país, é o excesso de sais de sódio em solução e/ou no complexo de troca.

1.7.1.3- O relevo

O relevo pode constituir uma importante limitação à produção, em especial através dos efeitos da altitude e do declive dos solos.

A altitude determina uma redução da potencialidade produtiva das pastagens e em particular a redução da sua estação de crescimento, mas o seu efeito sobre as restantes produções agrícolas é ainda mais severo, fazendo com que, em áreas montanhosas de apreciável altitude, as pastagens acabem por constituir a mais frequente alternativa de exploração da terra (32).

Em Portugal as áreas de maior altitude situam-se na metade Norte do país (Quadro 3) e nas ilhas atlânticas.

Quadro 3- Distribuição percentual das áreas por zonas de altitude em Portugal Continental (9)

Zonas de Altitude	A Norte do Tejo	A Sul do Tejo	Total
Abaixo de 200 m	28,9	63,0	43,1
De 200 a 400 m	24,2	34,0	28,3
De 400 a 700 m	27,2	2,8	17,0
Acima de 700 m	19,7	0,2	11,6
	100,0	100,0	100,0

O declive, sobretudo quando o relevo é acentuado ($> 15\%$), influí decisivamente nas alternativas de cultivo, restringindo acentuadamente o leque das opções aconselháveis. De facto, atendendo à concentração das chuvas que por vezes caem copiosamente na estação fria, os solos em condições de declive acentuado podem ser sujeitos a importante erosão hídrica, que exportando preferencialmente os constituintes mais finos (e portanto os mais úteis), os podem empobrecer em poucos anos de cultivo inadequado. Isto verifica-se quando solos nessas condições de declive são utilizados por **culturas anuais** (mas também com perenes), que obrigam a mobilizações frequentes, sobretudo pelas que proporcionam um **mau revestimento do solo na época das chuvas**, como é o caso dos **cereais praganosos**. Este fenómeno é de grande importância no nosso país, onde no passado e no presente se tem alienado a fertilidade dos solos duma forma impressionante, ao insistir em cultivar e mobilizar os solos onde não há condições para o fazer sem graves riscos de erosão hídrica.

Nessas condições de declive acentuado é pois forçoso optar por **cultivos perenes para conservar a fertilidade e o património solo** e, preferencialmente, por **culturas que não exijam a mobilização anual do solo** como é o

caso dos **prados permanentes** e da floresta.

O prado e a floresta são pois as principais utilizações que devemos dar a importantes áreas do país de relevo acentuado a muito acentuado, já que outras culturas perenes como sejam os pomares e a vinha ocuparão áreas comparativamente muito menores. Há que referir ainda que a adopção de culturas muito pouco exigentes como o prado e a floresta em condições de declive acentuado, justifica-se também pela dificuldade de mecanização do cultivo nessas condições.

1.7.2- Condicionantes socioeconómicos e políticos

Se as condições ambientais podem limitar a adaptação das culturas e a sua potencialidade produtiva, a decisão de cultivar forragens e pastagens, o tipo de exploração e a produção animal a que se destinam são hoje em dia determinados sobretudo por razões socioeconómicas e políticas. A sempre crescente importância e dependência do mercado e da regulamentação política, os custos crescentes dos consumos intermédios e do capital, juntamente com as condições estruturais da propriedade e a disponibilidade de mão-de-obra, desempenham hoje em dia um papel dominante na tomada de decisões de produção.

A economia da produção de forragens e pastagens para a produção animal de ruminantes é extremamente complexa e sujeita a um grande número de variáveis, pelo que o resultado económico apenas pode ser apreciado correctamente no total da exploração e em casos concretos (42). De facto, não é fácil estabelecer um valor para a produção das forragens e pastagens, já que sendo produtos em geral perecíveis e de elevado teor em água, determinam elevados custos de colheita, manuseamento e transporte relativamente ao seu valor potencial, o que tal como a utilização em pastoreio se reflecte em restrições à comercialização, permitindo muitas vezes apenas a comercialização local com deficiências de funcionamento de mercado. Por outro lado, o seu valor alimentar e a sua valorização económica estão dependentes do tipo de produção animal que as utiliza. Daí que só após a conversão em produto animal seja adequado fazer a análise económica da sua produção.

1.7.2.1- A estrutura das explorações, os investimentos e a mão-de-obra

A estrutura das explorações agrícolas, em especial a sua dimensão, o grau de divisão em parcelas e a distância e acessibilidade entre estas, condicionam fortemente a decisão sobre o tipo de culturas.

As pequenas explorações e as regiões minifundiárias que se dedicam à

exploração pecuária tendem a cultivar mais forragens e a estabular os animais, em sistemas de exploração com pouco ou mesmo sem pastoreio, enquanto que as grandes explorações tendem a utilizar mais o pastoreio e a reduzir ao mínimo necessário ou mesmo não recorrer a culturas para corte. Exemplos destas diferentes opções podem ser observados entre nós, no Entre Douro e Minho no primeiro caso e no Alentejo para o segundo.

A produção à base de culturas forrageiras para corte e alimentação no estábulo permite mais elevadas produções por hectare (ver 3.2), possibilitando assim o aumento do número de animais da exploração e a receita bruta, e rentabilizando a força de trabalho disponível e os equipamentos. Embora o corte, manuseamento, transporte e conservação da forragem sejam muito dispendiosos, a outra hipótese de os agricultores nestas condições aumentarem o efectivo, a compra ou arrendamento de mais terra, revela-se ainda mais cara ou mesmo impossível, pelos elevados custos e pela escassez da oferta.

Pelo contrário, nas explorações de grande dimensão a terra não é recurso limitante principal, pelo que é possível assegurar rebanhos com dimensão economicamente viável e rentabilizar o trabalho regular da exploração com produções unitárias mais baixas, optando os agricultores por formas de produção que lhes permitam melhorar o rendimento pela redução das despesas efectivas. Ora a pastagem e a utilização da produção em pastoreio asseguram custos de produção mais baixos por unidade produzida.

A vedação das pastagens, necessária à racionalização do pastoreio e redução das necessidades de mão-de-obra, tem um peso considerável nos custos de produção (66). Esse peso cresce com a redução da dimensão da exploração e com o seu parcelamento, dado que desta forma cresce acentuadamente a relação perímetro/superfície, elevando os seus custos por hectare a valores proibitivos para explorações minifundiárias com grande divisão em parcelas.

A estrutura das explorações agrícolas em Portugal revela ainda a existência de um elevado número de pequena ou muito pequena dimensão, embora a evolução e diminuição do número de pequenos produtores seja considerável nos últimos anos, sobretudo nas explorações de leite (26). Porém, o efectivo médio das explorações leiteiras era em 1997 de apenas 5,2 vacas em Portugal, em comparação com 24,0 para o conjunto dos “quinze”, enquanto que para as outras explorações bovinas esses números eram respectivamente de 8,4 e 47,4 (23). Estes números evidenciam a debilidade estrutural do país nestes tipos de produção.

Os elevados custos de capital fixo e de trabalho regular na produção animal de ruminantes têm conduzido à especialização das explorações e à intensificação, como forma de através dos aumentos de produção unitária se conseguir diluir os custos fixos por hectare de terra ou por animal (42). Análises

económicas sobre os principais factores que afectavam a rentabilidade das explorações leiteiras, de produção de carne de bovinos ou de borrego na Grã-Bretanha, revelaram que esses factores eram o **encabeçamento** (animais ha⁻¹) e a **produtividade por animal**, quer fosse medida em leite produzido por vaca, em ganhos diários de peso dos novilhos, ou em número de borregos criados por ovelha (42).

Esta intensificação significa acréscimo das necessidades de conservar forragens, o que tem custos elevados que os sistemas de exploração extensivos por seu lado procuram reduzir ao mínimo, adoptando encabeçamentos mais baixos, com eficiências de utilização da erva produzida também mais baixas, por forma a assegurar a estabilidade da produção e manutenção do efectivo nos períodos de escassez (15).

Referimos já que a produção pecuária de ruminantes tem custos elevados de capital fixo e trabalho. De facto, as construções, as máquinas, os equipamentos e os animais representam elevados investimentos que é necessário rentabilizar. Por outro lado, os animais exigem trabalho nos 365 dias do ano, na sua alimentação, condução e vigilância, e na ordenha no caso da produção de leite. Isto significa, com o normal progresso das regalias sociais, assegurar trabalho aos fins de semana, feriados e períodos de férias. Os custos fixos de mão-de-obra são portanto elevados, obrigando ao crescimento da dimensão mínima do rebanho para que a actividade seja lucrativa.

Esta necessidade de rentabilizar os elevados encargos fixos coloca os agricultores perante duas alternativas de aumento da produção. O acréscimo de produção por animal ou o acréscimo do número de animais por hectare. Em termos de produção de forragens e pastagens esta alternativa significa respectivamente produzir erva de melhor qualidade ou produzir maior quantidade. Quando o capital é um recurso mais escasso que a terra, é mais rentável colocar a ênfase no aumento de produção por animal do que na produção por hectare (42).

Nos últimos anos tem ganho progressiva importância a possibilidade de aumentar as receitas através de um judicioso aproveitamento das ajudas e de reduzir os custos de capital através dos apoios ao investimento.

1.7.2.2- As OCM's da carne e do leite no âmbito da PAC - quotas de produção e ajudas

Como já atrás referimos (1.4.2) a produção de ruminantes, em particular o leite e a carne de bovino, são dos sectores mais protegidos pela PAC, o que significa também que são alvo de forte regulamentação.

A produção de leite está sujeita a um sistema de quotas individuais por produtor e a quantidades globais garantidas por país, correspondendo a Portu-

gal 1,87 milhões de toneladas, sendo os produtores fortemente penalizados em caso de ultrapassagem da “quota nacional” (67).

Os apoios ao sector leiteiro no âmbito da PAC são fundamentalmente devidos às medidas de suporte aos preços de mercado, a ajudas à comercialização e restituições às exportações de produtos lácteos.

A produção de carne bovina embora beneficie ainda de medidas de suporte aos preços de mercado, tem visto esta componente de apoio descer gradualmente desde a reforma da PAC de 1992, beneficiando em compensação de ajudas directas, prémios aos bovinos machos e às vacas aleitantes que estão sujeitos a um limite máximo de encabeçamento de 2 CN ha^{-1} , e , no caso das vacas aleitantes, aos direitos por produtor, cujo limite máximo nacional é de 277,5 mil vacas aleitantes. A estes prémios pode acrescer ainda um prémio por vaca ou bovino macho correspondente a um pagamento por extensificação, no caso do encabeçamento ser inferior a $1,4\text{ CN ha}^{-1}$ de superfície forrageira (67, 68 e 69).

No caso dos pequenos ruminantes a OCM estabelece a atribuição de um prémio por ovelha ou cabra adulta, limitado aos direitos detidos por cada produtor, acrescendo ainda uma ajuda complementar no caso das respectivas explorações se situarem em “zonas desfavorecidas” (67, 68 e 69).

1.7.2.3- Apoios a situações, culturas, modos de produção e produtos regulamentados

Para além dos apoios no âmbito das OCM'satrás referidas, as superfícies de forragens e pastagens podem ainda beneficiar de indemnizações compensatórias quando as explorações se situem em zonas desfavorecidas , cujos valores são acrescidos no caso de se tratar de áreas de montanha, desde que respeitem determinadas exigências de que se destacam os limites máximos de encabeçamento de $1,4$ e $2,0\text{ CN ha}^{-1}$ respectivamente (68 e 69).

As culturas forrageiras anuais com cereais praganosos, milho, sorgo e tremoço doce, desde que aproveitadas após o início da floração, beneficiam das ajudas ao hectare atribuídas no âmbito da OCM das culturas arvenses, com valores atribuídos em função das produtividades históricas regionais (plano de regionalização) e do cultivo ser em regadio ou sequeiro (68 e 69). Estas ajudas, embora sujeitas a penalizações pela ultrapassagem das superfícies de base nacionais, têm contribuído para a extensão destas culturas, nomeadamente do milho silagem.

No âmbito das medidas agro-ambientais estão também regulamentados diversos tipos de ajuda, nomeadamente a sistemas forrageiros extensivos, sistemas policulturais e lameiros ou pastagens de elevado valor florístico, e ainda à agricultura biológica (70).

Em relação a esta última é de realçar que as pastagens foram a segunda cultura em extensão no âmbito da agricultura biológica em Portugal em 1999, com cerca de onze mil hectares (sobretudo na Beira Interior e Alentejo) e em Espanha foram a principal cultura juntamente com as forragens em cerca de 183 mil hectares (sobretudo na Extremadura). Acresce que o modo de produção biológico foi recentemente regulamentado pela UE para a produção animal, pelo que é agora objecto também das ajudas agro-ambientais (70).

Embora com menor alcance há que referir ainda as ajudas às forragens desidratadas ou secas ao sol (aplicável especialmente a leguminosas) estabelecidas pela UE, apesar de as quantidades máximas garantidas serem muito reduzidas para Portugal (71), e ainda as ajudas à produção de semente de algumas forrageiras (68 e 69).

Finalmente recorda-se que os produtos pecuários de ruminantes, em particular os queijos e as carnes, se encontram entre os produtos mais protegidos por regulamentações de “Denominação de Origem Protegida” (DOP) ou “Indicação Geográfica Protegida” (IGP) (35).

Em consequência da directiva nitratos da UE (20) foram declaradas em Portugal algumas zonas vulneráveis em termos de conservação da água, tendo sido recentemente regulamentado o cultivo nestas áreas, com restrições quanto à fertilização, as quais irão beneficiar de apoios apreciáveis para adopção de práticas culturais que conduzam à redução dos efeitos poluentes (70), situação que interessa a algumas explorações forrageiras intensivas.

1.7.2.4- Outras condicionantes

Para além dos aspectos anteriormente referidos, situações há entre nós em que a limitação ao desenvolvimento da produção de forragens e pastagens resulta da não existência de uma relação directa entre o produtor animal e a exploração ou posse da terra em que os seus animais se alimentam.

Trata-se por um lado da existência de pastores sem terra, cujos animais pastoreiam sobretudo em áreas de terrenos incultos ou pousios, que Orlando Ribeiro estimou em 16% da superfície territorial do País (9). É uma realidade com importância em algumas regiões, que impede o desenvolvimento da produção, já que os pastores, não sendo donos da terra, não desenvolvem nela a produção de forragens e pastagens, e os seus proprietários, não beneficiando dos eventuais acréscimos de produção do rebanho, também não estão nela interessados. Não se trata de um problema só português, mas sim de uma situação típica dos países mediterrânicos, estudada e referida por diversos autores como uma importante limitação ao desenvolvimento das pastagens e da produção animal (72).

Por outro lado, a existência de áreas baldias de utilização comunal,

importante sobretudo nas áreas montanhosas do Entre Douro e Minho e Trás-os-Montes (73), coloca também dificuldades de decisão sobre o investimento em culturas de forragens e pastagens.

Referências

- (1) BARNES, R. F.; BAYLOR, J. E. (1995). Forages in a changing world. In *Forages. An Introduction to Grassland Agriculture*, Robert Barnes, Darrel Miller e Jerry Nelson (eds.), 5th ed., volume 1, The Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 3-13.
- (2) HOLMES, W. (1989). Introduction. In *Grass. Its production and utilisation*. 2nd ed., W. Holmes (ed.), Br. Grassl. Soc. & Blackwell Sci. Publ., Oxford, pp. 1-6.
- (3) CASTRI, F.; GOODAL, D.; SPECHT, R. (1981). *Mediterranean-type Schublands. Ecosystems of the World 11*. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 643 pp.
- (4) BOURBOUZE, A.; DONADIEU, P. (1987). *L'Élevage sur parcours en région méditerranéennes. Options méditerranéennes*, CIHEAM, Montpellier, 92 pp.
- (5) WILLIAMS, O.B. (1981). Evolution of grazing systems. In *Grazing Animals. World Animal Science*. F.H.W. Morley (ed.), Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, pp. 1-12.
- (6) HEATH, M.E. (1973 a). Forages in a changing world. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture*. 3rd ed., M.E. Heath, D.S. Metcalfe and R.F. Barnes (eds.). The Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 3-12.
- (7) LEAFE, E.L. (1988). Introduction - the history of improved grasslands. In *The Grass Crop. The Physiological Basis of Production*. Michael B. Jones and Alec Lazenby (eds.), Chapman and Hall, Londres, pp. 1-23.
- (8) PEARSON, C.J.; ISON, R.L. (1987). *Agronomy of Grassland Systems*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 169 pp.
- (9) ORLANDO RIBEIRO (1986). *Portugal: o Mediterrâneo e o Atlântico*. 4^a ed., Livraria Sá da Costa, Lisboa, 189 pp.
- (10) CRESPO, D.G. (1975). *Prados Temporários e Permanentes*. Coleção Factores Elementares do Sequeiro do Sul, Curso de Reciclagem - Sequeiro 7, ed. MAP/INIA, Oeiras, 99 pp.
- (11) GAROLA, C.V. (1908). *Prairies et Plantes Fourragères*. 2^e ed., Encyclopédie Agricole, ed. J.B. Baillière et Fils, Paris, 498 pp.
- (12) OLIVEIRA MARQUES, A.H. (1968). *Introdução à História da Agricultura em Portugal*. Ed. Cosmos, Lisboa, 350 pp.
- (13) VASCONCELOS, J.C. (1937). O problema das forragens em Portugal. *Revista Agronómica*, **25**(2):96-112.
- (14) CRESPO, D.G. (1967). Memória de vinte e cinco anos de actividade do Departamento de Forragens da EMP. *Melhoramento*, **20**(1):115-194.
- (15) LAZENBY, A. (1988). The grass crop in perspective: selection, plant performance and animal production. In *The Grass Crop. The Physiological Basis of Production*. Michael B. Jones and Alec Lazenby (eds.), Chapman and Hall, Londres, pp. 311-360.
- (16) CARNEIRO, Emiliano C. (1995). A agricultura açoriana - passado, presente e futuro. In *Boletim da SPPF*, Elvas, n^o 7:15-30.
- (17) (<http://www.europeangrassland.org/>).
- (18) (www.i-way.co.uk/~bgs).
- (19) (www.blackwell-science.com/gfs).
- (20) (http://europa.eu.int/comm/agriculture/envir/index_pt.htm).
- (21) MOREIRA, N. (2000). A produção de forragens e pastagens e o ambiente. In *Actas da 3^a*

Agronomia das Forragens e Pastagens

- Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens.* Bragança - A Coruña - Lugo, 7 - 13 de Maio, pp. 193-198.
- (22) FAO (1996) *FAO Production Yearbook 1995*, vol. 49, ed. FAO, Roma, 235 pp. (<http://apps.fao.org/>)
- (23) http://europa.eu.int/comm/agriculture/agrista/index_pt.htm
- (24) AVILLEZ, F. (1998). *Os efeitos redistributivos da política agrícola comum.* Documento de trabalho nº 14, Setembro de 1998, ed. policopiada, ISA, Lisboa, 26 pp.
- (25) MADRP (1999). *Panorama Agricultura. Portugal 1998.* Edição do Gabinete de Planeamento e Política Agro-Alimentar, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa, 137 pp.
- (26) MADRP (2000). *Panorama da Agricultura. Portugal 1999.* Edição Gab. do Planeamento e Política Agro-Alimentar, Lisboa, 162 pp.
- (27) INE (1999). *Estatísticas Agrícolas.* Ed. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 158 pp.
- (28) CRESPO, D.G. (1995). Pastagens, forragens e produção animal. Sistemas intensivos *versus* extensivos. *Pastagens e Forragens*, **16**:61-73.
- (29) PFLIMLIN, A. (1995). Europe laitière: diversité, spécificités et complémentarités. *Fourrages*, **143**:5-20.
- (30) MOREIRA, Nuno (1994). Situação e perspectivas da produção forrageira intensiva no Entre Douro e Minho. *Pastagens e Forragens*, **14/15**, pp. 31-40.
- (31) TRINDADE, H.; COUTINHO, J.; MOREIRA, N. (1998). Fluxos de azoto em explorações de bovinicultura leiteira intensiva no Noroeste de Portugal. *Pastagens e Forragens*, **19**: 99-112.
- (32) MOREIRA, Nuno (1986). *O melhoramento das pastagens de montanha.* Ed. UTAD, Vila Real, 73 pp.
- (33) VIEIRA, J.; SANCHES, D.; GONÇALVES, S.; BERNARDO, A.; MOREIRA, N. (2000). Sustentabilidade dos lameiros e do sistema de agricultura de montanha do Norte de Portugal. I. Sistema de Agricultura. In *Actas da 3ª reunião Ibérica de Pastagens e Forragens*, Bragança - A Coruña - Lugo, 7 a 13 de Maio, pp. 731-736.
- (34) VIEIRA, J.; GONÇALVES, S.; SANCHES, D.; BERNARDO, A.; MOREIRA, N. (2000). Sustentabilidade dos lameiros e do sistema de agricultura de montanha do Norte de Portugal. II. Lameiros. In *Actas da 3ª reunião Ibérica de Pastagens e Forragens*, Bragança - A Coruña - Lugo, 7 a 13 de Maio, pp. 737-742.
- (35) <http://www.dgdrural.pt/produtos/index.html>.
- (36) TÁVORA, J.M. (1985). *As pastagens do Parque Natural da Serra da Estrela: reconhecimento, caracterização, potencialidades.* Relatório de Estágio do Curso de Engenheiro Silvicultor, ISA/UTL, Lisboa, 176 pp.
- (37) LOURENÇO, M.E.; GONÇALVES, M.C.; OLIVEIRA, A.J.; SERRANO, J.E. (1994). Capacidade produtiva das pastagens naturais nas condições do montado alentejano. *Pastagens e Forragens*, **14/15**: pp. 139-148.
- (38) http://ifs.orst.edu/pubs/multiple_impacts_cover_crop.html
- (39) HEATH, M.E. (1973 b). Grassland Agriculture. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture.* 3rd ed., M.E. Heath, D.S., Metcalfe and R.F. Barnes, The Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 13-20.
- (40) BROWING, G.M. (1973). Forages and Soil Conservation. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture.* 3rd ed., M.E. Heath, D.S., Metcalfe and R.F. Barnes, The Iowa State University Press, Ames (USA) pp. 30-43
- (41) LOPES, P.M.; CORTEZ, N.; GOULÃO, J.N. (2000). Rainfall erosion in Cambisols from Central Portugal. Some statistical differences between wet and dry years. *Man and Soil at the Third Millennium.* Proceedings of the III International Congress of the European Society

- for Soil Conservation, 28 de Março a 1 de Abril, Valência (em publicação).
- (42) NIX, J.S. (1989). Economic aspects of grass production and utilisation. In *Grass. Its production and utilisation*. 2nd ed., W. Holmes, Br. Grassl. Soc. & Blackwell Sc. Publ., Oxford, pp. 214-239.
- (43) VIVIER, F.R. (1987). *Agriculture européenne et environnement. Un avenir fertile*. Ed. Sang de la Terre, Paris, 302 pp.
- (44) WERNER, W. (1997). Implementation and efficiency of counter-measures against diffuse nitrogen and phosphorus input into groundwater and surface waters from agriculture. In *Controlling mineral emissions in European agriculture*, E. Romstad, J. Simonsen e A. Vatn (eds.), CAB International, Wallingford (UK), pp. 73-89.
- (45) KAZENWADEL, G.; ZEDDIES, J.; LÖTHE, K. (1997). Balancing greenhouse gases and reduction of emissions in grassland farming systems. In *Gaseous nitrogen emissions from grasslands*, S.C. Jarvis e B.F. Pain (eds.), CAB International, Wallingford (UK), pp. 373-381.
- (46) BROUWER, F.; HELLEGERS, P., 1997. Nitrogen flows at farm level across European Union agriculture. In *Controlling mineral emissions in European agriculture*, E. Romstad, J. Simonsen e A. Vatn (eds.), CAB International, Wallingford (UK), pp. 11-26.
- (47) TRINDADE, H. (1997). *Fluxos e perdas de azoto em explorações forrageiras intensivas de bovinicultura leiteira no Noroeste de Portugal*. Tese de doutoramento, UTAD, Vila Real, 213 pp.
- (48) (<http://www.min-agricultura.pt/index.htm>).
- (49) MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1994). *Medidas Agro-Ambientais*. Ed. IEADR, Lisboa, 95 pp.
- (50) CARVALHO, C.R.; BORRALHO, R.; BUGALHO, J.; BARRETO, A. (1995). A exploração dos recursos bravios e a sua relação com a economia agrícola: perspectivas actuais. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. XVIII(3):11-22.
- (51) BGS (1997). *Grassland Management in "Environmentally Sensitive Areas"*. BGS Occasional Symposium no. 32, R.D. Sheldrick (ed.), UK, 294 pp.
- (52) WEST, M.E. (1993). Biodiversity of rangelands. *Journal of Range Management*, **46**(1):2-13.
- (53) NAHAL, I. (1981). The mediterranean climate from a biological viewpoint. In *Mediterranean-type shrublands. Ecosystems of the World*. D. di Castri, D.W. Goodall and R.L. Specht (eds.), Elsevier Sci. Publ. Company, Amsterdam, pp. 63-68.
- (54) SNAYDON, R.W. (1981). The ecology of grazed pastures. In *Grazing Animals. World Animal Science*. F.H.W. Morley (ed.), Elsevier Sc. Publ. Company, Amsterdam, pp. 13-31.
- (55) <http://195.22.0.189/atlas/index.html>
- (56) KEMP, D.R.; DOWLING, P.M. (1991). Species distribution within improved pastures over central N.S.W. in relation to rainfall and altitude. *Aust. J. Agric. Res.*, **42**:647-659.
- (57) <http://agricultura.isa.utl.pt/agricultura/agribase/estacoes.asp>
- (58) <http://www.meteo.pt/informacaoclimatica/index1.html>
- (59) SMN (1974). *Atlas Climatológico de Portugal Continental*. Edição Preliminar, Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa.
- (60) SMN (1970). *O Clima de Portugal*. Fascículo XIII, 2^a ed., Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa, 207 pp.
- (61) DIAS CORREIA, A.A. (1986). *Bioquímica nos solos, nas pastagens e forragens*. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, pp. 43-52.
- (62) JEFFREY, D.W. (1988). Mineral nutrients and the soils environment. In *The Grass Crop*.

Agronomia das Forragens e Pastagens

- The Physiological Basis of Production.* Michael B. Jones and Alec Lazenby (eds.), Chapman and Hall, London, pp. 179-204.
- (63) CARDOSO, J.C.; BESSA, M.T.; MARADO, M.B. (1973). Carta dos Solos de Portugal (1:1 000 000). *Agronomia Lusitana*, **33**:418-602.
- (64) AGROCUNSULTORES e COBA (1991). *Carta de Solos, Carta de Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal (1:100 000). Memórias.* UTAD - PDRITM, Vila Real.
- (65) AGROCUNSULTORES e GEOMETRAL (2001). *Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra para a Agricultura (1:25 000) em Entre Douro e Minho. Memórias.* DRAEDM.
- (66) PARREIRA, J.S.; PALMEIRO, J.B. (1987). Contribuição para a determinação dos custos completos de algumas culturas pratenses e forrageiras mais importantes no Baixo Alentejo. *Pastagens e Forragens*, **8**(2):71-128.
- (67) <http://www.min-agricultura.pt/>
- (68) <http://www.inga.min-agricultura.pt/ajudas/index.html>
- (69) CAP (2001). *Prémios e ajudas anuais 2001.* Ed. CAP/INGA, Lisboa, 237 pp.
- (70) <http://www.dgdrural.pt/ruris/index.html>
- (71) ANÓNIMO (2000). La cantidad máxima garantizada de forrajes deshidratadas es insuficiente para España. *Vida Rural*, **111**:8.
- (72) ARNON, I. (1958). The improvement of natural pasture in the mediterranean region. *Herbage Abstracts*, **28**(4):225-231.
- (73) http://www.ine.pt/prodserv/Rga/index_rga.asp

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO DE FORRAGENS E PASTAGENS. MORFOLOGIA E FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS

2.1- Principais aspectos morfológicos	37
2.1.1- As gramíneas	37
2.1.2- As leguminosas	38
2.2- Estados de desenvolvimento	39
2.2.1- Gramíneas	40
2.2.2- Leguminosas	40
2.3- Fisiologia do crescimento	40
2.3.1- A produção de biomassa	40
2.3.2- Eficiência fotossintética da folha	41
2.3.3- Índice de área foliar	43
2.3.4- Arquitectura da vegetação	44
2.3.5- O destino dos produtos assimilados	45
2.3.6- Senescênciia	46
2.4- Aspectos fisiológicos de particular interesse para a produção de forragens e pastagens	47
2.4.1- Plantas C ₃ e C ₄	47
2.4.2- O crescimento após desfoliação	47
2.4.2.1- Tipos e localização dos meristemas	48
2.4.2.2- Reservas e recrescimento	49
2.4.3- Estratégias de sobrevivência das plantas e perenidade das culturas. Dinâmica do “banco” de sementes do solo, desenvolvimento radical e dormência.....	50
2.4.4- A competição em misturas	51
2.5- Fisiologia e crescimento das gramíneas	52
2.5.1- Germinação e crescimento das plântulas	52
2.5.2- Fase vegetativa	53
2.5.3- Fase reprodutiva	55
2.5.4- Maturação e produção de semente	56
2.5.5- Exemplos	57
2.6- Fisiologia e crescimento das leguminosas	57
2.6.1- Germinação e crescimento das plântulas	57
2.6.2- Fase vegetativa	58
2.6.3- Fase reprodutiva	59
2.6.4- Maturação e produção de semente	59
2.6.5- A simbiose leguminosa/rizóbio	59
2.6.6- Exemplos	60
Referências	60

CAPÍTULO 2- FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO DE FORRAGENS E PASTAGENS. MORFOLOGIA E FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS

2.1- Principais aspectos morfológicos

Não é objectivo da disciplina abordar exaustivamente ou em pormenor a morfologia das gramíneas e das leguminosas, mas julga-se conveniente recordar e salientar aspectos que podem contribuir para a melhor compreensão do seu comportamento produtivo.

As famílias das gramíneas e das leguminosas (nesta a subfamília das lotóideas) compreendem a maioria das plantas utilizadas para a produção de forragens e pastagens, embora espécies de outras famílias, nomeadamente crucíferas, possam ser também objecto de cultivo com o mesmo fim.

Para o esclarecimento de dúvidas ou aspectos complementares da morfologia e identificação das espécies forrageiras e pratenses sugere-se a consulta do texto didáctico elaborado por Trindade (1), e ainda os trabalhos de Vasconcelos (2), Villax (3), Langer (4) e Muslera Pardo e Ratera Garcia (5).

2.1.1- As gramíneas

Os aspectos gerais a destacar e de maior importância prática são os seguintes:

- Sistema radical adventício, fasciculado e muito desenvolvido, que substitui as raízes seminais do primeiro período de vida da planta. A sua importância agrícola é grande, já que, para além de servir a planta conferindo-lhe uma boa capacidade de utilizar e competir pela água e nutrientes, contribui para a melhoria dos solos pelos resíduos de matéria orgânica que deixa e pela acção na estrutura e agregação das suas partículas;

- Caule em geral de tamanho muito reduzido no estado vegetativo (estado em que se manifesta o “pseudo-caule” formado pela sobreposição das bainhas das folhas), ganhando expressão quando no estado reprodutivo ocorre o alongamento dos entrenós superiores. A partir do caule principal surgem novos caules axilares, os filhos, que aparecem normalmente do interior da bainha das folhas, excepto quando se trata de espécies estolhosas ou rizomatozas, em que estes rasgam a bainha das folhas invaginantes, desenvolvendo-se horizontalmente à superfície ou sob o solo, emitindo novas raízes;

- Folhas sésseis constituídas por duas partes, a bainha e o limbo, a primeira envolvendo no estado vegetativo as novas folhas em desenvolvimento, constituindo o “pseudo-caule”, e posteriormente os entrenós dos caules

reprodutivos. O prolongamento membranoso ou viloso da bainha junto à base do limbo constitui a lígula, a qual, juntamente com as aurículas, prolongamentos da base do limbo, servem à distinção morfológica das espécies no estado vegetativo;

- Inflorescência terminal, constituída por espiguetas agrupadas em geral em eixo simples (ráquis) formando espigas, ou ramificado, formando panículas. O tamanho e características das glumas, glumelas, aristas e a forma de agrupamento das espiguetas servem à identificação das espécies;

- A semente das gramíneas é um fruto, uma cariopse, que além do embrião contém em maior ou menor proporção um tecido de reserva amiláceo, o endosperma. É este tecido que suporta os requesitos energéticos da germinação, emergência e crescimento inicial das plântulas. Conforme as espécies, a semente pode apresentar as glumelas aderentes (vestida) ou não (semente nua).

2.1.2- As leguminosas

É grande a diversidade morfológica das plantas desta família, mesmo dentro da subfamília das lotóideas, a que pertencem as espécies utilizadas como forrageiras ou pratenses. Assim, chama-se a atenção para a importância e distinção dos seguintes aspectos:

- A generalidade das leguminosas apresenta um sistema radical aprumado e menos denso que o das gramíneas, exceptuando-se o caso das espécies estolhosas como o trevo branco e o trevo morango, em que se desenvolvem raízes nos diversos nós dos caules rastejantes. Este menor desenvolvimento do sistema radical tem implicações na capacidade de competir pelos nutrientes e água do solo. A presença de nodosidades nas raízes em resultado da simbiose com o rizóbio é também um aspecto característico e específico das leguminosas que é facilmente observável, tendo também grande importância para a nutrição e para a competição em misturas;

- Os caules podem apresentar portes muito diversos, sendo particularmente importantes para as pastagens as espécies cujos caules são prostrados, crescendo no sentido horizontal, radicantes como os dos trevos branco e morango, ou não radicantes como os trevos subterrâneos e outras leguminosas anuais. As espécies de porte erecto, mais adaptadas à utilização por corte, podem apresentar caules de crescimento determinado e floração terminal como os trevos encarnado e violeta, ou de crescimento indeterminado e floração axilar como a luzerna e as ervilhacas ou os chicharos;

- As folhas, pecioladas, apresentam três ou mais folíolos, tendo na base do pecíolo as estípulas, cuja forma, tamanho e recorte servem à identificação das espécies no estado vegetativo. O número, disposição, forma e tamanho dos

folíolos são muito variáveis e contribuem para a fácil identificação de campo de muitos géneros e espécies.

Com particular importância como forrageiras e pratenses destacam-se as espécies trifoliadas dos géneros *Trifolium* e *Medicago*, distinguindo-se este último género pelo folíolo médio destacado dos laterais e pelo carácter dentado das estípulas. As plântulas destes dois géneros começam por apresentar após a emergência um par de folhas cotiledonares, a que se segue uma folha simples (unifoliada) e só depois as folhas trifoliadas.

Em algumas espécies de leguminosas o folíolo terminal pode apresentar-se transformado em gavinha (ou mocrão), como sucede com as plantas de hábito trepador, como por exemplo nas ervilhacas;

- Flores papilionáceas, em geral agrupadas em capítulos ou rácimos, de tamanho, número e coloração muito variáveis, contribuindo para uma fácil identificação das espécies no campo durante a floração;

- O fruto é uma vagem, característica primeira da família das leguminosas, monospérmica e indeiscente nos trevos, mas muitas vezes polispérmica e por vezes deiscente em outros géneros;

- As sementes, de tamanho muito variável, desde as de trevo branco em que mil sementes pesam apenas 0,6 g até às de espécies de *Lathyrus* e *Lupinus* que pesam 100 a 200 vezes mais, apresentam frequentemente formas esféricas ou ovais, por vezes reniformes (luzernas), e têm colorações diversas, tendendo as mais claras a escurecer com a idade.

A semente contém dois cotilédones e apresenta uma ligeira protuberância correspondente à zona da radícula, e, por baixo desta, o hilo ou micrópilo. A sua cobertura (testa) é suberizada, excepto no hilo, o que em certas espécies confere elevados graus de dureza, que pode representar vantagens ou desvantagens fitotécnicas.

A percepção das diferenças e características morfológicas, assim como as suas consequências fisiológicas e produtivas, pode ser ajudada pela observação dos mostruários vivos, sugerindo-se também a observação da flora espontânea, muito rica nas nossas condições no que respeita a esta família de plantas.

2.2- Estados de desenvolvimento

Paralelamente ao processo de crescimento, a planta passa por fases e estados de desenvolvimento que normalmente estão muito correlacionados com o seu valor nutritivo e alimentar, pelo que a sua identificação é indispensável à sua correcta utilização, servindo ainda para referenciar épocas de aplicação de produtos como sejam herbicidas e fertilizantes. Interessa, pois, orientar os alunos para uma adequada identificação.

2.2.1- Gramíneas

Trata-se de uma família de plantas cujos estados fenológicos estão bem definidos e caracterizados em diversas escalas, podendo ser observados em diferentes livros de texto, sugerindo-se a consulta do trabalho de Moreira e Vasconcelos (6).

2.2.2- Leguminosas

Sugere-se a adopção da escala proposta por Abreu *et al.* (7), pela sua adaptação às leguminosas mediterrânicas, cuja importância no nosso país é preponderante. Nesta escala os estados principais são o vegetativo, o abotoamento, a floração, a frutificação, a granação e a maturação.

2.3- Fisiologia do crescimento

2.3.1- A produção de biomassa

O crescimento em geral depende de (8):

- a) actividade fotossintética da folha;
- b) capacidade de intercepção da radiação pela cultura;
- c) destino dos produtos assimilados (para crescimento, reserva ou respiração de manutenção);

A que se podem acrescentar duas outras condições essenciais, a existência de tecidos/células com capacidade de multiplicação (meristemas) e/ou alongamento, assim como a disponibilidade de água e nutrientes minerais.

Pearson e Ison (9) sugerem como modelo do crescimento potencial em pastagens a equação proposta por Warren-Wilson:

$$G = \epsilon I [1 - \exp(-KL)]$$

onde **G** é a taxa de crescimento ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), **I** é a radiação (MJ ha^{-1}), **ε** é a eficiência fotossintética (kg MJ^{-1}) e a expressão **1-exp(-KL)** é uma estimativa da fracção da radiação interceptada por uma cultura (canópia) com índice de área foliar **L** e coeficiente de extinção **K**.

Esta equação permite chamar a atenção para, por um lado, a importância da eficiência fotoquímica com que a radiação interceptada é utilizada, e, por outro, para a influência das características da canópia na intercepção da radiação, já que o produto **KL** tem uma relação assumptótica com a fracção da radiação que é interceptada.

De facto, Robson e colaboradores (10) dizem que na ausência de factores

ambientais limitantes, são três os factores que determinam a taxa fotossintética da canópia:

- proporção da radiação incidente que é interceptada;
- a sua distribuição pela superfície foliar;
- eficiência da folha individual na conversão da luz.

Referem ainda os mesmos autores que nas fases iniciais de uma pastagem o crescimento é exponencial até um tecto de produção (Fig. 2.1).

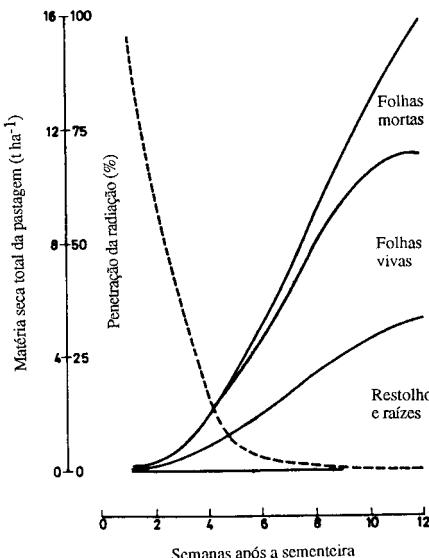


Fig. 2.1- Tecto de produção de uma jovem pastagem de azevém perene. Produção total de matéria seca, repartida por folhas mortas, folhas vivas, restolho e raízes num período de 12 semanas de crescimento; a tracejado a evolução da % de radiação que atinge a base da pastagem (adaptado de 10)

Porém, as condições ambientais desempenham um papel importante. Para além da radiação, a temperatura condiciona numa forma acentuada e imediata o crescimento da folha limitando a divisão e o alongamento das células (11), e condiciona a sua eficiência fotossintética sobretudo a elevados níveis de radiação (Fig. 2.2 b) (10). Diferentes curvas de resposta do crescimento à temperatura do ar das gramíneas e leguminosas temperadas, subtropicais e tropicais podem ser observadas na Fig. 2.3 (9). Da mesma forma, as limitações de água e nutrientes minerais, sobretudo o azoto no caso das gramíneas, podem reduzir drasticamente o crescimento das culturas (11).

2.3.2- Eficiência fotossintética da folha

A taxa de fotossíntese da folha é influenciada por (10):

- condições ambientais;

- b) idade da folha;
- c) ambiente em que a folha formou o seu aparelho fotossintético.

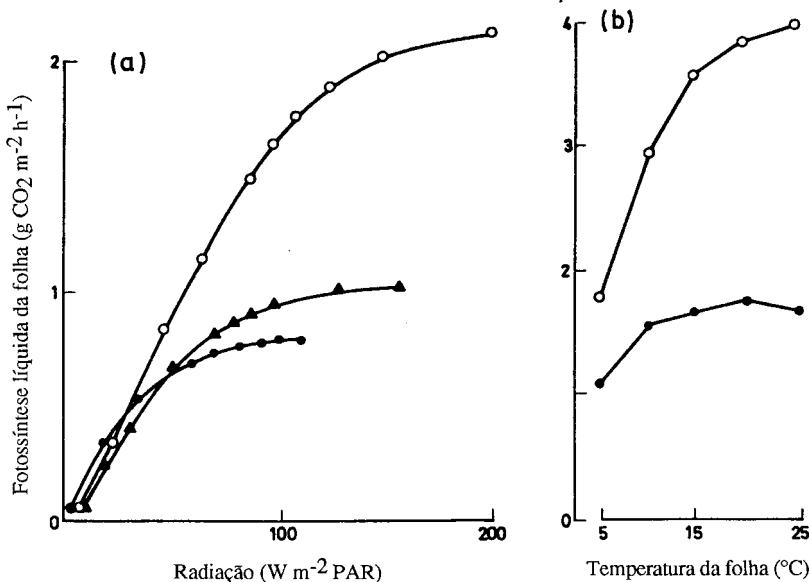


Fig. 2.2- Taxas de fotossíntese líquida de folhas de azevém perene à concentração ambiente de CO_2 . (a) Efeito da intensidade da radiação (fot. activa) a que as folhas se formaram (o) 110 W m^{-2} ; (\blacktriangle) 45 W m^{-2} ; (\bullet) 16 W m^{-2} ; (b) Efeito da temperatura a diferentes níveis de radiação (o) 250 W m^{-2} ou (\bullet) 50 W m^{-2} (adaptado de 10)

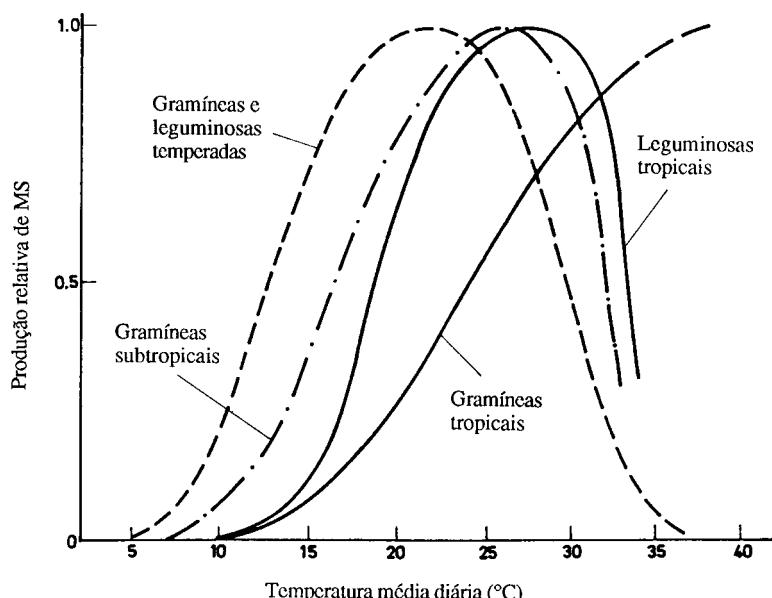


Fig. 2.3- Crescimento da erva expresso como fracção do crescimento potencial à temperatura óptima para as espécies (adaptado de 9)

Em relação ao primeiro factor procura-se exemplificar os efeitos interdependentes da radiação e da temperatura na Fig. 2.2 b), aos quais se pode acrescentar a limitação da alimentação em água e nutrientes e o efeito prejudicial da baixa humidade relativa a altas temperaturas.

Quanto à influência da idade da folha traduz-se numa acentuada e progressiva redução da sua eficiência fotossintética logo após a sua completa expansão e antes de evidenciar sinais de senescência. Esta redução é atenuada se ocorrer em período de baixa intensidade de radiação ou baixas temperaturas.

Finalmente o ambiente em que se desenvolve o aparelho fotossintético da folha condiciona a sua eficiência futura, revelando a folha neste aspecto pouca capacidade de adaptação. A influência mais marcada é a da intensidade da radiação, já que as folhas que se formam em condições de baixa radiação (folhas de sombra), evidenciam baixas taxas fotossintéticas quando expostas a elevada radiação, embora sejam mais eficientes a baixos valores de radiação e apresentem mais baixos valores de respiração nocturna (Fig. 2.2 a).

Estes aspectos têm grande importância para o manejo das pastagens, já que as baixas intensidades de radiação a que as folhas se formam podem resultar da elevada densidade da vegetação e do maior intervalo da sua utilização ou corte.

Recorda-se ainda a importância das perdas devidas à fotorespiração e à respiração nocturna, que frequentemente atingem 50% da fotossíntese bruta em plantas de clima temperado, gastos a que se poderá acrescer nas leguminosas 10%-24% para fornecimento de energia ao processo simbótico de fixação do azoto (9 e 12) e ainda a duração da vida das folhas e as perdas devidas à senescência (2.3.6).

Assim, a gestão do corte ou do pastoreio, principalmente a frequência e a intensidade da desfoliação, adquirem especial significado (12).

2.3.3- Índice de área foliar

A importância da área foliar, medida pelo respectivo índice – **IAF** (em inglês **LAI**), está bem expressa na equação de crescimento apresentada em 2.3.1. O **IAF** condiciona a capacidade de intercepção da radiação incidente, estando os seus valores óptimos fortemente relacionados com a estrutura ou arquitectura da vegetação (2.3.4) (Fig. 2.4b).

De facto, as plantas de hábito de crescimento prostrado são mais eficientes a mais baixos valores de **IAF** e inversamente as de hábito erecto a mais altos valores de **IAF** (10). Pearson e Ison (9) adiantam mesmo que enquanto as leguminosas de clima temperado interceptam 95% da radiação a **IAF** de 2,5 a 4, as gramíneas de clima temperado o fazem apenas a valores de **IAF** de 6 a 9.

Chamamos a atenção para que estas características têm importantes

implicações no maneio das forragens e pastagens, em particular no tipo e ritmo de utilização.

2.3.4- Arquitectura da vegetação

Já em pontos anteriores se referiu a importância da arquitectura da vegetação na capacidade da cultura para interceptar a radiação incidente. Quando no ponto anterior se abordou o índice de área foliar e, quando se apresentou a equação de Warren-Wilson (2.3.1), em que é utilizado o valor do coeficiente de extinção (**K**), que representa a razão entre a projecção horizontal da área das folhas e essa mesma área, medindo assim o seu grau de inclinação/exposição.

Os exemplos gráficos apresentados por Pearson e Ison (9) e que se podem observar na Fig. 2.4, permitem-nos analisar o comportamento de culturas com diferentes valores de **K** no que respeita ao ritmo de crescimento, intercepção da luz e distribuição da área foliar. Será oportuno esclarecer que gramíneas de porte ereto apresentam valores de **K** próximos de 0,3 e leguminosas de porte prostrado valores de 0,7 a 0,9.

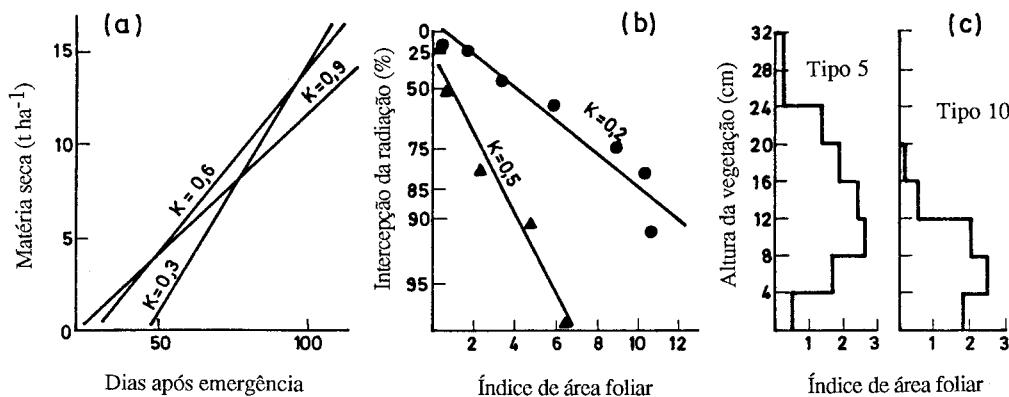


Fig. 2.4- Crescimento e arquitectura da vegetação. **(a)** Efeito do coeficiente de extinção (**K**) no crescimento inicial e ritmo de crescimento da cultura. **(b)** Efeito conjugado do IAF e do **K** na intercepção da radiação pela cultura. **(c)** Diferença na estrutura da vegetação de um azevém “tipo 5”, com caules erectos e folhas longas, e “tipo 10” com caules prostrados e folhas curtas e menos rígidas (adaptado de 9)

A influência da arquitectura da vegetação não se limita porém à maior ou menor intercepção da radiação. É importante para a eficiência da sua utilização no crescimento da cultura a distribuição da radiação pelas folhas no “interior” da canópia (Fig. 2.5), e a arquitectura da vegetação condiciona o nível de radiação a que as folhas formam o seu aparelho fotossintético e desta forma a sua eficiência fotossintética futura (8 e 12).

Sugere-se a reflexão dos alunos na relação de conhecimentos já adquiridos, analisando algumas consequências importantes da diferente arquitectura da vegetação na utilização por corte ou pastoreio, no intervalo de utilização, na eficiência fotossintética a elevados valores de IAF, nas taxas de crescimento comparadas entre as fases vegetativa e reprodutiva das gramíneas e na capacidade de competição pela luz em misturas.

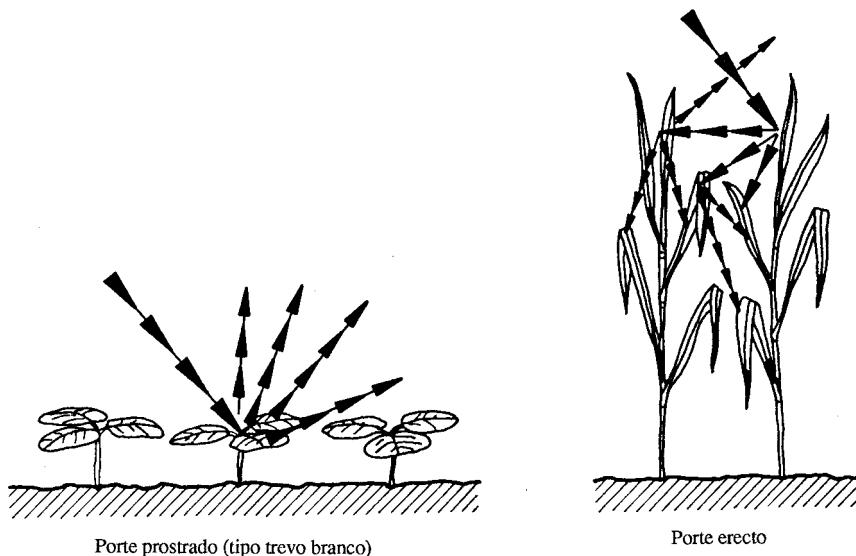


Fig. 2.5- Ação da arquitectura da vegetação sobre a reflexão da luz; perda ou distribuição pelas folhas no “interior” da cultura (adaptado de 13)

2.3.5- O destino dos produtos assimilados

Os resultados da produção não dependem apenas de conduzirmos as culturas por forma a que elas realizem a fotossíntese nas melhores condições, pois o destino e repartição dos produtos assimilados tem uma importância decisiva.

Recordamos assim que em plantas de clima temperado (ver 2.4.1) 50% do carbono fixado pode ser consumido na respiração (foto-respiração e respiração nocturna). Robson e colaboradores (10), sugerem o modelo proposto por McCree:

$$\mathbf{R} = k \mathbf{Pg} + c \mathbf{W}$$

em que **R** representa a respiração total diária, **Pg** a fotossíntese bruta diária, e **W** o peso seco da biomassa. Podemos verificar assim que o nível dos gastos na respiração é proporcional à própria actividade fotossintética da planta e ao seu peso.

As principais funções dos gastos respiratórios são as seguintes:

- a) fornecer energia para reacções de biossíntese e processos metabólicos;
- b) fornecer diferentes estruturas carbonadas para a formação de novas moléculas;
- c) fornecer energia para a manutenção da biomassa da planta.

destacando-se que c) cresce com a dimensão da planta e a acumulação de biomassa da cultura.

Os produtos assimilados não consumidos na respiração são repartidos na planta obedecendo a diferentes estratégias conforme o estado de desenvolvimento e os locais em que são produzidos, sugerindo-se a consulta dos exemplos apresentados por Robson e colaboradores para as gramíneas (10; pp. 51-55).

É de destacar ainda a mobilização sazonal de produtos assimilados para órgãos de reserva como sejam a raiz, os rizomas, os estolhos e a semente, e a sua importância como estratégia de sobrevivência e perenidade das culturas.

As tentativas de intervir, visando melhorar a redistribuição dos produtos assimilados em culturas de forragens e pastagens devem ter em conta a necessária perenidade da cultura, a capacidade de resistência a ambientes e períodos desfavoráveis (“stresses”), e a nível da parte aérea recolhível interessam sobretudo ao valor nutritivo da produção mais do que à tentativa de aumentar a produção (8).

2.3.6- Senescênciа

A ideia principal que neste ponto se deve ter presente é de que, na generalidade das gramíneas e leguminosas que utilizamos para a produção de forragens e pastagens, a vida das folhas individuais é curta. De facto, em gramíneas pratenses a vida da folha pode não ultrapassar as três semanas (10), sendo maior a sua longevidade nas leguminosas (14); contudo, a vida útil das folhas de trevo branco pode ser apenas de 2-3 semanas (15). Para além deste facto realça-se a tendência para as plantas em povoamentos atingirem um nível de folhas por caule constante, em que a cada folha nova que nasce corresponde a senescênciа da folha mais velha, podendo por exemplo a taxa de senescênciа em pastagem bastante desenvolvida de azevém x trevo branco atingir 20 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para o azevém e 45 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para o trevo branco (15).

A taxa de senescênciа e a queda das folhas mortas é influenciada pela temperatura, sendo mais baixa de Inverno, onde pode significar apenas 4% da produção num mês, mas pode atingir os 30% no Verão (9). A senescênciа das folhas pode também ser acelerada por restrições de água, nutrientes ou luz (14).

Nas gramíneas a senescência começa pela extremidade do limbo que é a parte mais velha da folha, havendo lugar a remobilização de parte dos seus constituintes antes que isso suceda (14).

2.4- Aspectos fisiológicos de particular interesse para a produção de forragens e pastagens

2.4.1- Plantas C₃ e C₄

A importância que tem a utilização de algumas plantas **C₄** na produção de forragens e pastagens, de que se destaca como exemplo o milho-silagem, leva-nos a recordar as características distintivas e as principais consequências para a fisiologia do crescimento entre gramíneas de clima temperado (**C₃**) e gramíneas tropicais (**C₄**).

Para o efeito sugere-se a análise dos quadros comparativos apresentados por Teixeira e Pinto Ricardo (16) e por Jones (17), assim como do esquema do processo fotossintético das plantas **C₄** apresentado pelos primeiros.

Salienta-se a importância para o crescimento de:

- a) A enzima primária da fotossíntese nas **C₄**, a PEPcarboxilase, apenas catalizar a carboxilação, ao contrário da RuBPcarboxilase/oxidase que intervém tanto na carboxilação como na descarboxilação;
- b) Ausência ou muito reduzida fotorespiração das plantas **C₄**;
- c) Mais elevadas taxas fotossintéticas e taxas de crescimento da cultura em plantas **C₄**, em condições de elevada temperatura e radiação;
- d) Mais elevada eficiência de utilização da água pelas **C₄**.

Chama-se ainda a atenção para as exigências ambientais das plantas **C₄** e para os problemas de valor nutritivo de muitas forragens tropicais no que respeita à digestibilidade e teor em proteínas.

2.4.2- O crescimento após desfoliação

O recrescimento, ou crescimento após desfoliação por corte ou pastoreio, faz-se a partir de meristemas não suprimidos e à custa da energia fornecida pela área foliar remanescente ou pelas reservas de glúcidios mobilizáveis (15 e 18).

A reacção das plantas ao corte (mecânico ou por pastoreio) depende da intensidade da desfoliação, da frequência, da época ou situação de desenvolvimento em que se encontram, do tipo de tecidos removidos, da ocorrência ou não de outros “stresses” simultâneos (como por exemplo a falta de água), mas determina uma imediata redução do crescimento das raízes e, no caso das leguminosas, uma redução imediata também da fixação de N₂ (11).

A intensidade e a frequência de desfoliação devem ser analisadas em conjunto, pelas diferentes respostas em termos de taxas instantâneas de crescimento e de crescimento médio no período de recrescimento, cujas curvas de evolução permitem a definição do intervalo óptimo entre cortes (12).

No caso de alguns trevos, nomeadamente no trevo branco, a frequente desfoliação pode provocar a redução do tamanho dos folíolos, dos pecíolos e dos entrenós dos estolhos (19). Em outras leguminosas muito dependentes das reservas para o recrescimento, como a luzerna ou o trevo violeta, a frequente desfoliação pode comprometer a perenidade das culturas (19).

2.4.2.1- *Tipos e localização dos meristemas*

As gramíneas forrageiras adaptadas à desfoliação periódica têm os seus pontos de crescimento (meristemas) ao nível ou muito próximo do solo, o que lhes permite escapar ao corte e mesmo ao fogo, assegurando a sua sobrevivência e perenidade apesar da vida curta das suas folhas e caules individuais (10 e 18).

As gramíneas possuem 4 tipos de meristemas: da folha, axilares, intercalares do caule e da raiz. O recrescimento é assegurado pelos dois primeiros tipos, os da folha quando esta é parcialmente cortada antes do seu pleno desenvolvimento, mas sobretudo pelos meristemas axilares que, exceptuando o período reprodutivo, se encontram na base do caule e permitem o desenvolvimento de novos caules ou filhos. A observação das figuras apresentadas por Davies (18) sobre a localização dos meristemas nas gramíneas nos estados vegetativo e reprodutivo, e sobre o recrescimento de uma gramínea após corte (13), permite a visualização destes aspectos.

O recrescimento após corte no período reprodutivo das gramíneas está dependente do número de caules em que não foi decapitado o meristema terminal e do número de filhos a que os restantes caules possam dar origem, sendo este último muito afectado se ocorrer em período de seca ou escassez de nutrientes (14 e 18). É este último facto, sobretudo em relação à seca, que compromete a produção após corte no estado reprodutivo e mesmo a perenidade das gramíneas em regiões de estação quente e seca.

Chama-se a atenção para as diferenças entre espécies de gramíneas na sua capacidade para suportarem desfoliação frequente (18) e para os efeitos da desfoliação frequente a nível do sistema radical (5).

Quanto às leguminosas, destacam-se as que como a luzerna se desenvolvem em roseta, com grande número de meristemas axilares próximos da base do caule principal, os quais após corte dão origem a novos caules. No caso do trevo subterrâneo, como leguminosa anual adaptada a crescer, apresenta também um bom número de gomos na base da coroa do caule principal, os quais lhe permitem desenvolver novas folhas e caules (15).

Um caso de especial adaptação a recrescer e a suportar utilização (pastoreio) contínua é o do trevo branco, como planta estolhosa capaz de originar novas plantas por enraizamento nos nós dos caules rastejantes (estolhos), que apresentam na axila da folha de cada nó meristemas capazes de originar novas ramificações estolhosas ou inflorescências (15).

2.4.2.2- Reservas e recrescimento

Como se refere em 2.4.2, a energia para o recrescimento é assegurada pela fotossíntese da área foliar remanescente ou pelas reservas mobilizáveis. Em plantas anuais que não investem em órgãos vegetativos de reserva, a área foliar remanescente e portanto a altura do corte ou a intensidade e tipo de pastoreio, têm uma importância crítica (15 e 18).

Porém, as plantas perenes, sob diferentes formas e em maior ou menor grau, acumulam glúcidios não estruturais em órgãos de reserva; as gramíneas em particular, frutosas e as leguminosas, amido (15 e 18).

Nas gramíneas, as reservas mobilizáveis para recrescimento têm um padrão de acumulação sazonal (10), situando-se especialmente no restolho, tendo as raízes reduzida importância (18). Estas reservas são utilizadas pela planta quando a área foliar remanescente é insuficiente para suportar o recrescimento, e sazonalmente após a fase de repouso vegetativo invernal.

Nas leguminosas como a luzerna e o trevo violeta as reservas acumulam-se na raiz principal (aprumada) e são mobilizadas para o recrescimento após corte (Fig. 2.6), pelo que é necessário que estas se restabeleçam seguidamente, o que implica que a isso se atenda no intervalo e estado fenológico de realização dos cortes seguintes (5 e 15).

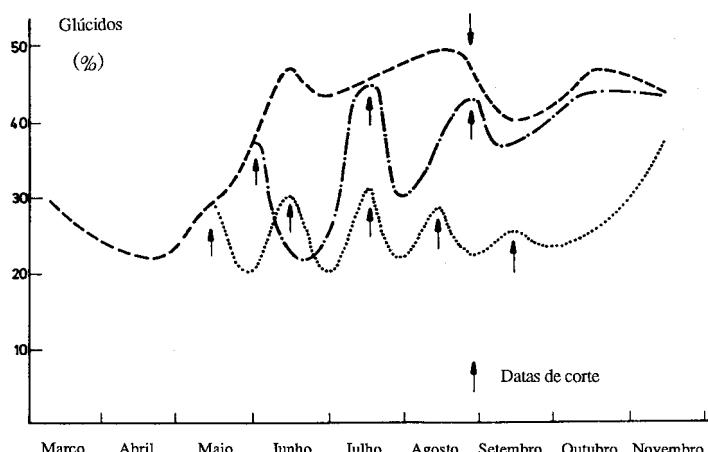


Fig. 2.6- Variação das reservas em raízes de luzerna cortada uma (- -), três (---) ou cinco vezes (.....) na estação de crescimento (adaptado de 5)

Não só as reservas de glúcidos, mas também as de N facilmente mobilizável são importantes para o recrescimento da luzerna, estando mais disponíveis nos tipos mediterrânicos não dormentes, razão porque estes suportam um ritmo de utilização mais frequente (19).

Dado o hábito de crescimento da luzerna, e a sua utilização por corte a intervalos espaçados, a área foliar remanescente além de reduzida é constituída por folhas envelhecidas e senescentes e, portanto, de fraca actividade fotossintética, incapaz de suportar o recrescimento (5), razão porque este tem de assentar sobretudo na mobilização das reservas.

No caso do trevo branco os órgãos de reserva são os estolhos, mas dada a capacidade que tem de produzir folhas novas próximo do solo, sobretudo se utilizado em pastoreio contínuo, em geral dispõe de área foliar remanescente suficiente para suportar o recrescimento, embora possa fazer apelo às reservas dos estolhos (15 e 20).

A observação de esquemas e quadros apresentados por Robson *et al.* (10) e por Hart (20) sobre as reservas em azevém perene e em trevo branco permitem exemplificar a sua função e importância.

2.4.3- *Estratégias de sobrevivência das plantas e perenidade das culturas. Dinâmica do “banco” de sementes do solo, desenvolvimento radical e dormência*

É grande a importância económica da perenidade das culturas não anuais, pelo que é necessário compreender os mecanismos fisiológicos que a possibilitam, para deles se poder tirar o melhor proveito.

Especial importância tem para nós, dadas as características mediterrânicas do nosso clima e a generalizada baixa fertilidade dos solos, o caso das leguminosas anuais. Trata-se de plantas com ciclo anual que produzem anualmente sementes como forma de evitar a estação quente e seca, sendo a sua sobrevivência e persistência em cultivo assegurada por um forte mecanismo de regulação da germinação, quer através da impermeabilidade do tegumento da semente (semente duras), quer pela dormência do embrião (sementes dormentes) (15).

A percentagem de sementes duras ou dormentes após a estação seca tem sido um dos critérios importantes do melhoramento de plantas na obtenção de novas cultivares de leguminosas pratenses anuais para as condições de sequeiro mediterrânico.

A importância da reserva de sementes do solo para estas plantas e situações de cultivo, a dinâmica do “banco” de sementes do solo, assim como os mecanismos de dispersão, as flutuações sazonais, a sobrevivência aos predadores e as formas de quebrar a dureza ou dormência podem ser estudadas em pormenor

em Pearson e Ison (9).

As leguminosas perenes, como a luzerna e o trevo violeta, têm uma fraca perenidade, devido à pouca persistência dos caules primários pela sua susceptibilidade a organismos patogénicos, como sejam insectos, fungos, vírus e nemátodos (15). Desenvolvem, no entanto, um mecanismo de resistência à seca, através de um sistema radical muito profundo que lhes permite sobreviver em condições de elevado défice hídrico.

A maior persistência em pastagens, porém, parece estar mais associada às leguminosas que desenvolvem estolhos ou rizomas e um sistema radicular mais fasciculado, como é o caso dos trevos branco e morango, através do múltiplo enraizamento nos nós dos estolhos (15).

A persistência em pastoreio das plantas vivazes, gramíneas e leguminosas, é favorecida pela capacidade de produzirem caules rastejantes e radicantes (estolhos ou rizomas), e pela localização à superfície do solo ou mesmo enterrada dos meristemas que podem dar origem a novos caules (11 e 12).

Finalmente é devida uma referência à dormência invernal ou estival de diversos ecótipos ou cultivares de plantas forrageiras, em correspondência com a sua origem geográfica, e como mecanismo de adaptação e sobrevivência que pode ser utilizado no melhoramento e distribuição sazonal da produção (14).

A capacidade de diversas plantas de clima temperado sofrerem um processo de “endurecimento”, desde que sujeitas progressivamente a dias curtos e baixas temperaturas, permite-lhes suportar as baixas temperaturas e geadas da estação fria sem sofrerem danos consideráveis e assegurando assim uma maior persistência (11).

2.4.4- A competição em misturas

Para além de se destacar a clássica lei da potência $-3/2$ que regula os povoamentos vegetais (22), para o que se pode tomar como exemplo o apresentado por Davies em culturas de azevém perene utilizadas quer por corte quer por pastoreio (18), deve-se ter em conta a complexidade e os múltiplos aspectos da competição entre leguminosas e gramíneas em misturas, situação muito comum em forragens e pastagens.

A competição processa-se pela luz, nutrientes minerais e água, influenciando estes dois últimos a competição pela luz (23).

As gramíneas de clima temperado, sendo menos exigentes que as leguminosas em intensidade de radiação, tendem ainda em geral a ter hábitos de crescimento e arquitectura da vegetação que lhes permitem uma maior capacidade competitiva pela luz, pelo que apresentam em geral uma agressividade acentuada, sobretudo em relação às leguminosas de hábito de

crescimento prostrado (23). A forma de conseguir controlar esta supremacia é a maior frequência de corte ou intensidade de pastoreio (5 e 23).

Quanto à água e nutrientes, destaca-se o maior desenvolvimento do sistema radical fasciculado das gramíneas que lhes permite comparativamente com as leguminosas aproveitar/competir num maior volume de solo, o que lhes dá vantagem (exceptuando a luzerna com o seu sistema radicular muito profundo). A competição pelos nutrientes é também regulada pela mais elevada capacidade de troca catiónica das raízes das leguminosas, que lhes permite uma vantagem competitiva na absorção de catiões bivalentes, enquanto que as gramíneas apresentam uma melhor absorção do P, K, S e nitratos (4 e 23). Particular influência na competição tem a fixação simbiótica do azoto pelas leguminosas, que lhes assegura uma competitividade e mesmo uma clara dominância no cultivo em solos pobres em N. Nestas situações é à prática da fertilização azotada que se pode recorrer como instrumento de equilíbrio das misturas em produção.

Além da importância da escolha das gramíneas e leguminosas a cultivar em mistura, pela adequação dos seus hábitos de crescimento, deve-se atender à possibilidade de conduzir as culturas num equilíbrio de complementaridade, baseado nas diferenças de padrões de crescimento sazonal, consentindo uma dominância relativa das gramíneas na estação fria e transição e das leguminosas no fim da Primavera e Verão, aproveitando as suas distintas exigências e óptimos em luz e temperatura para crescimento (5 e 23).

Uma referência final é feita ao facto de em pastagens a competição entre gramíneas e leguminosas ser também influenciada pelo pastoreio selectivo dos animais.

Aos alunos especialmente interessados em desenvolver os seus conhecimentos neste tema sugere-se a consulta da revisão de Haynes (23).

2.5- Fisiologia e crescimento das gramíneas

2.5.1- Germinação e crescimento das plântulas

Os aspectos para os quais se pretende chamar a atenção e que podem ser estudados em mais pormenor em Langer (14), Pearson e Ison (9) e Robson *et al.* (10) são os seguintes:

- semente viável, não dormente e ambiente favorável como condições necessárias à germinação;
- destaque para a temperatura de entre as condições ambientais necessárias (temperatura, luz, água e oxigénio), permitindo calcular em algumas espécies a velocidade de germinação e emergência através do somatório de temperaturas;

- início da germinação por um rápido processo físico de absorção de água, menos rápido nas gramíneas do que nas sementes de leguminosas, as quais, porém, são mais exigentes em água no solo para a germinação;
- após a absorção de água, e através de um “sinal” emitido pelo embrião, a actividade hormonal de giberelinas e citocininas na camada de aleuronha produz enzimas que vão desdobrar o amido de reserva, fornecendo energia para a divisão celular e crescimento no embrião, primeiro ao nível do primórdio da radícula e seguidamente do coleóptilo;
- extensão possível do coleóptilo dependente das reservas (peso) da semente, o que condiciona a profundidade de semienteira;
- as raízes primárias ou seminais, em número de 1 a 8 conforme as espécies, têm pouco desenvolvimento, uma vida curta, mas elevada actividade específica de absorção. As temperaturas óptimas de crescimento das raízes (seminais e adventícias) são inferiores às correspondentes na parte aérea;
- as primeiras folhas têm um tamanho pequeno e a temperatura, na fase de estabelecimento com as plantas espaçadas, é o factor limitante principal pelo seu efeito imediato e pronunciado na taxa de expansão foliar e portanto no acréscimo do IAF.

2.5.2- Fase vegetativa

O crescimento das gramíneas na fase vegetativa é essencialmente determinado pelo desenvolvimento e actividade da folha e pela produção de novos caules ou filhos, pelo que é sobre estes dois aspectos que neste ponto se deve centrar a atenção.

Recorda-se em primeiro lugar a diferenciação dos primórdios foliares no meristema apical (situado próximo da superfície do solo), e o desenvolvimento da folha a partir de um meristema que é seccionado em duas partes por um parênquima que vem a originar a lígula. A expansão da folha processa-se assim, em simultâneo, ao nível da bainha e do limbo e, em parte, dentro da bainha da folha precedente, devendo-se a sua emergência em boa medida ao elongamento da bainha (14).

A temperatura é o principal factor ambiental que controla a taxa de aparecimento/produção de novas folhas, tendo a radiação influência (prejudicial) apenas a valores muito baixos, e o fotoperíodo um efeito restrito e contraditório. Dependendo das espécies, tende a haver um número máximo de folhas activas por caule vegetativo que, por exemplo, no caso do azevém perene é de apenas três, sendo a taxa de senescência das folhas também muito influenciada pela temperatura.

A taxa de expansão e o tamanho das folhas são determinados pela temperatura, radiação e disponibilidade de nutrientes e água. Temperatura crescente e abaixo do óptimo conduz a expansão mais rápida, folhas mais compridas e com mais desenvolvimento do limbo em relação à bainha. As temperaturas óptimas para o crescimento das folhas de gramíneas C₃ são entre 20 e 25 °C de dia e temperaturas nocturnas pouco inferiores (10). A escassez de água e nutrientes, em particular de N, afecta a expansão da folha, e a baixa radiação conduz à formação de folhas mais compridas mas menos espessas (folhas de sombra), com consequências na sua eficiência fotossintética (2.3.2) (12 e 14).

Salienta-se ainda que, enquanto as variações de temperatura têm um efeito imediato sobre o crescimento da folha, os efeitos da radiação são tendenciais, já que as reservas da base da bainha ou a disponibilidade de metabolitos intermédios em toda a folha permitem um efeito tampão em relação a variações instantâneas de radiação (10).

Quanto ao afilhamento, a produção de novos caules é determinada geneticamente e depende da temperatura, quantidade de radiação, qualidade da radiação que atinge a base da planta, fotoperíodo e disponibilidade de nutrientes e água.

As diferenças genéticas são expressivas entre plantas anuais que apenas produzem novos caules vegetativos num curto período e plantas perenes com diferentes tipos de filhos produzidos ao longo do ano, mas também entre espécies e cultivares no grau e nas temperaturas óptimas para o afilhamento (5 e 14).

O desenvolvimento dos filhos a partir dos gomos axilares de cada nova folha faz com que numa fase inicial, se as condições ambientais forem boas, o afilhamento seja exponencial. Dada a influência positiva da temperatura na taxa de aparecimento de novas folhas, tal reflecte-se na taxa de aparecimento de novos filhos.

O efeito da temperatura apresenta também uma interacção positiva com a radiação, a qual é indispensável à produção de novos caules, já que para baixos níveis de radiação a planta revela uma estratégia de concentração dos produtos assimilados nos caules existentes (10 e 14).

Restrições na alimentação em água e nutrientes (sobretudo N, P e K) determinam redução no afilhamento, especialmente se ocorrerem após corte ou pastoreio intenso da cultura (5 e 14).

Finalmente destaca-se a importância da população (densidade de caules) como condicionante do desenvolvimento de novos filhos e a constante dinâmica dessa população na cultura, pelo aparecimento e desaparecimento ou renovação constante dos caules (em inglês “tiller turnover”), assim como pela fragmentação dos grupos de filhos de uma planta original (10, 12 e 14).

2.5.3- Fase reprodutiva

A fase reprodutiva nas gramíneas inicia-se pelo alongamento do ápice caulinar, com formação acelerada de primórdios foliares, a que se sucede, ao contrário da fase vegetativa, o crescimento imediato dos gomos axilares desses primórdios, originando os primórdios da inflorescência (14).

A indução à reprodução e floração têm exigências diferentes conforme a origem geográfica das plantas e o facto de serem plantas de ciclo anual ou perene. Os factores que induzem a reprodução são a vernalização e o fotoperíodo. As plantas de clima temperado, em especial as de elevadas latitudes, exigem fotoperíodo crescente e longo, as de regiões mediterrânicas têm exigências moderadas, e as tropicais e subtropicais são em geral gramíneas de dias curtos (5 e 14). As necessidades de vernalização pelo frio e/ou dias curtos são acentuadas nas gramíneas de latitudes elevadas, sendo nulas ou reduzidas em espécies C4 e em espécies C3 anuais, parecendo que as exigências de vernalização acompanham a maior perenidade das plantas, como é o caso do género *Lolium* (Fig. 2.7).

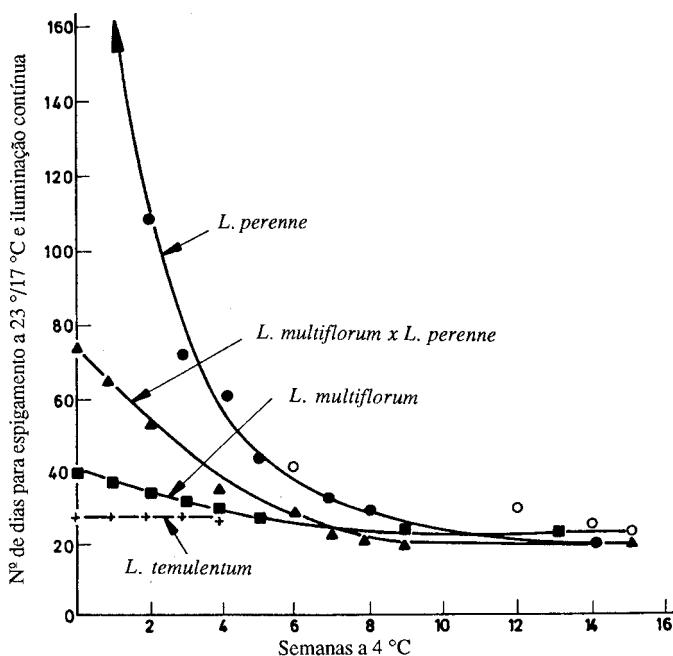


Fig. 2.7- Exigência e resposta à vernalização em espécies do género *Lolium* (adaptado de 4)

Interessa em particular, porém, chamar a atenção para as consequências próprias desta fase no crescimento e produção das gramíneas. De facto, Pearson e Ison (9) sugerem que o período reprodutivo em gramíneas permite o aumento da eficiência fotossintética em 40 a 400%, fazendo com que o crescimento de

Primavera seja melhor que o de Outono para idênticas condições ambientais (10) e que a resposta da produção ao incremento da temperatura e radiação seja 2 a 3 vezes superior à verificada na fase vegetativa (24). As razões para este comportamento têm a ver nomeadamente com (9, 10 e 14):

- a) mais adequada arquitectura da vegetação, tamanho e exposição das folhas, e distribuição da radiação no interior da canópia;
- b) as novas folhas são formadas com exposição a radiação elevada (na parte superior da canópia), pelo que são fotossinteticamente mais eficientes a elevados níveis de radiação (2.3.2);
- c) a estratégia de repartição dos produtos assimilados pela planta, nesta fase, reduz a sua utilização em partes não recolhíveis como a raiz, verificando-se ainda a remobilização de reservas.

A fase reprodutiva, com o encanamento, emergência da inflorescência, espigamento e floração, apresenta também outras consequências de que destacamos a inibição relativa do afilhamento, o ensombramento da base da cultura e consequente mortalidade de caules vegetativos, a cessação da emissão de novas folhas nos caules reprodutivos, dado tratar-se de plantas de crescimento determinado, e a quebra do valor nutritivo da planta (10).

A duração do estado reprodutivo, tal como a sua indução, está dependente do fotoperíodo, mas também da temperatura, revelando estes dois factores uma interacção apreciável (14). A diferente duração do período reprodutivo, em particular da fase “espiga a 10 cm” até ao espigamento, pelas suas implicações no mais ou menos fácil manejo da utilização das gramíneas perenes em pastagem (“*souplesse d’exploitation*” em francês), é valorizada na apreciação de espécies e cultivares comercializadas (13).

2.5.4- Maturação e produção de semente

Na generalidade das gramíneas forrageiras e pratenses esta fase interessa apenas à cultura para produção de semente, mas em algumas gramíneas anuais, de que se destacam o milho e os cereais praganosos pela elevada participação do grão na matéria seca da planta inteira e pela sua contribuição para o valor nutritivo, esta fase interessa também à sua produção forrageira.

Salientamos que a boa capacidade de produzir sementes é indispensável à viabilidade comercial das cultivares, devendo ainda evitar-se as que tenham espigamento e floração escalonada ou que apresentem deiscência (5).

A fecundação e a maturação da semente são afectadas por baixas e altas temperaturas e pela disponibilidade de água. Porém, o número de espiguetas e de flores por espigueta que se formam depende de factores genéticos, das condições ambientais durante a sua diferenciação, sendo menor a elevadas temperaturas e fotoperíodo, do tipo e idade dos caules, já que caules principais

e caules do ano precedente originam espigas maiores que caules secundários e caules do próprio ano, e ainda de “stress” na alimentação em água ou nutrientes durante a sua formação (14).

A população de caules regulando a competição por factores de crescimento, em particular pela radiação, afecta sobremaneira a capacidade de produção de semente pela cultura, razão porque as culturas para produção de semente são feitas em linhas espaçadas ou a baixas densidades (14).

Nas produções em que como no milho-silagem o grão interessa à produção forrageira, as características da cultura que mais favorecem a sua produção, além das já referidas, são a capacidade fotossintética após a emergência da inflorescência, devida em boa medida aos valores de IAF que então apresenta e à duração dessa área foliar (DAF), assim como à capacidade de armazenamento dos órgãos receptores dos produtos assimilados (“sink”) (14).

2.5.5- Exemplos

Sugere-se que os alunos, considerando como exemplos a erva castelhana, o milho e a festuca, procedam à análise comparativa e relação das características fisiológicas com a adaptação ao cultivo, comportamento produtivo e técnicas de utilização destas gramíneas. Deverão atender em particular à capacidade de afilhamento e localização dos meristemas apicais em relação com a aptidão a recrescer após corte; às exigências de vernalização, reservas, recrescimento e perenidade da cultura; às diferenças de arquitectura da vegetação, tipo de aproveitamento e eficiência a valores elevados de IAF; ao tipo fotossintético, à eficiência fotossintética da cultura, à localização do cultivo no ano e aos ritmos de acumulação de matéria seca; às diferenças de duração das fases vegetativa, reprodutiva e de maturação em relação com a repartição dos produtos assimilados por caules, folhas e órgãos reprodutores.

2.6- Fisiologia e crescimento das leguminosas

2.6.1- Germinação e crescimento das plântulas

Os aspectos para os quais se chama a atenção e que podem ser estudados em mais pormenor em Kendall e Stinger (15) e Pearson e Ison (9) são os seguintes:

- importância dos fenómenos da regulação da germinação em sementes de leguminosas, através da dureza do tegumento ou da dormência do embrião;
- processos de quebrar a dureza (nomeadamente a alternância de temperaturas e a escarificação) e a dormência (através de temperaturas

- extremas, humidade, concentração de CO₂, etileno, ácido giberélico, etc.);
- absorção rápida de água e maior exigência que as gramíneas em humidade do solo para germinação. Dimensão ideal das partículas de solo na cama de sementeira de 0,1-0,2 o diâmetro da semente para permitir um bom contacto e cedência de água;
 - importância do tamanho da semente para a profundidade da sementeira, energia das plântulas para emergir, e tamanho das primeiras folhas (cotiledonares) nas espécies de germinação epígea;
 - importância do tamanho da semente para o crescimento nas primeiras fases, através do nível de reservas e da área das folhas cotiledonares. Importância crítica da temperatura nesta fase de desenvolvimento;
 - sistema radical menos desenvolvido que o das gramíneas e bastante suscetível ao ensombramento da parte aérea (competição com gramíneas associadas ou cultivo sob coberto) ou à sua desfoliação, assim como à toxicidade de alumínio e manganês;
 - possível extensão da superfície de absorção das raízes pela micorrização, com interesse limitado a solos deficientes em fósforo e em particular nas leguminosas tropicais.

2.6.2- Fase vegetativa

As condições de produção e crescimento de novas folhas assim como a emissão de novos caules são os principais aspectos que interessa considerar.

Em trevo branco o número e o desenvolvimento das folhas está sobretudo dependente da temperatura, enquanto que a sua diferenciação e tamanho dependem mais da radiação (25). A interacção da temperatura com a radiação e a grande exigência em luz são aspectos chave do comportamento das leguminosas no estado vegetativo (15).

Os elevados valores de temperatura e radiação permitem a dominância das leguminosas sobre as gramíneas na Primavera e Verão nas regiões mediterrânicas, embora as temperaturas óptimas para o crescimento divirjam entre espécies e conforme a sua proveniência. As espécies ou cultivares de latitudes mais elevadas apresentam em geral melhores crescimentos a temperaturas mais altas e as de origem mediterrâника melhores crescimentos a mais baixas temperaturas, embora estas últimas revelem menor resistência ao frio por ausência ou reduzida dormência invernal (15). Um exemplo desta maior resposta das leguminosas à temperatura e radiação pode ser observada em Blaikie e Martin para o caso do trevo branco *versus* azevém perene (26).

A produção de novos caules está associada à existência de meristemas axilares próximos do solo, sendo o seu número favorecido pelo corte dos caules

primários em luzerna (5). Os caules rastejantes apresentam uma grande importância nas leguminosas (trevos subterrâneo, branco e morango p. ex.), em particular os que são estolhosos, pela grande capacidade de ramificarem e de darem origem a novas plantas. A produção de novos estolhos em trevo branco é favorecida pela adequada nutrição em P, K e água e pela qualidade da radiação recebida (relação vermelho/infravermelho) (12).

Será de referir ainda a constituição de reservas que favorecem o recrescimento com emissão de novos caules e folhas, reservas que podem ser afectadas pela falta de água, pelas altas temperaturas e pela excessiva competição e ensombramento por outras espécies associadas ou nos cultivos sob coberto (5 e 15).

2.6.3- Fase reprodutiva

Nas leguminosas o período reprodutivo não apresenta as vantagens fotossintéticas que referimos nas gramíneas e representa desvantagens nomeadamente no valor nutritivo, pelo que se pretendemos favorecer a produção de erva procuramos reduzir o crescimento reprodutivo (9 e 15).

A indução da floração em trevos é geralmente dependente do fotoperíodo (longo) e também da temperatura, tendo esta última apreciável influência na duração da fase reprodutiva. Existem, também, diferenças apreciáveis entre espécies quanto a exigências de vernalização, e diferenças intraespecíficas de vernalização e fotoperíodo, que determinam a existência de cultivares de floração precoce a tardia (15).

2.6.4- Maturação e produção de semente

Salientam-se dois aspectos da maior importância na produção de sementes em leguminosas. Por um lado, a frequente auto-esterilidade das flores, a fecundação entomófila, a morfologia floral e a especificidade dos insectos polinizadores (5 e 9). Por outro lado, a diversidade e frequência dos fenómenos de dureza e dormência das sementes, cuja extensão pode depender das condições em que se processa a maturação, tendendo a dureza a crescer com a duração do período de maturação e a dormência a ser menor em sementes formadas em ambientes frios e húmidos (15).

2.6.5- A simbiose leguminosa/rizóbio

Os aspectos que se devem destacar são os seguintes (9 e 27):

- Especificidade de espécies e estirpes de rizóbio com a planta hospedeira;

- b) Maiores exigências ambientais do rizóbio ou do processo de fixação simbiótica do N₂ que para o crescimento da planta hospedeira, relativamente a pH, molibdénio, cobalto, boro, cálcio e temperatura;
- c) Forte dependência da actividade da nitrogenase dos níveis de radiação e actividade fotossintética da parte aérea da planta;
- d) Embora se verifiquem apreciáveis variações entre plantas e estirpes de rizóbio, os nódulos são importantes receptores/consumidores de energia assimilada pela planta hospedeira, podendo dispendar no seu metabolismo mais de 10% da fotossíntese líquida desta;
- e) Acidificação do solo devido à simbiose em face da alteração do equilíbrio de catiões/aniões absorvidos pela planta hospedeira.

A análise pormenorizada da fixação simbiótica de N₂ pelas leguminosas, assim como um modelo integrado do metabolismo dos nódulos, podem ser observados em Bergenson (27).

2.6.6- Exemplos

De forma idêntica a 2.5.5 sugere-se aos alunos a análise comparativa dos exemplos do trevo subterrâneo, trevo branco e luzerna. Em particular atendendo à relação entre arquitectura da vegetação, tipo e ritmo de aproveitamento e aptidão competitiva em misturas; propagação seminal ou vegetativa, adaptação ambiental, sobrevivência e perenidade da cultura; órgãos e nível de reservas, capacidade de recrescer e frequência de utilização; exigências de vernalização e origem geográfica das cultivares, resistência ao frio de Inverno e ritmos de crescimento de estação fria/estação quente; índices de área foliar, coeficientes de extinção e tipos de cultura e utilização; simbiose leguminosa/rizóbio, competição e valor nutritivo em misturas.

Referências

- (1) TRINDADE, H. (1991). *Identificação de espécies pratenses e forrageiras*. Série Didáctica - Ciências Aplicadas, nº 20. UTAD, Vila Real, 57 pp.
- (2) VASCONCELOS, J.C. (1962). *Ervas forrageiras*. Ed. D.G.S.A., Lisboa, 182 pp.
- (3) VILLAX, E.J. (1963). *La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale*. Ed. INRA, Rabat, 641 pp.
- (4) LANGER, R.H.M. (1973). Growth of grasses and clovers. In *Pastures and Pasture Plants*. R.H.M. Langer, A.H. & A.W. Reed (eds.), Wellington (NZ), pp. 41-63.
- (5) MUSLERA PARDO, E.; RATERA GARCIA, C. (1991). *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento*. 2^a ed., Mundi-Prensa, Madrid, pp. 29-56, 119-138.
- (6) MOREIRA, I.; VASCONCELOS, M.T. (1976). *Estados fenológicos de cereais e infestantes*. Ed.

- policopiada do Centro de Botânica Aplicada à Agricultura das Universidades de Lisboa, 24 pp.
- (7) ABREU, J.M.; CALOURO, F.; SOARES, A. (1982). *Tabelas de valor alimentar. Forragens mediterrânicas cultivadas em Portugal*. Ed. ISA e INIA, Lisboa, pp. 179.
 - (8) WILSON, D. (1982) Overcoming physiological limitations to production from herbage. In *Welsh Plant Breeding Station Annual Report 1981*, Aberystwyth ,UK, pp. 202-215.
 - (9) PEARSON, C.J.; ISON, R.L. (1987). *Agronomy of Grassland Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 9 -61.
 - (10) ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.; WOLEDGE, J. (1988). The grass plant - its form and function. In *The Grass Crop. The Physiological Basis of Production*. Michael B. Jones and Alec Lazenby (eds.), Chapman and Hall, London, pp. 25-83.
 - (11) SANDERSON, M.A.; STAIR, D.W.; HUSSEY, M.A. (1997). Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy*, **59**:171-224.
 - (12) PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. (2000). The principles of pasture growth and utilization. In *Grass. Its Production and Utilization*. 3rd ed., Alan Hopkins (ed.), BGS & Blackwell Science, pp. 31-89.
 - (13) GILLET, M. (1980). *Les graminées fourragères. Description, fonctionnement, applications à la culture de l'herbe*. Colecção “Nature et Agriculture”, Gauthier-Villars, Paris, pp. 3-195.
 - (14) LANGER, R.H.M. (1972). *How grasses grow*. Colecção “Studies in Biology” No 34, ed. Edward Arnold, London, 60 pp.
 - (15) KENDALL, W.A.; STINGER, W.C. (1985). Physiological Aspects of Clover. In *Clover Science and Technology*, N.L. Taylor (ed.), Agronomy No 25, ASA, CSSA e SSSA Publ., Madison, Wisconsin (USA), pp. 111-159.
 - (16) TEIXEIRA, A.R.; PINTO RICARDO, C. (1983). *Fotossíntese*. Colecção Formação Universitária, Didáctica Editora, Lisboa, pp. 201-220.
 - (17) JONES, C.A. (1985). *C₄ Grasses and Cereals. Growth, Development and Stress Response*. Wiley-Interscience, John Wiley and Sons, New York, pp. 22-38.
 - (18) DAVIES, A. (1988). The regrowth of grass swards. In *The Grass Crop. The Physiological Basis of Production*. Michael B. Jones and Alec Lazenby (eds.), Chapman and Hall, London, pp. 85-127.
 - (19) FRAME, J.; CHARLTON, J.F. and LAIDLAW, A.S. (1998). *Temperate forage legumes*. Ed. CAB International, Wallingford, UK, 327 pp.
 - (20) HART, A.L. (1987). Physiology. In *White Clover*. M.J. Baker and W.N. Williams (eds.), CAB International, Wallingford, UK, pp. 125-151.
 - (21) WILMAN, D.; GAO, Y.; MICHAUD, P.J. (1994). Morphology and position of the shoot apex in some temperate grasses. *J. agric. Sc., Camb.*, **122**:375-383.
 - (22) YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, K. (1963). Intraspecific competition among higher plants XI. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. *Journal of Biology, Osaka City University*, **14**:107-129.
 - (23) HAYNES, R.J. (1980). Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*, **33**:227-261.
 - (24) MENZI, H.; BLUM, H.; NÖSBERGER, J. (1991). Relationship between climatic factors and the

Agronomia das Forragens e Pastagens

- dry matter production of swards of different composition at two altitudes. *Grass and Forage Science*, **46**:223-230.
- (25) FRAME, J.; NEWBOULD, P. (1986) Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy*, **40**:1-88 (pp. 4-10).
- (26) BLAIKIE, S.J.; MARTIN, F.M. (1987). Limits to the productivity of irrigated pastures in South-east Australia. In *Temperate Pastures - their production, use and management*, J.L. Wheeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.), AWC/CSIRO, Australia, pp. 119-122.
- (27) BERGENSON, F.J. (1982). *Root Nodules of Legumes: Structure and Functions*. Research Studies Press, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 16-21 e 123-126.

CAPÍTULO 3

ALTERNATIVAS E TECNOLOGIAS DA PRODUÇÃO DE FORRAGENS

3.1- Introdução	65
3.2- Forragens <i>versus</i> pastagens	65
3.3- Alternativas de cultivo	66
3.3.1- Utilização em corte único ou vários cortes	67
3.3.2- Condicionantes ambientais	68
3.3.3- Outras condicionantes	68
3.3.4- Esquema das principais alternativas de cultivo	69
3.4- Produção de forragens anuais de estação fria	70
3.4.1- Azevém ou erva castelhana (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	70
3.4.2- Cereais praganosos	72
3.4.3- Consociações de cereais praganosos com (x) leguminosas - ervilhacas e outras	75
3.4.4- Leguminosas estremes – 1. Tremoceiros, serratula e trevo encarnado	78
3.4.5- Leguminosas estremes – 2. Bersim, trevo da Pérsia e trevo vesiculoso	79
3.4.6- Sachadas. Couves, nabo e beterraba forrageira	81
3.4.7- Outras	82
3.5- Produção de forragens anuais de estação quente	82
3.5.1- O milho	82
3.5.2- Sorgos forrageiros	85
3.5.3- Outras	86
3.6- Produção de forragens bienais ou vivazes	87
3.6.1- Azevéns, bromos e trevo violeta	87
3.6.2- Luzerna	89
3.6.3- Outras	92
Referências	93

CAPÍTULO 3- ALTERNATIVAS E TECNOLOGIAS DA PRODUÇÃO DE FORRAGENS

3.1- *Introdução*

O cultivo e produção de forragens visa obter a melhor produção de erva em corte, conjugando e adequando qualidade e quantidade ao efectivo animal a que se destina, tirando o melhor proveito das condições ambientais e do equipamento e estruturas da exploração agrícola, e permitindo melhorar a rendibilidade da produção animal.

As forragens cortadas destinam-se sobretudo à alimentação dos animais à manjedoura, em verde ou após conservação sob a forma de feno ou silagem, podendo em alguns casos estas culturas ser utilizadas em períodos limitados por pastoreio.

Trata-se em geral de culturas de curta duração (anuais), mas algumas podem persistir por dois ou mais anos, fornecendo vários cortes anuais de erva, como por exemplo a luzerna.

As culturas forrageiras devem ter características adequadas à sua utilização por corte, nomeadamente a capacidade de acumularem uma elevada produção sem grandes perdas ou inconvenientes, ou a possibilidade de rápido e eficiente recrescimento após corte. As plantas de porte erecto e com uma arquitectura de vegetação que lhes permita uma boa eficiência fotossintética a elevados valores de índice de área foliar estão entre as mais adequadas a este tipo de produção.

3.2- *Forragens versus pastagens*

A produção de forragens é em geral complementar das pastagens, mas por vezes substitui ou é alternativa à produção de erva para utilização em pastoreio. Mais frequentemente a produção de forragens visa colmatar défices de produção das pastagens que se verificam em determinados períodos do ano, quer utilizando a erva verde, quer sob a forma de erva conservada (como silagem, feno ou erva desidratada industrialmente).

A produção em pastoreio permite uma maior eficiência energética e mais baixo custo por unidade de erva produzida (kg MS ou MJ) (1, 2), embora a análise da eficiência energética e dos custos deva ser realizada de uma forma mais global e integrada, pelo menos ao nível da exploração agro-pecuária como um todo, e possa assim conduzir a diferentes conclusões.

As culturas forrageiras têm, comparativamente às pastagens, vantagens que podem justificar a sua adopção, como sejam (2):

- permitir produções unitárias ($t\text{ MS ha}^{-1}$), por estação de crescimento ou

por ano, bem mais elevadas, nomeadamente através do encadeamento anual de duas culturas com diferentes características de crescimento (p. ex. C₃ e C₄);

- obter altas taxas de crescimento diário em períodos curtos;
- obter em certas situações e períodos erva com um valor nutritivo mais elevado, sobretudo de maior digestibilidade;
- fazer uma mais eficiente utilização da água;
- permitir uma melhor exploração do azoto do solo e um manejo mais eficiente da fertilização;
- manter o valor nutritivo da produção sem queda apreciável por longos períodos, permitindo nomeadamente a “conservação *in situ*”;
- em regiões de chuvas erráticas ou concentradas em certos períodos do ano, permitir reduzir a instabilidade da produção.

Estas vantagens podem justificar a sua adopção como culturas complementares em sistemas de produção baseados em pastagens, ou em situações de produção intensiva e em que a área das explorações é um recurso fortemente limitante, como sucede por exemplo entre nós em muitas explorações do Entre Douro e Minho (3), constituírem a base ou mesmo toda a produção de erva da exploração (“zero-grazing systems”).

As desvantagens mais comuns destas culturas em relação às pastagens respeitam como já referido aos mais elevados custos unitários de produção, devidos nomeadamente às maiores exigências de equipamento e trabalho, aos riscos de erosão em solos declivosos, aos maiores riscos de intoxicação e distúrbios alimentares com algumas forrageiras, e à maior probabilidade de insucesso no estabelecimento das culturas.

As decisões de produção com estas culturas em complemento ou em alternativa às pastagens devem atender às possibilidades de melhorar a alimentação e a eficiência produtiva dos animais, aos motivos agronómicos de condução dos cultivos e à rentabilidade do conjunto da exploração.

3.3- Alternativas de cultivo

Existem diversas hipóteses de cultivos forrageiros cuja escolha depende sobretudo das condições ambientais, da disponibilidade ou não de regadio, das opções de conservação ou da utilização em verde da erva (após corte ou por pastoreio esporádico), das exigências alimentares dos animais a que se destinam e ainda dos benefícios em termos de atribuição de subsídios e prémios pela política agrícola.

Procura-se primeiro esclarecer estas condicionantes e apresentar o leque das principais alternativas, para depois abordar as técnicas de produção das

culturas mais importantes. Escolhidas as culturas, há em todos os casos alternativas técnicas a decidir, nomeadamente a escolha das variedades ou cultivares a adoptar, sujeitas a uma constante evolução e à sua disponibilidade no mercado. Para o efeito, e como forma de obter informação sobre as suas características, devem ser consultados os catálogos oficiais, os resultados de ensaios de variedades e a informação comercial disponível (consultar p. ex. referências 4 e 5).

3.3.1- Utilização em corte único ou vários cortes

Uma das opções que se coloca na escolha de culturas forrageiras anuais é a de se obter uma elevada produção em um só corte ou, em alternativa, explorar a cultura em vários cortes de menor produção. A exploração em um só corte é quase forçosamente para conservar, como feno ou silagem, e permite economia de operações e redução dos custos de conservação por unidade produzida. A exploração em vários cortes, por outro lado, é mais flexível, permitindo a cada momento escolher entre a conservação ou a utilização em verde, mesmo em pastoreio, sendo mais adequada à utilização em verde.

Existem plantas ou culturas susceptíveis de um ou outro tipo de exploração, como por exemplo os cereais praganosos, a par de outras com pouca ou mesmo sem capacidade para recrescer e portanto só utilizáveis em uma única exploração, como por exemplo o milho ou a beterraba forrageira, havendo outras ainda que só se justificam para vários cortes, como por exemplo a erva do Sudão, o azevém, o trevo da pérsia ou a luzerna.

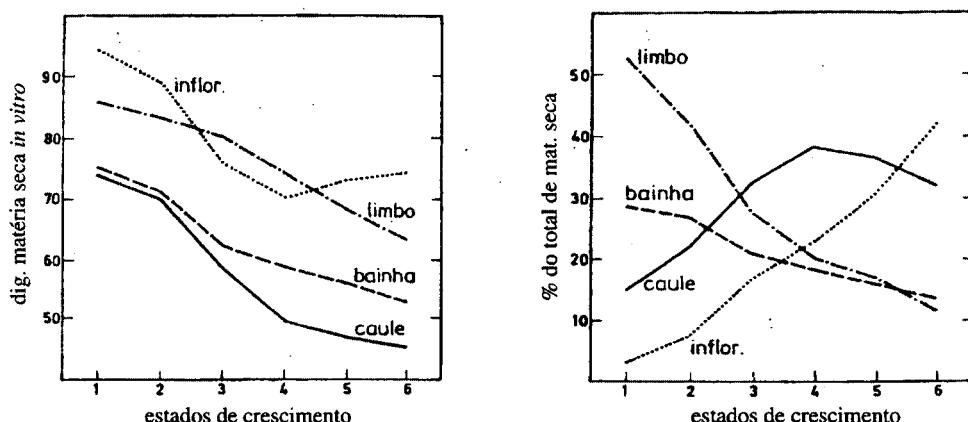


Figura 3.1- Evolução da proporção no total de matéria seca produzida e da digestibilidade (DMS) dos diversos componentes da planta inteira de cereais forrageiros em sucessivos estados de desenvolvimento: 1. Lígula da folha superior visível; 2- Emergência da inflorescência; 3- 7 dias após 2; 4 - 14 dias após 2; 5 - 21 dias após 2; 6 - 28 dias após 2. Adaptado de Cherney e Marten (6)

Uma característica claramente associada à produção em corte único consiste na capacidade da cultura para acumular uma grande produção de biomassa em estados avançados do seu desenvolvimento, sem que se registe um decréscimo sensível do seu valor nutritivo e alimentar. No caso das gramíneas e leguminosas isso significa que o grão seja uma parte apreciável da produção total da planta, já que em estados avançados de maturação o seu elevado valor nutritivo compensa a queda de qualidade que se observa na restante planta (caules e folhas), à medida que avança a maturação (Fig. 3.1)

3.3.2- Condicionantes ambientais

Em condições de clima mediterrânico a produção de forragens em sequeiro restringe-se quase só às culturas anuais de estação fria, a estação das chuvas neste clima, pelo que as plantas e culturas a adoptar têm de ser menos exigentes em temperatura para crescimento e suportar geadas, pelo menos em parte considerável do seu ciclo vegetativo.

Caso seja possível dispor de água e sistema de rega, ou em certas situações em que as condições de solo e existência de uma toalha freática possam reduzir sensivelmente o défice hídrico estival, ou ainda em condições de clima temperado marítimo, como por exemplo nos Açores, as alternativas de cultivo alargam-se às culturas anuais de estação quente, como por exemplo o milho e o sorgo, e ainda às culturas bienais e vivazes como por exemplo o trevo violeta e a luzerna.

3.3.3- Outras condicionantes

A escolha do tipo de cultura forrageira e utilização a adoptar depende ainda das exigências alimentares dos animais a que se destinam e dos eventuais subsídios e prémios atribuídos no âmbito da Política Agrícola Comum (PAC). Quanto a estes últimos e como referido em 1.7.2.3. destaca-se actualmente no âmbito da PAC a atribuição de ajudas por superfície cultivada aos produtores de culturas arvenses (7), que inclui as culturas forrageiras de cereais praganosos e de milho ou sorgos forrageiros, desde que aproveitados após o início da floração, sendo-lhes atribuídas ajudas dependentes das classes de rendimento estabelecidas no plano de regionalização e do facto de serem praticadas em sequeiro ou regadio (7).

Quanto às exigências alimentares dos animais que condicionam as decisões de cultivo, encontram-se associadas aos respectivos tipos de produção. Assim, a produção de vacas leiteiras de elevada produtividade exige forragens

de elevado valor alimentar, em especial elevada digestibilidade, enquanto que animais menos exigentes, como por exemplo os rebanhos reprodutores de bovinos e ovinos de carne, principalmente em certos períodos do seu ciclo produtivo, podem satisfazer as suas necessidades nutritivas com forragens de relativamente baixa digestibilidade, e nas quais se privilegia a sua adaptação a ambientes menos produtivos, a sua obtenção a mais baixos custos, ou a maximização da quantidade produzida em detrimento da qualidade.

3.3.4- Esquema das principais alternativas de cultivo

Existem diversas alternativas de culturas forrageiras, quer para idênticas quer para diversas condições de cultivo, duração e tipo de utilização.

Interessa ter presente o esquema das principais alternativas (Fig. 3.2) antes de abordar a produção de cada uma.

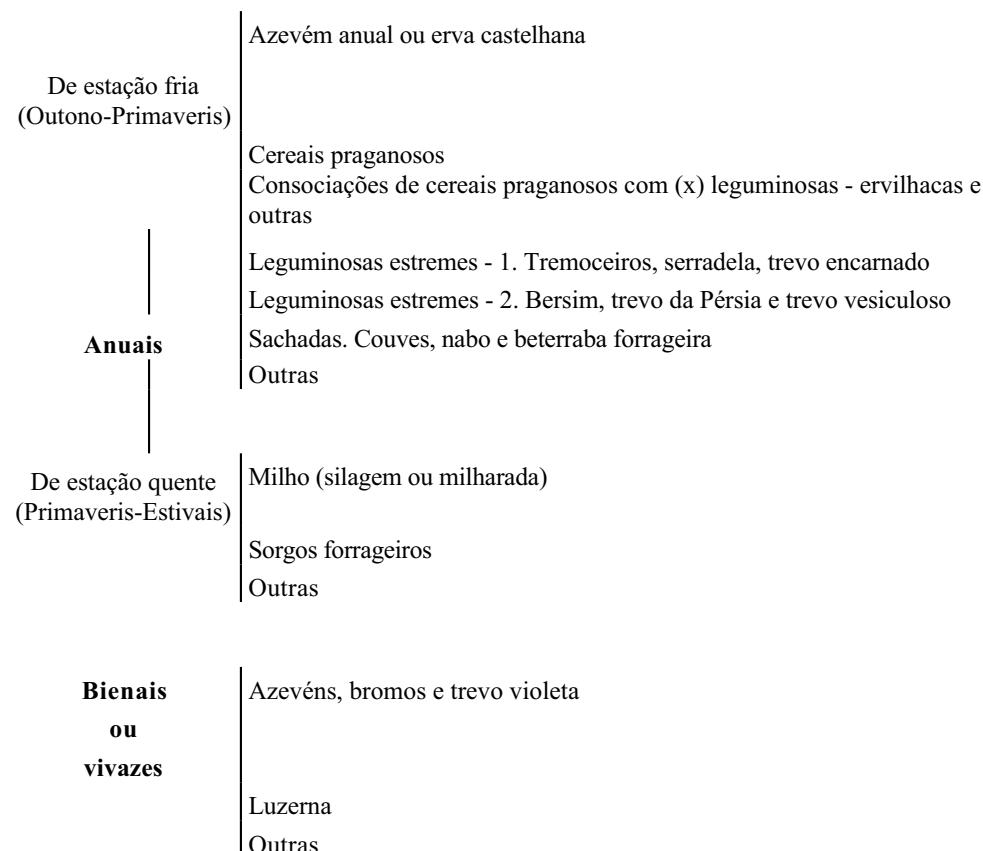


Figura 3.2- Esquema das principais culturas forrageiras em função da estação e duração do cultivo

3.4- Produção de forragens anuais de estação fria

Estas são as principais alternativas de produção em condições de sequeiro mediterrâ-nico, sendo algumas delas adoptadas também para as condições de regadio, em especial nos sistemas com duas culturas anuais ou ainda em condições de clima temperado marítimo.

3.4.1- Azevém ou erva castelhana (*Lolium multiflorum* Lam.)

Entre as várias espécies do género *Lolium* cultivadas como forragens ou em pastagens (*L. rigidum*, *L. multiflorum*, *L. hybridum* e *L. perenne*), a espécie *Lolium multiflorum* é a de maior produtividade, embora de pouca perenidade, comportando-se como anual ou bienal conforme as condições ambientais de que beneficia e o facto de compreender variedades alternativas do tipo ou subespécie “*westerwoldicum*”, e variedades não alternativas, portanto com necessidades de frio e dias curtos para induzir a reprodução, do tipo ou subespécie “*italicum*”, podendo-se comportar estas como anuais ou bienais.

Nas nossas condições climáticas de Verão muito quente e seco, mesmo em regadio, o interesse desta cultura é quase só o cultivo anual de estação fria, Setembro/Outubro a Abril/Maio. A sua cultura é especialmente adequada para as regiões de Inverno ameno e precipitações frequentes, já que o seu crescimento ocorre a partir de temperaturas médias de 5-6 °C, apresenta um máximo a 15-18 °C, e a capacidade de se estabelecer e de recrescer após corte ou pastoreio é bastante afectada se ocorrer em condições de stresse hídrico (8).

A principal área de cultivo em Portugal situa-se no Entre Douro e Minho (ver 1.5.1), mas nos últimos anos o seu cultivo tem-se estendido a outras regiões como por exemplo o Alentejo. É uma cultura que se adapta a diferentes tipos de solo, embora apresente melhor resposta e adaptação aos de elevada fertilidade, suportando bem o excesso de água pela capacidade de desenvolver raízes adventícias à superfície, e tolerando acidez do solo desde que a presença de alumínio no complexo de troca não seja elevada (8).

As principais técnicas e decisões de cultivo a ter em conta são:

- escolha da cultivar;
- data de sementeira;
- fertilização azotada;
- frequência de corte e tipo de utilização.

Existem cultivares ou variedades com diferentes graus de precocidade da subespécie *westerwoldicum*, em geral mais precoces ao espigamento e com melhor crescimento outono-invernal após a sementeira, e cultivares da subespécie *italicum*, mais tardias e com melhor crescimento primaveril no último (ou único) corte, com possibilidade de prolongarem a sua produção ao início

do Verão (ou inclusive para um 2º ano), se não faltar a água. Existem ainda no mercado cultivares diplóides e cultivares tetraplóides, estas últimas de folhas, caules e sementes de maior dimensão. Estas e outras características, como por exemplo a resistência a doenças, podem ser consultadas no trabalho de Nogueira et al. dedicado a esta cultura (9).

A data de sementeira está muito relacionada com as condições climáticas prevalecentes no caso do cultivo em sequeiro, ou seja, do início efectivo da estação das chuvas, mas também do tipo de utilização que se pretenda, pois no caso mais frequente de se pretender explorar em vários cortes (ou períodos de pastoreio e corte), a sementeira deve ser o mais precoce possível, dado o seu efeito positivo sobre o número de cortes, a produção e a utilização do azoto, como se pode observar nos resultados apresentados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1- Resultados dos teores de matéria seca (% MS), de proteína bruta (%PB) e das produções de matéria seca (kg MS ha^{-1}), proteína bruta (kg PB ha^{-1}) e exportação de azoto (kg N ha^{-1}) por corte para as datas de sementeira em ensaio (Di). Ensaio de azevém, *Lolium multiflorum* cv. Caramba, nas condições de Vila Real (adaptado de 10)

Cortes	Datas de sementeira	% MS	kg MS ha^{-1}	% PB	kg PB ha^{-1}	kg N ha^{-1}
1º - 13 de Novembro	D1	9,6	3 439	21,3	737	117,9
	" D2	9,9	2 036	26,8	551	88,1
2º - 5 de Fevereiro	D1	15,5	1 108	14,2	158	25,2
	" D2	15,5	1 346	13,8	186	29,7
	" D3	11,7	2 427	16,1	389	62,2
3º - 19 de Março	D1 - 10 Set.	16,4	3 113	11,7	364	58,3
	" D2 - 24 Set.	16,5	2 729	11,9	323	51,6
	" D3 - 08 Out.	14,4	2 935	13,5	400	63,9
	" D4 - 22 Out.	15,6	4 139	11,5	484	77,5
	" D5 - 05 Nov.	15,3	3 540	13,0	462	73,9
4º - 23 de Maio	D1	21,2	5 516	9,1	486	77,7
	" D2	21,8	6 004	7,2	426	68,1
	" D3	20,9	5 904	8,8	519	83,1
	" D4	18,1	4 410	10,5	460	73,6
	" D5	17,9	5 352	9,4	496	79,4

A sementeira deve ser feita a pouca profundidade (1 - 3 cm), sendo a densidade de sementeira dependente, além de outros factores gerais, do grau de plóidia da cultivar escolhida, 20-25 kg ha^{-1} de semente nas cultivares diplóides e 30-40 kg ha^{-1} nas cultivares tetraplóides, por forma a obter um povoamento inicial superior a 600 plantas m^{-2} (9).

O estabelecimento do azevém é muito rápido e vigoroso, desde que semeado com boas condições de humidade e temperatura, o que juntamente com a sua grande capacidade de recrescimento após corte lhe confere uma grande agressividade e capacidade de competir com eventuais infestantes.

A fertilização azotada é de grande importância, quer pela elevada resposta do azevém, quer pelos riscos de perdas, quer pela possibilidade da cultura desempenhar uma função de recuperação do azoto disponível ou excedente da cultura que a precede (8 e 10). A fertilização deve ser fraccionada, tanto mais quanto maior o número de cortes, mais elevada no arranque para o crescimento do último corte, e, quando haja excedentes da cultura precedente, não deve ser realizada à sementeira. Fertilizações com 40-50 unidades de azoto em cobertura após os cortes e 60-80 unidades a preceder o último corte são recomendações que devem ser ajustadas em função das condições específicas de cultivo e da exploração agrícola.

A utilização em vários cortes, com cortes em verde ou pastoreio no estado vegetativo e até ao início do período reprodutivo ($1\text{ a }3\text{ t MS ha}^{-1}\text{ corte}^{-1}$) e com um último corte ao início ou pleno espigamento para conservar como feno ou silagem ($4\text{ a }6\text{ t MS ha}^{-1}$), é a mais adequada e a que tira melhor proveito das características de crescimento e recrescimento do *Lolium multiflorum*. Quando se pretenda privilegiar a produção do último corte para conservação e reduzir a utilização em verde, a sementeira deverá ser deliberadamente mais tardia e optar-se por uma cultivar da subespécie *italicum*.

O azevém é uma forragem de elevado valor nutritivo até ao início do espigamento, com uma sensível e rápida queda de valor após esta fase (8 e 11). O seu valor alimentar pode no entanto ser afectado no período vegetativo de Outono-Inverno pelos muito baixos teores de matéria seca e por limitações à ingestão e digestão (8).

Para além do cultivo estreme, o azevém é utilizado em consociações com cereais praganosos, com trevos anuais como o trevo encarnado o bersim e o trevo da pérsia, em cultivo para produção de semente, e em diversos outros tipos de utilização, como complemento de pastagens C₄, cultura de revestimento, relvados, etc. (8 e 9).

4.2- Cereais praganosos

O cultivo de cereais praganosos para forragem compreende técnicas de cultivo e de utilização muito diversas. Destaca-se a utilização para cortes ou pastoreios múltiplos em verde no período de Outono-Inverno (“ferrãs”), a utilização com o duplo objectivo de pastoreio ou corte precoce em verde e posterior produção de grão, e a produção em corte único na fase de

desenvolvimento do grão (“whole-crop”) para conservar como feno ou silagem (12).

As diversas espécies de cereais – aveia, centeio, cevada, trigo e triticale – são cultivadas em diversas condições e com diferentes utilizações e características (12 e 13). Entre nós a mais extensamente cultivada é a aveia (*Avena sativa* L., mas também *A. strigosa* Schreb. e *A. bidentata* C. Koch), a qual se destaca pela sua grande plasticidade de adaptação a diferentes tipos de solo, pela sua menor susceptibilidade ao excesso de água em relação aos restantes cereais e por ser mais folhosa. O centeio (*Secale cereale* L.) é escolhido pela sua adaptação a solos de baixa fertilidade, nomeadamente de texturas arenosas e ácidos, e ainda pelo seu melhor crescimento em condições de baixas temperaturas no Outono e no Inverno, não sendo adequado para aproveitamento em corte único à maturação do grão.

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) apresenta melhor adaptação a solos de texturas pesadas, sendo especialmente sensível à acidez e ao excesso de água no solo. Embora com diferenças entre cultivares, a cevada é o cereal de maturação mais precoce e ciclo vegetativo mais curto, o que lhe confere uma boa adaptação às regiões de clima mais seco. As longas aristas da sua espiga reduzem a aceitação pelos animais na forma de feno, mas por outro lado a elevada relação grão/palha que permite obter quando cortada em estados avançados de maturação, grão leitoso/pastoso, contribui para uma mais elevada digestibilidade da sua silagem (12 e 13).

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é menos usado entre nós como planta forrageira, mas a sua utilização em corte único à maturação do grão para ensilar desenvolveu-se nos últimos anos em outras regiões (13), tirando proveito da boa relação grão/palha. É um cereal mais exigente em fertilidade do solo.

Finalmente o triticale (*X Triticosecale* Wittmack), como cereal mais recente, tem sido objecto de diversos ensaios como cultura para forragem, revelando uma boa plasticidade de adaptação a diferentes tipos de solo, adequação ao cultivo com duplo objectivo forragem + grão (14), assim como para aproveitamento em corte único.

Existe uma apreciável variabilidade de características e aptidões dentro de cada uma destas espécies, devido às diferenças entre as cultivares, pelo que se deverá sempre proceder a uma escolha criteriosa em função dos objectivos e condições do cultivo.

Quando se pretenda privilegiar a produção em verde no Outono-Inverno deve-se optar por semear o mais cedo possível, antes ou logo após as primeiras chuvas em Setembro/Outubro, uma mistura de cereais ou de cereais com azevém (e trevos), havendo interesse em incluir o centeio pelo seu melhor crescimento inicial a baixas temperaturas. A inclusão do azevém (e dos trevos) permite melhorar a produção e qualidade do último corte na Primavera, quando os

cereais pelos repetidos aproveitamentos e em particular após o início do encanamento reduzem sensivelmente a sua capacidade de recrescimento, bem como o seu valor nutritivo.

Este tipo de cultivo requer uma boa disponibilidade de N desde a sementeira, com fertilização fraccionada em fundo e após cada aproveitamento, a qual pode ser reduzida na Primavera se na mistura forem incluídos trevos. A cultura assim conduzida permite obter erva de elevado valor nutritivo, quer quanto à digestibilidade quer quanto aos teores de proteína, mas em geral mais baixa produção de matéria seca (12).

Trata-se de um tipo de cultivo particularmente adaptado para complementar a escassez de alimento no Inverno dos sistemas de produção baseados nas pastagens de sequeiro mediterrânico, razão que pode justificar mesmo o cultivo dos cereais sobre este tipo de pastos (15).

A cultura dos cereais para corte único à maturação do grão adquiriu importância crescente nos últimos anos, pela atribuição das ajudas à superfície cultivada aos produtores de culturas arvenses, mas também pela sua aptidão para se obter uma elevada produção de biomassa em um só corte para conservação, em especial como silagem.

O cultivo para corte único deve ter uma sementeira mais tardia, fins de Outubro (nas regiões de Inverno mais frio) e Novembro, procurando-se que uma segunda mobilização superficial do solo aquando da sementeira permita reduzir a competição da vegetação infestante emergida após as primeiras chuvas. Para este tipo de cultivo normalmente recorre-se a uma só espécie, em função do seu ajustamento às condições edafo-climáticas e ao tipo de conservação (feno ou silagem), e caso o corte não tenha de se realizar relativamente cedo (Abril) por forma a libertar o solo para instalação de uma cultura de Primavera-Verão, ou por se tratar de uma região de Primavera muito seca, deverá ser escolhida uma cultivar tardia que permitirá uma maior potencialidade de produção.

A sementeira deverá garantir um povoamento inicial de pelo menos 250 plantas m^{-2} , o que significa densidades de sementeira próximas ou um pouco superiores a 300 sementes m^{-2} , e se traduz conforme os diferentes pesos das sementes em 90 a 110 kg ha^{-1} no caso do centeio e aveias, e 130-150 kg ha^{-1} nos casos do trigo e triticale.

A fertilização azotada destas culturas é uma técnica de crucial importância, em particular nos solos de baixa disponibilidade de N. Neste tipo de solos e com aveia forrageira obtivemos respostas de 51 e 77 kg MS ha^{-1} por kg N $^{-1}$ aplicado, respectivamente em fundo e em cobertura, representando uma eficiência de utilização aparente de 40 e 65% respectivamente (12). Significa isto que nestas condições e caso a cultura tenha um elevado potencial de

produção, a adubação azotada deverá incorporar apenas 20 a 40 kg N ha⁻¹ à sementeira, e 80 a 110 kg N ha⁻¹ em cobertura ao fim do afilhamento (Fevereiro), mais cedo nas regiões mais secas (fins de Janeiro), sendo indispensável que após a cobertura e até à colheita se registem pelos menos 150-200 mm de precipitação para se obter uma boa resposta à adubação de cobertura (16). Nos solos de mais elevada disponibilidade de N não se deve aplicar azoto à sementeira, mas apenas em cobertura valores de 60 a 90 kg N ha⁻¹ que tenham em conta a potencialidade da cultura, mas também os riscos de acama (12).

As elevadas taxas de crescimento diário de MS dos cereais a partir do encanamento e até ao estado de grão leitoso (12 e 17), com valores de 120 a 180 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, a par de uma evolução do valor nutritivo que regista uma queda não muito acentuada até ao estado de ântese e uma estabilização ou até ligeira melhoria posterior até ao estado de grão leitoso, determina que seja este o indicado para a colheita destas culturas (11, 12 e 13). Este estado corresponde a teores de MS na planta inteira da ordem de 30-35%, os mais convenientes para uma fácil conservação em silos horizontais sem necessidade de recurso a conservantes. No caso da fenação, caso haja receio de desgrana durante o seu processamento, a colheita poderá ser realizada no início do estado leitoso. Uma outra razão que pode ditar a antecipação da data de corte é a ocorrência de um período de forte stresse hídrico, o qual limita severamente as taxas de crescimento referidas e acelera o decréscimo do valor nutritivo da forragem pela senescênci precoce das folhas.

A cultura de cereais para corte único no estado de grão leitoso permite elevadas produções unitárias (superiores a 12 t MS ha⁻¹), desde que se registe um adequado cultivo e não ocorram situações de stresse hídrico acentuado, mas o valor nutritivo da forragem é moderado ou baixo, quer no que respeita ao valor energético (8,0 - 9,5 MJ EM kg⁻¹ MS), quer quanto aos teores em proteína (5-8% PB) (11 e 12).

3.4.3- Consociações de cereais praganosos com (x) leguminosas - ervilhacas e outras

O relativamente baixo valor nutritivo dos cereais forrageiros colhidos em corte único num estado avançado de maturação, sobretudo o baixo teor proteico, e, por outro lado, a frequência das situações de cultivo em que os solos têm muito baixa disponibilidade de N, justificam a forte tradição e interesse do cultivo das suas consociações com leguminosas anuais nas regiões mediterrâneas (12 e 18).

As leguminosas anuais trepadoras (com folíolo terminal transformado em gavinha), em especial as ervilhacas, mas também os cizirões e a ervilha, ou

não trepadoras, como os tremoceiros e as favas, são cultivadas em consociação com cereais praganosos em diferentes regiões e situações de cultivo (18, 19 e 20).

Estas leguminosas apresentam também máximos de produção na fase de desenvolvimento da semente na vagem, período de desenvolvimento em que o seu valor energético é um pouco superior ao dos cereais ($9,5 - 10,5\text{ MJ EM kg}^{-1}\text{ MS}$), e o seu teor proteico é substancialmente superior (13 - 18% PB), assim como a sua composição em diversos nutrientes minerais (11, 12 e 21).

De entre as leguminosas mais utilizadas destaca-se a ervilhaca vulgar ou mansa (*Vicia sativa L.*), que compreende uma grande diversidade de subespécies e cultivares, sendo muito variável entre si o peso da semente e a precocidade das cultivares; esta espécie está mais adaptada a solos de texturas mais pesadas e pH neutro ou pouco ácido, e nela é possível encontrar cultivares de elevada precocidade, mais adaptadas às regiões de Primavera mais seca. A ervilhaca vilosa ou de cachos-roxos (*Vicia villosa Roth*) é também muito cultivada, dado que revela boa adaptação a solos mais ácidos e de texturas mais ligeiras, apresenta uma elevada resistência ao frio no Inverno e em geral é mais tardia, com um crescimento indeterminado e um período de floração muito prolongado, tirando proveito da eventual disponibilidade de água para o crescimento até mais tarde, e permitindo assim uma elevada acumulação de biomassa quando consociada com uma cultivar tardia de cereal (12 e 18). Por seu lado a ervilhaca de cachos vermelhos (*Vicia benghalensis L.*), com características morfológicas e hábitos de crescimento parecidos com os da ervilhaca vilosa, pode também ser útil para associar aos cereais em solos pouco ácidos, neutros ou mesmo alcalinos de texturas franca a argilosa.

O cultivo destas consociações é muito semelhante ao dos cereais estremos quando cultivados para corte único à maturação do grão, com diferenças sobretudo no que respeita às densidades de sementeira e fertilização azotada, as quais devem ser analisadas e decididas em conjunto (12 e 22). De facto existe uma apreciável interacção entre a densidade relativa da leguminosa na consociação, a adubação azotada, a potencialidade produtiva e o valor proteico da cultura, o que pode ser observado nas Figuras 3.3 e 3.4.

Como se pode verificar (Fig. 3.3), para situações de baixa potencialidade produtiva para o cereal estreme (escassa disponibilidade de N no solo e nula ou baixa fertilização), a inclusão da ervilhaca permite melhorar a produção de MS, mas à medida que a potencialidade das condições melhora a elevação da participação da ervilhaca na densidade de sementeira torna-se negativa no que respeita à produção de biomassa.

O efeito no valor proteico da forragem obtida pode ser observado para as mesmas condições de ensaio na Fig. 3.4

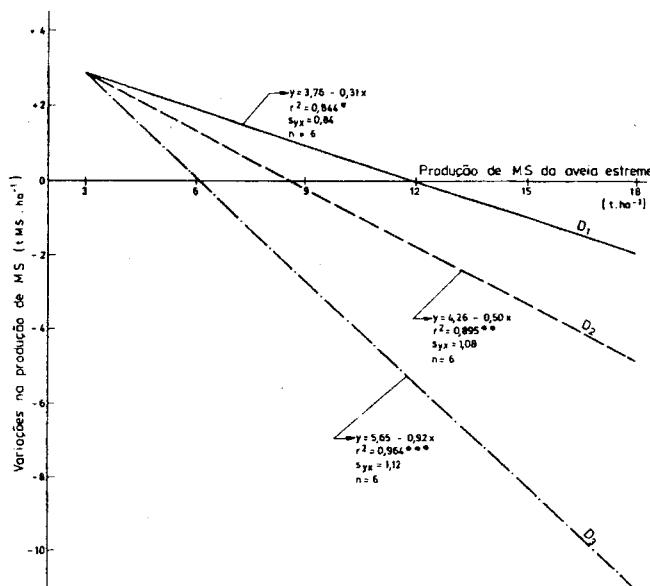


Figura 3.3- Efeito na produção de matéria seca ($tMS\text{ha}^{-1}$) da substituição de aveia (A) por ervilhaca (E), em comparação com a aveia estreme para diferentes níveis de produção (diferentes solos, anos e níveis de fertilização). Adaptado de Moreira (12).

Densidades relativas de sementeira: **D₁** - 75% A + 25% E; **D₂** - 50% A + 50% E; **D₃** - 100% E

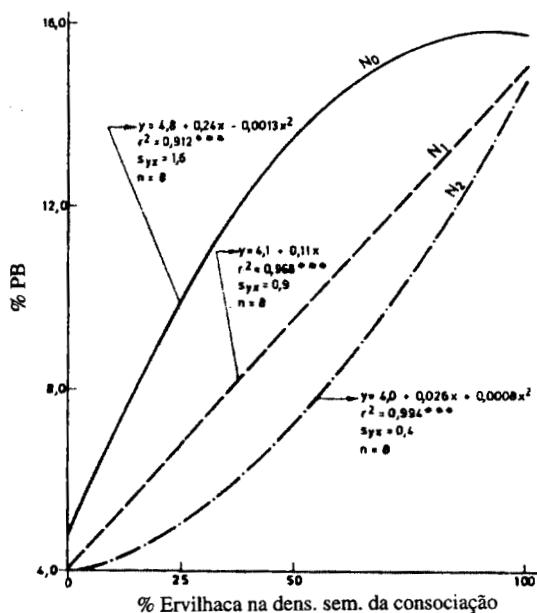


Figura 3.4- Efeito da participação relativa da ervilhaca na densidade de sementeira da consociação com aveia no teor proteico da forragem (adaptado de 12)

N₀ - cultivo sem adubação N; **N₁** - 20 + 40 kg N ha^{-1} ; **N₂** - 20 + 80 kg N ha^{-1}

Caso se pretenda uma apreciável melhoria do valor proteico da forragem, em especial se destinada a conservação como silagem (no processo de fenação as ervilhacas sofrem apreciáveis perdas que reduzem o seu impacto no valor nutritivo da forragem), a ervilhaca e o cereal deverão ter densidades próximas de 150 sementes m² e a fertilização azotada deverá ser moderada ou baixa. Caso se pretenda obter produções elevadas mas melhorar um pouco o valor nutritivo da forragem, as densidades deverão ser de 220-250 sementes m² de cereal e 60-80 de ervilhaca, sendo a adubação azotada de 20 + 80 kg N ha⁻¹ ou 0 + 60 kg N ha⁻¹, conforme se trate de solos de baixa ou elevada disponibilidade de N respectivamente.

Regista-se ainda a necessidade de conciliar a precocidade das cultivares de cereal e da leguminosa adoptada, por forma a que o estado de grão leitoso do cereal coincida com o início de formação das sementes da leguminosa. Caso haja riscos acrescidos de perdas (sobre-tudo das folhas das leguminosas) na fenação ou pela ocorrência de um período de estresse hídrico acentuado, a colheita deverá ser antecipada.

Estas consociações são adequadas à utilização em corte único, num estado avançado de maturação, destinado à conservação da forragem, permitindo produções elevadas que beneficiam com a presença da leguminosa, quer através de uma melhoria do valor nutritivo em relação aos cereais estremes, quer da fixação simbiótica de N, quer ainda de um “efeito tampão” relativamente à produção, já que atenua as variações de produção que se podem observar com o cereal estreme (Fig. 3.3).

3.4.4 - Leguminosas estremes – 1. Tremoceiros, serradela e trevo encarnado

A importância da cultura destas leguminosas para a produção de forragens no nosso país advém da extensão de solos arenosos, ácidos, de baixa fertilidade, onde podem desempenhar um papel de pioneiras na recuperação das condições de fertilidade. A sua cultura não é feita sempre estreme, podendo ser consociadas com cereais ou com azevém, mas pertence-lhes o principal papel neste tipo de cultivo, em que não se pretende obter uma elevada produção, mas sobretudo conseguir uma produção razoável, com interessante valor nutritivo (11), a baixos custos e em situações de baixa fertilidade.

Estes cultivos são realizados sem recurso a adubações azotadas, beneficiando da boa capacidade de fixação simbiótica de N destas leguminosas nestas condições de cultivo, mas respondem a fertilização com adubos fosfatados, os quais são essenciais para que produzam satisfatoriamente.

De entre estas leguminosas mais rústicas, a mais utilizada é a tremocilha ou tremoceiro amarelo (*Lupinus luteus* L.), embora sejam utilizados também o

tremoceiro branco (*L. albus* L.), o tremoceiro de folhas estreitas (*L. angustifolius* L.), a serradela cultivada (*Ornithopus sativus* Brot.) e o trevo encarnado (*Trifolium incarnatum* L.) (18).

O trevo encarnado e a serradela têm semente relativamente pequena (mil sementes pesam aproximadamente três gramas), devem ser semeados sobre o cedo, às primeiras chuvas, em densidades de $15-20 \text{ kg ha}^{-1}$, menos quando em consociação com azevém, e podem proporcionar mais de um corte, o último para conservar principalmente como feno, em plena floração, com produções que podem ser interessantes sobretudo em regiões e anos em que se registe uma razoável precipitação no fim do Inverno e Primavera, sendo contudo espécies susceptíveis ao excesso de água no solo.

A tremocilha tem sementes muito maiores (mil sementes pesam mais de cem gramas), é semeada um pouco mais tarde após as primeiras chuvas e como se desenvolve com acentuada ramificação pode ser semeada com um mais baixo número de sementes m^2 , da ordem de 60-80, o que significa porém $75-100 \text{ kg ha}^{-1}$, menos quando consociada com um cereal como por exemplo a aveia.

A tremocilha tem fraca capacidade de recrescimento, pelo que deve ser cultivada para corte único e conservação no estado de desenvolvimento das sementes na vagem, ou, tal como é pratica tradicional, em pastoreio seco após maturação completa no Verão (“agostadouro”) (23).

A tremocilha tem ecótipos ou cultivares com elevados teores de alcalóides (“amargas”) e com apreciável deiscência das sementes, e cultivares “doces” melhoradas e com vagens muito menos deiscentes. A utilização da tremocilha requer alguma prudência, devido à sua eventual toxicidade, quer em verde nas cultivares amargas (com menores riscos nos ovinos), quer em seco, pelos riscos de “lupinose”, toxicidade devida a um fungo (*Phomopsis*) que parasita as plantas secas quando ocorre chuva ou humidade acentuada no Verão (20 e 23). A utilização em pastoreio dos tremoceiros secos pode permitir a regeneração natural por auto-ressementeira no 2º ano de cultivo, o que representa uma vantagem acrescida no objectivo destes cultivos que como referimos é o de obter uma produção razoável, a baixos custos em condições de baixa fertilidade dos solos.

3.4.5 - Leguminosas estremes – 2. Bersim, trevo da Pérsia e trevo vesiculoso

Este segundo grupo de leguminosas, que podem ser cultivadas estremes ou conso-ciadas com azevém, destaca-se do anterior por serem espécies mais exigentes em fertilidade do solo, de mais elevada potencialidade produtiva,

aptas a produzir em vários cortes e com potencialidade para condições de regadio.

A mais exigente em condições edafo-climáticas é o bersim (*Trifolium alexandrinum* L.), com apreciável susceptibilidade ao frio, pelo que o seu cultivo se restringe às zonas litorais de Inverno menos frio do Centro e Sul do País, revelando melhor adaptação a solos de texturas mais pesadas e pH neutro a ligeiramente alcalino, desde que bem drenados. O trevo da Pérsia “gigante” (*T. resupinatum* ssp. *suaveolens* Willd.) e o trevo vesiculoso (*T. vesiculosum* Savi) revelam uma maior plasticidade de adaptação a diferentes tipos de solos e menor susceptibilidade às geadas e ao frio, pelo que a extensão de condições a que se adaptam é maior que o bersim (18, 23 e 24). O trevo da Pérsia prefere solos fracos a argilosos, pouco ácidos a alcalinos e apresenta-se tolerante à má drenagem e à salinidade, enquanto o trevo vesiculoso se adapta bem a solos arenosos a fracos, ácidos a neutros, desde que bem drenados.

Trata-se de trevos de semente pequena que devem ser semeados a pouca profundidade, às primeiras chuvas, ou mais cedo em fins de Agosto/Setembro quando em regadio, permitindo assim um mais elevado potencial produtivo distribuído por maior número de cortes. As diferenças de tamanho das sementes determinam valores de densidade de sementeira das culturas estremes da ordem de 18-25 kg ha⁻¹ para o bersim, 10 a 15 kg ha⁻¹ para o trevo da Pérsia e 12-18 kg ha⁻¹ (de semente escarificada dada a elevada dureza) para o trevo vesiculoso.

O bersim revela a mais elevada potencialidade de produção de matéria seca distribuída por maior número de cortes, chegando a seis ou mais cortes em regadio de Outubro a Maio/Junho (25), mas o seu valor nutritivo e alimentar é claramente mais reduzido que os restantes, devido a uma mais elevada relação caules/folhas, sendo mais prováveis valores de apenas 9,0 a 9,7 MJ EM kg MS⁻¹ e 17-20% PB (11).

O aproveitamento destes trevos, tanto no Outono-Inverno, em que as plantas têm elevados teores em água, como na Primavera, faz-se por uma sucessão de cortes em verde ou por pastoreio, havendo ensaios que reconhecem o elevado interesse do trevo da Pérsia nestas condições para a alimentação de vacas leiteiras (26). Alguns autores consideram que no caso do trevo da Pérsia (em cultivo estreme) se deverá ter especial atenção aos riscos de timpanismo, mais reduzidos no caso do bersim e do trevo vesiculoso (18 e 24). O último corte, a realizar na plena floração, deve preferencialmente destinar-se a conservar como feno ou silagem.

Estas espécies, embora mais produtivas, revelam maior susceptibilidade a algumas doenças e vírus, embora com diferenças apreciáveis entre espécies e cultivares, como seja à antracnose (bersim), às ferrugens (trevo da Pérsia) e aos vírus (trevo vesiculoso) (23 e 24).

3.4.6 - Sachadas. Couves, nabo e beterraba forrageira

Nem só gramíneas e leguminosas são utilizadas para a produção de forragens e pasta-gens. Crucíferas como as couves (*Brassica oleracea* L. subsp. *acephala*), ou o nabo forrageiro (*Brassica rapa* L. subsp. *rapa*), e quenopodiáceas como a beterraba forrageira (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*), são tradicionalmente cultivadas como culturas forrageiras sachadas, sendo ainda de registar a sua importância nas regiões mais frias de Trás-os-Montes e das Beiras (1.5.1.), assim como na Galiza (20). Porém, o seu cultivo não tem evoluído significativamente entre nós, sendo praticado sobretudo em pequenas explorações, com apreciável recurso a mão-de-obra. No entanto, é possível realizá-lo de forma inteiramente mecanizada, desde a sementeira de precisão em linhas e povoamentos controlados, ao combate químico das infestantes, e ao arranque no caso do nabo e beterraba forrageira (27, 28 e 29). Representam, porém, exigências acrescidas no cultivo em relação à generalidade das forragens, e equipamentos específicos para a integral mecanização, o que tem custos apreciáveis.

As couves e o nabo forrageiro podem apresentar um ciclo de desenvolvimento curto e bons crescimentos a baixas temperaturas (18), o que pode ser de grande interesse para uma cultura intercalar de Inverno nas condições mediterrânicas. Acresce que estas culturas são menos exigentes em condições edafo-climáticas que a beterraba forrageira, a qual pode entre nós, sobretudo nas regiões de Inverno menos frio, apresentar boas produções em cultivo outono-primaveril, tendo porém um ciclo mais tardio.

As cultivares a adoptar carecem de mais experimentação local, pois os resultados de dois ensaios realizados nos últimos anos entre nós não são animadores, e os resultados da experimentação em outros países europeus, como seja na França, Grã-Bretanha e Holanda, respeitam em geral ao cultivo de Primavera-Verão. No caso da beterraba a escolha deverá atender ao carácter monogérmico das sementes, ao grau de ploidia, à facilidade de arranque, à distribuição relativa da biomassa pelas folhas e raízes e ao teor em água, mais elevado nas cultivares ditas forrageiras em contraste com as açucareiras/forrageiras.

A utilização das couves e nabos deve ser limitada e prudente na ração diária dos animais, devido aos teores de glucosinolatos e outros compostos sulfurosos que podem afectar os animais (29). Quanto ao seu valor nutritivo, salienta-se o facto destas culturas apresentarem um período de utilização relativamente alargado sem decréscimo significativo do seu valor nutritivo, os valores relativamente elevados do teor proteico das couves (^a 15% PB), e os baixos teores proteicos das raízes de beterraba (6-7,5% PB), mas em contrapartida elevado valor energético (11,5-13,0 MJ EM kg⁻¹ MS), o que

justifica a sua utilização na alimentação de vacas leiteiras de alta produção (29).

3.4.7 - Outras

Existem outras alternativas de bem menor interesse ou representatividade que as que atrás foram abordadas para o cultivo e exploração como forrageiras anuais de estação fria em condições mediterrânicas. A quem esteja interessado sugere-se a consulta do trabalho de referência do Prof. Edmond Villax (18).

3.5 - Produção de forragens anuais de estação quente

Trata-se de culturas que em condições mediterrânicas estão dependentes do regadio para se obterem elevadas produções e assim exprimirem todo o seu potencial de produção. As principais são gramíneas com fotossíntese em C₄ (2.4.1), o que lhes confere a possibilidade de elevadas produções na estação estival e num curto período de crescimento. Estão normalmente associadas a sistemas de produção mais intensivos e exigentes, como seja a produção de vacas leiteiras, ou complementam e asseguram estabilidade a sistemas de produção baseados em condições de sequeiro. A cultura mais representativa deste grupo e mais cultivada entre nós é o milho, cuja principal utilização é como silagem.

3.5.1- O milho

O milho (*Zea mays L.*) é uma cultura de grande tradição em Portugal, sobretudo no Noroeste, onde o cultivo para grão, estreme ou mais frequentemente consociado com feijão, desde há muito que contribuía para a alimentação dos ruminantes, através dos desbastes, do corte dos “pendões”, da utilização das palhas e do folhelho (carpelos).

Em certas condições, que ainda hoje se mantêm com expressão significativa sobretudo na Beira Interior (1.5.1), é utilizado em cultivo de altas densidades, semeado a lanço, com o objectivo de o cortar gradualmente e utilizar em verde ou como feno, na alimentação dos animais, em geral a partir da floração masculina (bandeira) no fim do Verão (Agosto/Setembro) – milho basto ou milharada. É um tipo de cultivo tradicional que se concilia com uma sementeira relativamente tardia após uma cultura de Inverno, de erva (p. ex. azevém) ou mesmo de grão (cereal praganoso), realizado com baixos custos, sem recurso a sementes certificadas nem a herbicidas.

Porém, o milho tornou-se entre nós nas últimas décadas a principal forragem anual de estação quente (1.5.1), através do cultivo com semeadores

de precisão de híbridos seleccionados, em povoamentos pouco superiores ao cultivo para grão, com controlo de infestantes através de herbicidas, fertilização abundante e regas adequadas, com corte e conservação como silagem em estado avançado de maturação do grão – o milho silagem – o qual se tornou a base da alimentação de explorações intensivas de vacas leiteiras (3).

É uma cultura de muito elevado potencial de produção, de elevada digestibilidade, excelente valor energético e ingestão voluntária, e de muito fácil conservação como silagem, com produção em corte único. É pois “imbatível” para estas condições de produção e utilização, embora os seus valores em proteína sejam relativamente baixos (3).

Os principais aspectos técnicos a ter em conta respeitam à escolha das cultivares ou variedades, às datas e densidades de sementeira, ao controlo de infestantes, fertilização, rega e momento de corte.

Os primeiros aspectos estão interrelacionados, já que a escolha da variedade começa pela duração do seu ciclo cultural, vulgarmente referenciada pelo ciclo FAO (200 a 800), o que está dependente da potencialidade climática da estação de crescimento do local (somatório de graus dia entre as datas possíveis de sementeira e colheita), sendo as plantas de ciclo mais curto, a adoptar em sementeiras mais tardias, plantas de menor estatura e por isso com óptimos de densidade de povoamento mais elevados (30).

A escolha das variedades deve estar apoiada em ensaios de adaptação regional, como sucede há anos no Entre Douro e Minho (30), embora se possam recomendar como características a atender na escolha de híbridos para forragem a tolerância a baixas temperaturas e vigor juvenil, a elevada resistência à acama, a manutenção da folhagem verde até estados avançados de maturação (“stay green”), e os valores de digestibilidade e ingestibilidade da planta inteira que podem apresentar diferenças apreciáveis entre variedades (31). A escolha recai hoje maioritariamente em milhos híbridos simples.

A sementeira deverá realizar-se quando já não haja riscos de ocorrência de geada e os valores da temperatura média do solo a 5 cm de profundidade sejam próximos ou superiores a 15 °C, sendo desejável que a temperatura média do ar na fase de plântula seja de pelo menos 13 a 15 °C (32).

Em termos práticos e de orientação, embora dependendo muito em cada ano da evolução das temperaturas, da ocorrência de precipitação, e do regime hídrico dos solos, as sementeiras mais precoces ocorrem na primeira quinzena de Abril nas regiões menos frias do Centro e Sul do país, sendo possível adoptar as variedades de ciclo muito tardio (FAO 700 e 800) e de mais elevada potencialidade produtiva, com as mais baixas densidades, 65 a 75 mil sementes ha^{-1} . No extremo oposto devem considerar-se as regiões mais frias do Centro e Norte, a altitudes próximas dos 800-900 m, em que a potencialidade da estação de crescimento é bem reduzida, obrigando a adoptar milhos de ciclo curto

(classes FAO 200-300), com sementeiras nos fins de Maio/princípios de Junho e densidades de 100-115 mil sementes ha^{-1} . As exigências em somatório de graus-dia (com base 6 °C) foram estimadas para o milho silagem em 1 600 °C para a classe FAO 300 e em 1 920 °C para a classe FAO 700 (30).

As densidades de sementeira ou de povoamento de plantas que conduzem à maximização da produção de biomassa podem afectar o valor nutritivo da forragem (33), sendo desejável que o grão represente no momento de corte 46% ou mais da MS da forragem recolhida (31), para o que as densidades têm que ser um pouco mais baixas.

O controlo das infestantes é feito com possibilidade de recurso a diversos herbicidas (34), com predominância actual para os produtos à base de atrasina incorporados em pré-sementeira, e com possibilidade de complementar com aplicações em pós-emergência para controlo de infestantes mais resistentes como as ciperáceas (junças). A possibilidade de limitações ao uso da atrasina em face da contaminação das toalhas freáticas deverá determinar mudanças técnicas a curto-médio prazo.

A fertilização deverá atender às condições do solo, avaliadas pelos resultados das respectivas análises, à contribuição da mineralização da MO do solo, à adequada ponderação da contribuição em nutrientes dos chorumes ou estrumes que sejam utilizados, e às exportações da cultura (35). Estas últimas, no que respeita a macronutrientes principais, poderão ser estimadas considerando exportações por tonelada de MS recolhida de 11 a 14 kg N, 5 kg P₂O₅ e 11 a 15 kg K₂O (11 e 36). Deve-se considerar a correção calcária dos solos cujo pH_{H2O} seja inferior a 5,5 e ter especial atenção para com a fertilização azotada evitando excessos que possam conduzir a perdas e prejuízos ambientais após a cultura do milho (37).

A mobilização do solo para o cultivo do milho silagem apresenta como vantagens contribuir para o controlo das infestantes, permitir a incorporação de chorumes ou estrumes e um aquecimento do solo na cama de sementeira conduzindo a uma emergência mais rápida (36). Porém, a mobilização mínima e os equipamentos de sementeira directa têm vindo progressivamente a ser adoptados por diversos agricultores, pelas vantagens relativas em termos da rapidez de implantação das culturas e de mais baixos custos, a que acresce a recente regulamentação das medidas agro-ambientais com a atribuição de um prémio (38).

A rega, conduzida por diferentes técnicas, deve garantir que ao longo de todo o cultivo o milho não seja sujeito a stress hidráticos. Desde que o solo esteja adequadamente provido em água aquando da sementeira, situação frequente nas nossas condições, o milho poderá não ser regado nas primeiras fases de desenvolvimento, dadas as suas mais baixas taxas de evapo-transpiração nessas fases, mas a ideia de que se deve “forçar” o desenvolvimento radicular

não regando nas primeiras fases não parece justificar-se (39). As exigências hídricas da cultura sobem progressivamente ao longo do desenvolvimento vegetativo, sendo máximas entre o aparecimento da bandeira e o início do desenvolvimento dos grãos (36). A rega deverá ser especialmente assegurada a partir da 10^a-12^a folha até ao estado leitoso do grão.

Por forma a maximizar a produção, a digestibilidade e a ingestibilidade, dependentes entre outros factores da participação do grão e do teor em amido deste, o corte deve ser realizado, para conservação em silos horizontais, com teores de MS da planta inteira entre 30 a 35%, no estado pastoso duro a vítreo do grão, ou seja, com a linha de leite a 1/2 - 2/3 do grão (31 e 40).

O milho silagem pode atingir produções de 20 a 25 t MS ha⁻¹ e mesmo mais, com variedades de ciclo médio a longo (3 e 30), com um valor energético próximo ou mesmo acima de 0,90 UFL kg⁻¹ e uma elevada ingestibilidade que lhe confere elevado valor alimentar (11 e 31), embora o seu teor proteico seja reconhecidamente baixo, em geral próximo de 7-8% PB.

3.5.2 - Sorgos forrageiros

Os sorgos forrageiros apresentam diferenças acentuadas em relação aos sorgos para grão, ao contrário do que sucede com o milho, e apresentam diferenças entre si relativamente à estatura, espessura dos colmos, afilhamento e relação folhas/caule entre outras. Cultivam-se em geral híbridos, quer de erva do Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Staff.), normalmente de menor estatura e espessura dos colmos, mas maior afilhamento e mais folhosos, aptos a um maior número de cortes, quer híbridos deste com *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

A principal razão que pode ditar o seu cultivo entre nós em relação ao milho reside no facto de através do afilhamento os sorgos poderem recrescer e ser explorados em mais de um corte, favorecendo assim a utilização múltipla em verde, eventualmente em pastoreio, embora possam ser ensilados e, menos vezes, sujeitos a fenação, já que revelam alguma dificuldade na secagem dos colmos, pelo que requerem corte com gadanheira condicionadora.

O sorgo é como o milho uma gramínea C₄, com boa adaptação a crescer na estação quente, embora mais exigente que o milho em temperatura e menos exigente em água (41). O facto de ser mais sensível que o milho a baixas temperaturas (< 10 °C) obriga a uma sementeira um pouco mais tardia que o milho (1 a 3 semanas), o que contribui juntamente com o nosso clima para lhe “retirar” a vantagem da menor exigência em água, fazendo com que em geral só seja possível obter boas produções em regadio. No entanto, tira maior partido que o milho de terrenos de sequeiro que conservam uma certa humidade durante o Verão.

A escolha das variedades deve atender aos resultados de ensaios de adaptação e depende do tipo de utilização desejado, em particular de um maior ou menor número de cortes, devendo também optar-se por variedades com baixo risco de toxicidade (baixos teores de durrina - glucósido cianogénico).

Os sorgos podem ser semeados a lanço ou em linhas espaçadas de 25-30 cm, a densidades de 300-400 mil sementes ha^{-1} , o que significa em geral 20-30 kg de semente ha^{-1} , sendo conveniente proceder a uma rolagem após a sementeira quando o solo tenha pouca humidade à superfície, e no caso da sementeira em linhas orientá-las preferencialmente Norte-Sul (41).

A fertilização, para além de atender a eventuais necessidades de correção do solo quando o pH seja inferior a 5,5, e de incorporar P e K tendo em conta as análises de solo e eventuais estrumações, deverá atender à repartição equilibrada da adubação azotada, à sementeira e após os cortes (excepto do último), evitando-se aplicações exageradas ($> 100 \text{ kg ha}^{-1}$) que para além de poderem induzir perdas elevam os riscos de toxicidade da forragem de sorgo (41).

Embora menos sujeito a competição pelas infestantes que o milho, dadas as mais elevadas densidades e menor espaçamento das linhas, assim como devido ao aproveitamento em mais de um corte, poder-se-á ter de recorrer à aplicação de herbicidas para controlo de infestantes, mais frequentemente em pós-emergência (42).

O valor alimentar do sorgo é em geral mais baixo que o do milho, embora dependa muito do estado de desenvolvimento em que é cortado (11). No caso de cortes para alimentação em verde é preferível cortar mais vezes na fase de encanamento, antes pois do início do espigamento, conseguindo-se assim um melhor valor alimentar e mais elevado teor proteico (11). Deve ainda ter-se o cuidado de executar os cortes a uma altura superior a 10 cm para facilitar o recrescimento (41). No caso de se pretender ensilar o corte deverá ocorrer no estado de grão leitoso-pastoso, procurando assegurar assim uma mais elevada produção no corte, um teor de MS mais adequado, e que o grão represente mais de 25% da matéria seca total. A exploração em pastoreio tem de ser feita com altura da erva superior a 50-60 cm, por forma a evitar riscos de toxicidade, riscos que são maiores quando a cultura é sujeita a stressses, como falta de água ou frio.

3.5.3 - Outras

Embora o milho e os sorgos representem alternativas de cultivo que satisfazem a maioria das situações de escolha de culturas forrageiras anuais de estação quente, outras culturas podem ser adoptadas como o girassol e a beterraba forrageira.

As perspectivas de conduzir estas culturas forrageiras anuais de estação

quente sem regadio, em condições de sequeiro mediterrânico, são muito limitadas, conduzindo a produções muito inferiores (43).

3.6 - Produção de forragens bienais ou vivazes

Como referido em 3.1 a maioria das alternativas forrageiras assim como das suas áreas de cultivo no país (1.5.1.) respeitam a culturas anuais. No entanto existem plantas não anuais, cujo cultivo para exploração em vários cortes por ano pode persistir em boas condições por 2 a 5 anos (eventualmente mais), permitindo assim reduzir a incidência dos custos relativos ao estabelecimento das culturas e obter uma produção mais distribuída ao longo do tempo, o que poderá representar vantagens interessantes em certas explorações.

A necessidade destas culturas “atravessarem” o Verão quente e seco em regiões mediterrâneas implica que nestas condições climáticas a sua produção apenas seja razoável quando dispõem de regadio.

3.6.1 - Azevénas, bromos e trevo violeta

Culturas forrageiras bienais ou vivazes de curta duração (2-3 anos em geral) podem ser obtidas com gramíneas produtivas mas de pouca perenidade como as variedades não alternativas de *Lolium multiflorum* Lam. subsp. *italicum*, o azevém híbrido (*Lolium hybridum* Hausskn.) e o *Bromus willdenowii* Kunt (também conhecido por *B. catharticus* ou *B. unioloides*) , assim como pelo trevo violeta (*Trifolium pratense* L.), ou ainda pela consociação destas gramíneas com o trevo.

Trata-se de um conjunto de plantas de porte erecto, mais adaptadas ao aproveitamento por corte, embora possam ser ocasionalmente aproveitadas em pastoreio rotacional ou racionado, mais adaptadas a regiões de Inverno ameno, permitindo assim no caso das gramíneas algum crescimento de Inverno, mas com menor adaptação aos Verões quentes, que prejudicam o seu crescimento, com óptimos a temperaturas de 15 a 20 °C para os azevénas e um pouco mais para o bromo e o trevo violeta.

O trevo violeta adapta-se a diferentes tipos de solos, preferindo solos bem drenados e com pH 6-6,5 , mas tolerando solos mais ácidos desde que nodulado por estirpes adequadas de rizóbio, sendo exigente em P e K (3 a 20 g kg⁻¹ MS respectivamente) (44). É uma planta vivaz, de grande produtividade nos primeiros 2-3 anos, cuja persistência em boas condições de produção é reduzida pela susceptibilidade a fungos e nemátodos do solo (*Sclerotinia*, *Fusarium*, *Pseudomonas*, *Ditylenchus*, *Rhizoctonia*, etc.).

O trevo violeta, embora registe um declínio de interesse e áreas semeadas nas últimas décadas, dispõe de um leque alargado de cultivares, quer diplóides

quer tetraplóides, com diferenças apreciáveis de precocidade, permitindo as mais precoces o início dos cortes mais cedo na Primavera e maior número de cortes, e as cultivares tetraplóides melhor valor nutritivo mas mais elevado teor em água (44).

O trevo violeta estreme deve ser semeado com 10 a 15 kg ha⁻¹, ou valores mais elevados com cultivares tetraplóides, já que têm sementes maiores (1,8 g mil sementes as diplóides e 3,4 g as tetraplóides), e no caso de consociações com gramíneas podem usar-se 4 a 7 kg ha⁻¹ (44). Esta cultura requere adequada fertilização com P, K e eventualmente Ca e S, beneficiando de uma pequena adubação N à sementeira caso o solo não tenha razoável disponibilidade em azoto mineral (44).

A sua utilização é feita em vários cortes de Abril/Maio a Setembro/Outubro, os quais não devem ser muito frequentes para respeitar o restabelecimento das reservas de glúcidios e não comprometer a persistência da cultura, o que é possível já que o decréscimo do valor nutritivo é pouco acentuado com o avançar da maturação e os seus caules apresentam um valor nutritivo apreciável, contribuindo para que seja uma forragem de elevada ingestibilidade (44 e 45). É utilizado para alimentação em verde, silagem ou feno, devendo nos dois primeiros casos haver alguma prudência quando em cultivo estreme pelos riscos de timpanismo, sendo preferível a sua cultura em consociação com uma das gramíneas, o que facilita também a sua ensilabilidade (44).

O bromo (*B. willdenowii*) é uma gramínea vivaz de pouca perenidade, alternativa, de sementes relativamente grandes (mil sementes podem pesar 16-18 g), de folhas grandes e porte elevado e ereto, com estabelecimento vigoroso e elevada produtividade nos dois primeiros anos, susceptível ao encharcamento e aos Invernos muito frios, mas menos sensível ao stresse hídrico e ao calor de Verão, adaptando-se a solos arenosos (46 e 47).

A sementeira estreme requer 35 - 50 kg ha⁻¹ de semente, menos quando consociado com trevo violeta. Apresenta crescimento precoce desde o Inverno, devendo ser cortado no início do espigamento ou antes dado apresentar apreciável queda de valor nutritivo com o avançar da maturação, proporcionando vários cortes e produções elevadas que podem atingir as 19 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ (46).

Os azevénis, cultivares de maior persistência de *L. multiflorum* subsp. *italicum*, ou os azevénis híbridos resultantes do seu cruzamento com *L. perenne*, permitem também obter culturas com boa produção por 2 - 3 anos.

Os azevénis adaptam-se melhor às regiões de Inverno ameno e clima húmido, a diferentes tipos de solo e ao excesso de água no solo, sendo susceptíveis às elevadas temperaturas (8), pelo que entre nós apresentam muito

bons crescimentos na Primavera, mas uma queda sensível da produção durante o Verão quente, apesar da rega (9).

Existe uma grande diversidade de cultivares disponíveis, e resultados de ensaios regionais de adaptação de grande interesse no Entre Douro e Minho (48 e 49). O seu cultivo, com as devidas adaptações dada a maior persistência da cultura, é muito semelhante ao cultivo anual de estação fria já abordado em 3.4.1..

Todas as culturas aqui referidas podem nas condições de regadio ser estabelecidas em duas épocas do ano, o fim do Verão início do Outono (Setembro/Outubro), ou o fim do Inverno início da Primavera (Março/Abril), dependendo a escolha da libertação do terreno pela cultura precedente e do estado do solo e do clima na época de instalação prevista, devendo evitar-se excesso de água e temperaturas baixas ($< 10^{\circ}\text{C}$) nas primeiras semanas de estabelecimento das culturas.

A fertilização deverá atender à eventual necessidade de correção da acidez, em especial no caso do trevo violeta, caso o $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ seja inferior a 5,5-6, à adubação fosfopotássica em fundo, em função das análises de solo e das exportações previsíveis, e especialmente à fertilização azotada. Esta última deverá ser substancial e repartida em diversas aplicações de cobertura após os cortes no caso das gramíneas estremes, com valores anuais de 300 a no máximo 400 unidades (risco de perdas), repartidas em 6 a 8 aplicações, mais elevadas no fim do Inverno/início da Primavera. No caso das consociações com trevo violeta a fertilização azotada deverá atender ao equilíbrio da consociação e aos diferentes ritmos de crescimento anual, do trevo e das gramíneas, justificando-se a aplicação em cobertura no fim do Inverno de 50 - 80 unidades de N para suportar o maior potencial de crescimento da gramínea no início da Primavera, e eventualmente um valor da ordem de 30 - 40 unidades N no final do Verão/ início do Outono, já que se registará aí algum potencial de crescimento da gramínea até ao fim do Outono e o trevo violeta cede pouco azoto à gramínea da consociação (44).

A rega destas culturas dependerá das condições locais e do ano climático, sendo de admitir que nos casos de maior exigência se prolongue por cinco meses (Maio - Setembro), com valores que poderão atingir $400 - 650 \text{ mm ha}^{-1}$ ano⁻¹.

3.6.2 - Luzerna

A luzerna é a leguminosa mais cultivada como forragem de corte a nível mundial, com mais de 30 milhões de hectares, embora em Portugal o seu cultivo seja reduzido. É uma planta vivaz, com uma raiz aprumada e carnuda que se desenvolve a grande profundidade, a qual à superfície do solo forma

uma coroa de onde se desenvolvem sucessivamente diversas gemas produzindo novos caules, o que lhe confere uma boa capacidade de recrescimento e de adaptação a condições adversas do meio.

As luzernas cultivadas nas nossas latitudes pertencem à espécie *Medicago sativa* L. ou aos seus híbridos naturais com *M. falcata* L., designados *Medicago x media* Pers.. As primeiras não possuem dormência invernal acentuada sendo pouco resistentes ao frio, mantendo um certo crescimento em zonas de Inverno ameno como sejam as áreas mediterrâneas mais meridionais, e revelam uma mais rápida recuperação da área foliar após os cortes através de uma maior mobilização de N armazenado pela planta (44). As luzernas híbridas apresentam maior resistência ao frio de Inverno, podendo resistir a temperaturas de -20 °C à custa de uma acentuada dormência invernal que provém da *M. falcata*, assim como um porte menos ereto e por vezes alguns caules rizomatosos, o que lhes confere também maior adaptação ao pisoteio (20).

Com diferentes graus de adaptação ao frio do Inverno, a luzerna adapta-se bem aos Verões quentes, e mesmo à secura através do seu muito profundo sistema radicular e da capacidade de apresentar dormência estival em caso de estresse hídrico (44). Pode entre nós ser cultivada em sequeiro, mas apresenta produções bem mais elevadas em regadio, quer estreme quer em consociação com gramíneas, produções que podem exceder as 20 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ (50 e 51).

A luzerna é exigente em solos para exprimir o seu potencial de produção, requerendo solos profundos, bem drenados e bem providos em cálcio. Não se adapta a solos com pouca profundidade, nem a solos ácidos, nem a solos com excesso de água, razões que contribuem para justificar as suas escassas áreas de cultivo em Portugal, embora em Espanha seja uma das forrageiras mais cultivadas, com cerca de duzentos e cinquenta mil hectares, com predominância para o vale do Ebro onde os solos são em geral calcários (52).

A luzerna é explorada em geral durante 3 a 5 anos, com vários cortes por ano, menor número nas regiões de Inverno mais frio e prolongado, podendo fornecer apenas 3 a 5 cortes de Maio/Junho a Setembro, ou maior número, 7 a 9 cortes anuais nas regiões de Inverno ameno do litoral Sul, em condições de regadio.

A intensidade de exploração da luzerna, através do número ou ritmo de cortes e do estado de desenvolvimento em que são realizados, afecta a produção, o valor nutritivo e a persistência da cultura. Menor número de cortes realizados em estado mais avançado (média ou plena floração p. ex.) permite maior produção de biomassa e maior persistência/perenidade da cultura, mas inferior valor nutritivo da produção. Inversamente um maior número de cortes, em estado de desenvolvimento mais precoce (abotoamento ou início de floração), permite mais elevado valor nutritivo e qualidade da forragem, o que só é possível sem comprometer muito a perenidade da cultura com as variedades tipicamente

mediterrânicas, sem dormência invernal e com melhor capacidade de recuperação após corte.

O luzernal pode ser estabelecido com sementeiras a lanço ou em linhas espaçadas de 15-20 cm, ou mesmo em sementeira directa, com densidades de 12 a 25 kg ha⁻¹, sendo os valores mais elevados quando for de recear escassez de água para a emergência, ou o ataque de inimigos às jovens plântulas. A sementeira deve ser feita a pouca profundidade, 1 - 2 cm conforme os solos, havendo vantagens em rolar para melhor aconchegar a terra à semente e, caso não haja tradição de cultivo na região e os solos sejam ácidos, utilizar sementes inoculadas e peletizadas. A sementeira pode ser feita no final do Verão inicio do Outono (Setembro - inicio de Outubro), ou no final do Inverno - inicio da Primavera (Março-Abril), sendo em geral as sementeiras de Outono menos susceptíveis à competição pelas infestantes (20 e 51).

A cultura da luzerna apresenta razoável susceptibilidade às infestantes, em particular na fase de estabelecimento e nos períodos anuais de repouso de Inverno, havendo um leque de herbicidas susceptíveis de utilização em diferentes fases e para diferentes tipos de infestantes (20 e 53). As medidas culturais, como sejam a preparação do solo para a sementeira, o ritmo de cortes e eventuais cortes de “limpeza” no estabelecimento ou no final do Inverno podem ser suficientes para o controlo de infestantes.

Embora mais frequentemente seja cultivada estreme, pela dificuldade de conciliar ritmos de crescimento e de corte, a luzerna pode ser consociada com gramíneas como sejam *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Phalaris arundinacea* e *Bromus inermis* (20, 50 e 51).

A fertilização deve atender em especial à susceptibilidade à acidez do solo e exigências em cálcio (devendo proceder-se a correcções caso o pH_{H2O} seja inferior a 6), às elevadas exportações de potássio e exigência em P, S, Mg e B (44 e 51). As exportações de K são da ordem de 20 kg t⁻¹ MS, pelo que em solos pouco ou medianamente providos a adubação de fundo poderá incorporar 300 - 400 kg ha⁻¹ K₂O e as coberturas anuais 150 - 200 kg ha⁻¹. Dada a boa nodulação e fixação simbiótica de N, e por outro lado o risco de competição das infestantes, apenas se justifica uma pequena adubação azotada à sementeira (20 - 30 kg N ha⁻¹) caso o solo disponha de pouco azoto mineral nessa fase, ou a sementeira se realize sobre o tarde no Outono.

Existe um diversificado leque de variedades, substancialmente reforçado nos últimos anos pela selecção de variedades resistentes a diversas doenças e pragas que podem atacar a luzerna, e ainda variedades com outros tipos de resistência, como seja a adaptação ao pastoreio (p. ex. var. “Alfagraze”). A escolha da variedade deve ser ditada pela resistência às principais doenças e pragas da região, e pela necessidade de resistência ou não ao frio de Inverno,

assim como pelo tipo de utilização desejado (fenação, ensilagem, desidratação, pastoreio).

Embora com apreciável resistência à seca, para obter boas produções a luzerna deverá ser convenientemente regada, sendo a sua eficiência de utilização da água variável, da ordem de 56 a 83 mm ha⁻¹ por t MS produzida (51), pelo que são previsíveis ao longo da estação de crescimento regas de Abril/Maio a Setembro/Outubro da ordem de 500 a 900 mm ano⁻¹.

A sua principal utilização é a produção de feno, embora haja que adoptar precauções e procedimentos que minimizem o risco de queda de folhas e consequentes perdas de valor nutritivo. A ensilagem é possível e por vezes adoptada especialmente no primeiro corte da estação de crescimento, sendo indispensável usar conservantes ou realizar pré-fenação, quer para conservação em silos horizontais, quer em grandes fardos redondos plastificados (nestes com 40 - 50% MS) (44).

A luzerna pode ainda ser utilizada por cortes em verde, pastoreada, de preferência com pastoreio rotacional ou racionado, ou com variedades adaptadas ao pisoteio, e ainda desidratada em instalações próprias.

Em especial nos casos de utilização em verde e em pastoreio deverão respeitar-se precauções em relação aos riscos com timpanismo e com o teor em estrógenos, podendo estes últimos ser agravados caso a luzerna sofra ataques de fungos (20 e 44).

A luzerna destaca-se pelo seu elevado teor proteico, sendo uma forragem de características complementares do milho silagem, mas os seus valores de digestibilidade e ingestão podem ser afectados quer pelo mais avançado estado de maturação aquando do corte, quer pelas perdas nos processos de conservação (11 e 44).

3.6.3 - Outras

Existem diversas hipóteses alternativas de forrageiras perenes que actualmente têm pouca expressão, mas que poderão em casos pontuais interessar às explorações agro-pecuárias, ou que eventualmente no futuro revelem novas aptidões que justifiquem a extensão do seu cultivo.

É o caso de leguminosas como a sula (*Hedysarum coronarium* L.) e o sanfeno (*Onobrychis viciifolia* Scop.) com alguma divulgação em áreas de solos calcários. É também o caso de certas forrageiras de outras famílias como seja o tradicionalmente cultivado corrijó (*Plantago lanceolata* L.), ou a chicória forrageira (*Cichorium intybus* L.), que actualmente são objecto de renovado interesse graças ao empenhamento dos melhoradores neozelandeses que têm lançado novas cultivares nos últimos anos.

Outras espécies como as gramíneas tropicais (C₄), cuja mais elevada

eficiência fotossintética, de uso da água e do azoto, e crescimento na estação quente, constituem uma recorrente esperança de alcançar sistemas mais produtivos em substituição ou em complementaridade das gramíneas C₃ (54), das quais existe uma diversidade de espécies com potencial interesse, nomeadamente *Brachiaria* spp., *Cynodon dactylon*, *Panicum* spp., *Paspalum* spp., *Pennisetum* spp. e *Setaria* spp. (55). As principais limitações actuais à sua adopção nas nossas condições são a reduzida capacidade de crescimento outono-primaveril, a sua mais baixa digestibilidade e a dependência das condições de regadio.

Referências

- (1) CRESPO, David. (1980). Pastagens, forragens e produção animal face à crise energética dos nossos dias. *Pastagens e Forragens*, **1**:17-32.
- (2) WEELER, J.L. (1980). Complementing grassland with forage crops. In *Grazing Animals, World Animal Science B*, F.H.W. Morley (ed.), Elsevier Science Publ. Comp., Amsterdam, pp. 239-260.
- (3) MOREIRA, Nuno (1994). Situação e perspectivas da produção forrageira intensiva no Entre Douro e Minho. *Pastagens e Forragens*, **14/15**:31-40.
- (4) http://www.dgpc.min-agricultura.pt/catalogo/catalogo_index.html
- (5) <http://www.fertiprado.pt/>
- (6) CHERNEY, J.H.; MARTEN, G.C. (1982). Small grain crop forage potential: II. Interrelationships among biological, chemical, morphological, and anatomical determinants of quality. *Crop Science*, **22**(2):240-245.
- (7) <http://www.inga.min-agricultura.pt/ajudas/vegetais/arvenses/index.html>.
- (8) VÁRIOS (1997). *Ecology, Production, and Management of Lolium for Forage in the USA*. F.M. Rouquette, Jr. and L.R. Nelson (eds.), Crop Science Society of America Special Publication No. 24, Madison, Wisconsin, 138 pp.
- (9) NOGUEIRA, A.; REIS, A.; FERNANDES, A.; SANTOS, H.; LOPES, V. (1999). *Manual da Cultura de Azevém Anual (Lolium multiflorum Lam.)*. Formação Profissional nº 24, edição da DRAEDM, 109 pp.
- (10) MOREIRA, N.; TRINDADE, H. (2000). Efeitos da data de sementeira no número de cortes, produção e recuperação de azoto pelo azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam. subsp. *westerwoldicum*). *Pastagens e Forragens* (em publicação).
- (11) ABREU, J.M.; BRUNO-SOARES, A.M.; CALOURO, F. (2000). *Intake and nutritive value of mediterranean forages & diets*. Edição ISA/UTL e LQARS/INIA, Lisboa, 129 pp.
- (12) MOREIRA, N. (1986). *A aveia como cultura forrageira*. Tese de doutoramento, ed. UTAD, Vila Real, 213 pp.
- (13) VÁRIOS (1992). *Whole-crop cereals*. 2nd ed., B.A. Stark and J.M. Wilkinson (eds.), Chalcombe Publications, U.K., 175 pp.
- (14) ROYO, C.; TRIBÓ, F. (1997). Triticale and barley for grain and for dual-purpose (forage + grain) in a Mediterranean-type environment. II. Yield, yield components, and quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, **48**:423-432.
- (15) CARVALHO, R.; CARVALHO, M. (2000). Efeito da introdução de cereais em pastagens de trevo subterrâneo. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, **7**(2):123-132.

- (16) MOREIRA, N. (1988). Época de aplicação da adubação azotada em aveia para forragem. *Pastagens e Forragens*, **9**(2):1-14.
- (17) TRINDADE, H.; MOREIRA, N. (1987). Importância da data de corte da aveia, do triticale e das suas consociações com ervilhaca para forragem. Análise da evolução dos caules, folhas e órgãos reprodutores. *Pastagens e Forragens*, **8**(1):85-98.
- (18) VILLAX, E.J. (1963). *La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale*. Ed. INRA, Rabat, 641 pp.
- (19) ANIL, L.; PARK, J.; PHIPPS, R.; MILLER, F. (1998). Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science*, **53**:301-317.
- (20) MUSLERA PARDO, E.; RATERA GARCIA, C. (1991). *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento*. 2^a ed., Mundiprensa, Madrid, pp. 217-285 e 545-574.
- (21) CABALLERO, R.; BARRO, C.; REBOLÉ, A.; ARAUZO, M.; HERNAIZ, P. (1996). Yield components and forage quality of common vetch during pod filling. *Agronomy Journal*, **88**:797-800.
- (22) MOREIRA, N. (1989). The effect of seed rate and nitrogen fertilizer on the yield and nutritive value of oat-vetch mixtures. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **112**:57-66.
- (23) SALGUEIRO, T. (1982). *Pastagens e Forragens*. Coleção “Agricultura Moderna”, 2^a ed., Clássica Editora, 101 pp.
- (24) HOVELAND, C.S.; EVERE, G.W. (1995). Arrowleaf, crimson, and other annual clovers. In *Forages. An Introduction to Grassland Agriculture*. Volume I, fifth ed., Robert Barnes, Darrel Miller and Jerry Nelson (eds.), Iowa State University Press, Ames (USA) pp. 249-260.
- (25) MEZNI, M.; BIZID, E.; KALBOUSSI, R. (2000). Recherche d’associations fourragères adaptées en Tunisie. Cas de l’association bersim-ray-grass d’Italie en zone irrigable. *Fourrages*, **161**:61-68.
- (26) STOCKDALE, C.R. (1993). The productivity of lactating dairy cows fed irrigated Persian clover (*Trifolium resupinatum*). *Australian Journal of Agricultural Research*, **44**:1591-1608.
- (27) VAN BOCKSTAELE, E. (1988). La technique culturale en betteraves fourragères. 1. Culture et choix variétale. *Revue de l’agriculture*, **41**(5):1103-1111.
- (28) VAN BOCKSTAELE, E. (1988). La technique culturale en betteraves fourragères. 2. Récolte et conservation. *Revue de l’agriculture*, **41**(6):1319-1327.
- (29) VÁRIOS (1990). Milk and meat from forage crops. *BGS Occasional Symposium No. 24*. G.E. Pollott (ed.), BGS, UK, 274 pp.
- (30) NOGUEIRA, Abel (1999). Boletim Regional de Variedades de Milho Forragem. Suplemento da revista “O Minho, a Terra e o Homem”, nº 42 (Dezembro de 1999), pp. 1-20.
- (31) BARRIÈRE, Y. (1997). Le maïs ensilage de demain, un maïs spécifique pour nourrir les ruminants. *Fourrages*, **150**:171-189.
- (32) BARLOY, J. (1984). Phase germination, levée et implantation. In *Physiologie du maïs*, A. Gallais (ed.), INRA, Paris, pp. 13-48.
- (33) CUSICANQUI, J.A.; LAVER, J.G. (1999). Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*, **91**:911-915.
- (34) DGPC (1999). *Guia dos Produtos Fitofarmacêuticos. Condições de utilização - herbicidas*. Carlos Machado e Fátima Rocha (eds.), DGPC/MADRP, Oeiras, pp. 80-81.
- (35) MADRP (1997). *Código de boas práticas agrícolas. Para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*. Ed. Auditor do Ambiente do MADRP, 52 pp.

- (36) VÁRIOS (1995). *Corn silage production, management, and feeding*. Ed. ASA, CSSA and SSSA, Madison, Wisconsin, 42 pp.
- (37) TRINDADE, H.; COUTINHO, J.; MOREIRA, N. (1998). Fluxos de azoto em explorações de bovinicultura leiteira intensiva no Noroeste de Portugal. *Pastagens e Forragens*, **19**:99-112.
- (38) <http://www.dgdrural.pt/ruris/index.html>
- (39) JAMA, A.O.; OTTMAN, M.J. (1993). Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning. *Agronomy Journal*, **85**:1 159-1 164.
- (40) FERNANDES, António (1998). Silagem de milho (*Zea mays* L.). *Ficha técnica nº 29*. Ed. DRAEDM, 4 pp.
- (41) FRIBOURG, Henry A. (1995). Summer annual grasses. In *Forages. An introduction to grassland agriculture*. Vol. I, fifth ed., Robert Barnes, Darrel Miller and Jerry Nelson (eds.), Iowa State University Press, Ames (USA) pp. 463-472.
- (42) ANÓNIMO (1997). Désherbage du sorgho. *Cultivar*, **148**:52-53.
- (43) LOURENÇO, M.E.; FERRÃO, M.I. (1995). Capacidade produtiva do milho, sorgo e milho pérola (*Pennisetum* sp.) nas condições do sequeiro alentejano. *Pastagens e Forragens*, **16**:167-178.
- (44) FRAME, J.; CHARLTON, J.F.L.; LAIDLAW, A.S. (1998). *Temperate forage legumes*. Ed. CAB International, Wallingford, U.K., 327 pp.
- (45) BRINK, G.E.; FAIRBROTHER, T.E. (1992). Forage quality and morphological components of diverse clovers during primary Spring growth. *Crop Science*, **32**:1043-1048.
- (46) GILLET, Michel (1980). *Les graminées fourragères. Description, fonctionnement, applications à la culture de l'herbe*. Collection “Nature et Agriculture”, ed. Gauthier-Villars, Paris, pp. 286-289.
- (47) HUME, D.E. (1990). Growth of prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth) and westerwold ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) at Wageningen, The Netherlands. *Grass and Forage Science*, **45**:403-411.
- (48) NOGUEIRA, Abel (1993). Boletim regional de variedades de azevém. Suplemento da revista *O Minho, a Terra e o Homem*, nº **26**, 15 pp.
- (49) NOGUEIRA, Abel (1999). Boletim regional de variedades de azevém. Suplemento da revista *O Minho, a Terra e o Homem*, nº **41**, 21 pp.
- (50) CRESPO, David (1967). Memória de vinte e cinco anos de actividade do Departamento de Forragens da E.M.P.. *Melhoramento*, **20**:115-194.
- (51) BARNES, D.; SHEAFFER, C. (1995). Alfalfa. In *Forages. An introduction to grassland agriculture*. Vol. I, fifth ed., Robert Barnes, Darrel Miller and Jerry Nelson (eds.), Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 205-216.
- (52) FOMBELLIDA, A. (1997). La alfalfa en España. *Vida Rural*, **49**:24-26.
- (53) FERNANDES, António (2000). Luzerna (*Medicago sativa* L.). *Ficha Técnica nº 84*. Ed. DRAEDM, 4 pp.
- (54) BELESKY, D.P.; FEDDERS, J.M. (1995). Comparative growth analysis of cool- and warm-season grasses in a cool-temperate environment. *Agronomy Journal*, **87**:974-980.
- (55) KRETSCHMER, A. Jr.; PITMAN, W. (1995). Tropical and subtropical forages. In *Forages. An introduction to grassland agriculture*. Vol. I, fifth ed., Robert Barnes, Darrel Miller and Jerry Nelson (eds.), Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 283-304.

CAPÍTULO 4

MELHORAMENTO, IMPLANTAÇÃO E PRODUÇÃO DE PASTAGENS

4.1- Introdução	99
4.2- Diferentes tipos de pastagens	99
4.2.1- Pastagens naturais e pastagens semeadas	100
4.2.2- Pastagens de sequeiro, de regadio e de montanha	101
4.3- Pastagens de sequeiro mediterrânico	102
4.3.1- Curva de produção anual	103
4.3.2- Mecanismos de sobrevivência à estiagem	104
4.3.3- As espécies utilizadas	105
4.3.3.1- Leguminosas anuais de ressementeira natural	105
4.3.3.2- Gramíneas e leguminosas vivazes	106
4.3.4- Estabelecimento das pastagens	107
4.3.4.1- Preparação do terreno	108
4.3.4.2- Fertilização	108
4.3.4.3- Sementeira e misturas a semear	110
4.3.4.4- Técnicas especiais de estabelecimento	112
4.3.5- Utilização e manejo das pastagens	113
4.3.6- Produções e valor nutritivo	114
4.4- Pastagens de regadio	115
4.4.1- Curva de produção anual	115
4.4.2- As espécies utilizadas	116
4.4.3- Estabelecimento das pastagens	117
4.4.3.1- Preparação do solo e fertilização	118
4.4.3.2- Sementeira e misturas a semear	118
4.4.4- Utilização e manejo	119
4.4.5- Produções e valor nutritivo	120
4.5- Pastagens de montanha	121
4.5.1- Curva de produção anual	122
4.5.2- As etapas e estratégias de melhoramento	123
4.5.3- Produção e valor nutritivo	125
Referências	125

CAPÍTULO 4- MELHORAMENTO, IMPLANTAÇÃO E PRODUÇÃO DE PASTAGENS

4.1- Introdução

As pastagens constituem a base da produção de ruminantes a nível mundial e de grande parte dos sistemas de produção agro-pecuária, e em Portugal ocupam 38% da SAU (1.4.3).

Os custos por unidade de alimento produzida são mais baixos, comparativamente com as culturas forrageiras e com os alimentos concentrados (1 e 2), já que não há despesas de colheita, transporte e armazenamento, e os custos de instalação da cultura são amortizados em vários anos.

É certo que a gestão dos animais em pastoreio tem custos, nomeadamente os que respeitam à instalação de cercas. No entanto, a principal limitação das pastagens é a irregularidade da sua produção ao longo do ano, com uma “curva anual” que pode apresentar períodos sem crescimento e/ou de mais baixo valor nutritivo, fazendo com que, na maioria das situações, não sejam capazes de satisfazer as necessidades dos animais durante todo o ano, pelo que têm de ser complementadas com erva conservada.

A dimensão desta incapacidade em satisfazer as necessidades alimentares dos animais ao longo de todo o ano não depende só da curva de crescimento da erva, depende também das diferentes exigências dos animais e dos tipos de produção em que são explorados. Por essa razão, a utilização das pastagens com crescimento e qualidade mais irregulares ao longo do ano deve ser feita por animais e tipos de produção menos exigentes e que suportem maiores variações alimentares ao longo do seu ciclo de produção.

Um princípio básico e comum a todos os tipos de pastagem é o de que o melhoramento da sua produção é indissociável de uma maior e mais eficaz utilização, pelo que uma melhoria induzida por uma qualquer técnica de cultivo será efémera caso não se assegure uma melhor utilização da biomassa produzida.

As múltiplas vantagens que directa ou indirectamente resultam do cultivo das pastagens foram abordadas em 1.6, pelo que se considera oportuno nesta fase a sua revisão.

4.2- Diferentes tipos de pastagens

A diversidade das pastagens é grande, não só devido às condições do meio físico, como sejam o clima, solos e relevo, mas também em função da intensidade de cultivo e meios técnicos utilizados, seja a semementeira e as diferentes espécies e cultivares introduzidas, a fertilização, a rega e a intensidade e modos de utilização.

Já no início deste texto (1.2) se esclareceram diferenças entre pastagens temporárias e pastagens permanentes, entre pastagens semeadas e pastagens naturais e entre pastagens de sequeiro e pastagens de regadio.

É conveniente no entanto acentuar desde já as grandes diferenças e tipos principais de pastagens, para passar depois a abordar a sua génese e manejo.

4.2.1- Pastagens naturais e pastagens semeadas

Uma primeira questão que se coloca quando se pretende explorar a produção de pastagens é a de saber se devemos deliberadamente introduzir plantas melhoradas, isto é, semear as pastagens, ou se é preferível aproveitar a vegetação espontânea ou subespontânea existente resultante do banco natural de sementes do solo, a qual pode ser manipulada através de técnicas de melhoramento que a condicionam, como sejam a fertilização e o controlo do pastoreio.

Existem situações onde não são reconhecidas vantagens significativas na sementeira de plantas melhoradas, como se verificou em ensaios conduzidos em diversas localidades de Inglaterra e País de Gales (3), mas noutras situações, como no caso do Planalto de Miranda, nós próprios em ensaios em condições de sequeiro mediterrânico observamos vantagens claras da introdução de plantas melhoradas (4), e, em estudos de longo prazo como o conduzido em situações de montanha no País de Gales (5), que apontam para as vantagens substanciais no curto - médio prazo das pastagens semeadas e a aproximação entre estas e as pastagens naturais melhoradas no longo prazo (Fig. 4.1).

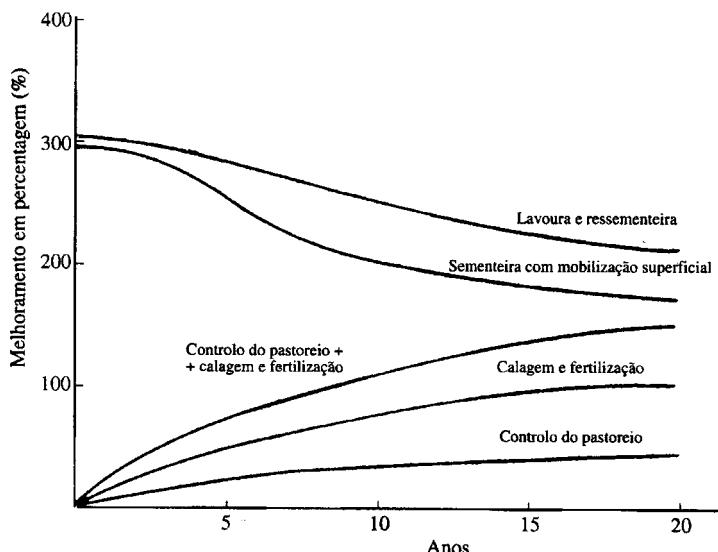


Figura 4.1- Efeitos de diferentes técnicas de melhoramento de pastagens com e sem sementeira ensaiadas no País de Gales (adaptado de 5)

As razões para a sementeira de plantas melhoradas podem-se resumir em quatro objectivos principais:

- obter uma maior produção ($t\ MS\ ha^{-1}\ ano^{-1}$);
- conseguir uma melhor distribuição estacional da produção;
- produzir erva de melhor valor alimentar, em especial de mais elevada digestibilidade;
- permitir um mais rápido recobrimento, protecção e recuperação da fertilidade do solo.

A importância relativa destes objectivos para uma determinada exploração agro-pecuária é variável, dependendo entre outros aspectos do tipo de produção e nível de exigência dos animais e do grau de intensificação da produção.

As decisões a tomar devem atender à avaliação da vegetação espontânea, nomeadamente à taxa de recobrimento do solo e às espécies dominantes, e caso seja possível à amostragem da produção e avaliação do valor nutritivo, ou pelo recurso a métodos expeditos de avaliação visual (6) e consideração do valor nutritivo das espécies presentes. Por outro lado, devem atender à importância relativa para a exploração agro-pecuária dos objectivos atrás apresentados para a sementeira de espécies melhoradas.

Há que considerar a possibilidade de interessar numa mesma exploração consagrar áreas para a sementeira de pastagens, e outras, em geral de menor aptidão produtiva, de melhor vegetação espontânea, mais distanciadas ou menos acessíveis, para a exploração em pastoreio da vegetação espontânea, privilegiando a utilização das pastagens semeadas nos períodos e pelos animais de maiores exigências nutritivas.

As técnicas de sobre-sementeira de espécies melhoradas em pastagens naturais ou espontâneas, tal como sobre pastagens permanentes degradadas, nomeadamente as que visam apenas a introdução de leguminosas melhoradas, são uma solução de compromisso para a qual já foi desenvolvido equipamento e tecnologias específicas (7).

4.2.2- Pastagens de sequeiro, de regadio e de montanha

Em condições de clima mediterrânico, como prevalece na generalidade do território continental em Portugal, o condicionalismo do Verão quente e seco impõe características e restrições muito marcadas às pastagens não irrigadas, pelo que se pode falar de uma tipologia de “pastagens de sequeiro mediterrânico”. Trata-se de pastagens com predomínio de plantas anuais (destacando-se as leguminosas), com ciclo de produção outono-primaveril, capazes de formar um banco de sementes no solo que possibilita a sua

regeneração anual no início da estação das chuvas no Outono (ou fins do Verão), após um período mais ou menos longo de vegetação seca e sem qualquer crescimento durante o Verão.

Nestas mesmas condições climáticas, o regadio permite estabelecer pastagens substancialmente diferentes e muito mais produtivas, baseadas em gramíneas e leguminosas vivazes, pertencentes a espécies que podem formar pastagens sem rega em climas temperados com chuvas de Verão e Inverno não muito frio, como sejam as pastagens de clima temperado marítimo dos Açores e da Nova Zelândia, além de importantes áreas da Europa Ocidental, nomeadamente o Norte de Espanha, áreas de França, Grã-Bretanha, Irlanda, Holanda e Dinamarca.

Finalmente um terceiro tipo de pastagens sujeito às limitações próprias da altitude (8), nomeadamente um Inverno mais rigoroso e prolongado, as pastagens de montanha, as quais frequentemente têm uma composição mais diversa, com a contribuição de plantas anuais e vivazes, de vegetação espontânea e de predomínio de gramíneas.

Estes três grandes tipos ditados pelos condicionalismos ambientais, determinaram as três sub-redes de uma rede regional de cooperação em investigação e desenvolvimento de pastagens e forragens promovida actualmente por um protocolo da FAO e do CIHEAM que envolve os países da Europa, do Norte de África e do Médio Oriente e edita a revista *Herba* (sub-redes “Mediterranean Pastures”, “Lowland Grasslands” e “Mountain Pastures”).

4.3- *Pastagens de sequeiro mediterrânico*

O sistema de produção destas pastagens é mais ou menos extensivo, em face das limitações ao crescimento e da irregularidade da produção ao longo do ano e entre anos, quer pela escassez de água devido à variação anual e interanual da precipitação, quer pelas generalizadas limitações dos solos, em muitos casos atribuíveis à degradação determinada por uma inadequada história de utilização agrícola. De entre as limitações dos solos destacam-se a pouca profundidade, que entre outras consequências determina uma baixa capacidade de armazenamento de água, e os baixos teores de MO que determinam uma reduzida disponibilidade e cedência de N para o crescimento.

Estas limitações contribuem para tornar um grupo de plantas, o das leguminosas anuais de ressementeira natural, o verdadeiro motor do melhoramento destas pastagens, desde que seja assegurado um eficaz funcionamento da simbiose com o rizóbio.

A potencialidade de melhoramento das pastagens nestas condições ambientais, nomeadamente com recurso à sementeira de plantas seleccionadas, deve muito ao trabalho de investigação e desenvolvimento realizado na

Austrália, e está desde há décadas analisada e documentada para as condições portuguesas (9).

A flora da região mediterrânea é muito diversa e rica, nomeadamente em espécies leguminosas, o que tem possibilitado um vasto trabalho de selecção e produção de cultivares, sobretudo pelos australianos (10), e por outro lado torna possível a melhoria da produção com a vegetação espontânea em pastagens naturais, conjugando nomeadamente as técnicas de fertilização e manejo (11).

As pastagens de sequeiro mediterrânico têm uma forte relação com outros cultivos, nomeadamente com os cereais praganos e outras culturas arvenses de sequeiro, através de rotações ou cultivo e utilização complementares a nível do sistema de produção, assim como com a floresta mediterrânica, constituindo frequentemente um revestimento permanente sob o coberto de montados de azinho e sobre, com vantagens mútuas (12).

4.3.1- Curva de produção anual

Para uma melhor compreensão das potencialidades e limitações da produção destas pastagens é necessário começar por analisar as suas curvas de produção anual (Fig. 4.2).

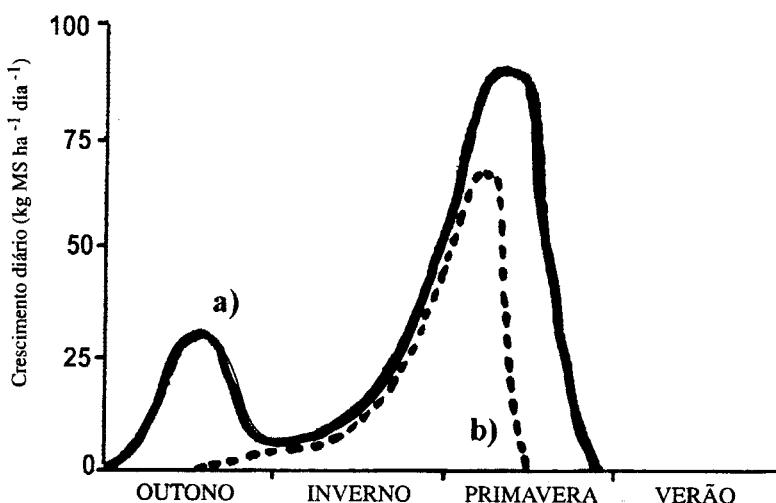


Figura 4.2 - Curvas típicas de crescimento das pastagens de sequeiro mediterrânico. a) anos e/ou regiões de maior precipitação; b) anos e/ou regiões mais secas

A análise destas curvas revela que:

- a principal limitação é a falta de água na estação quente, já que no final da época das chuvas, antes do Verão, a vegetação seca e não se regista qualquer crescimento até ao fim do Verão/início do Outono;

- o crescimento é retomado após o início efectivo da estação das chuvas, no fim do Verão/início do Outono, Setembro inícios de Outubro nas regiões ou nos anos de maior precipitação, nos anos e regiões mais secas podendo ocorrer mais tarde, em fins de Outubro/Novembro, ou mesmo mais tarde;

- o crescimento de Outono pode ser razoável se as primeiras chuvas ocorrerem cedo com temperaturas favoráveis a uma rápida emergência e crescimento, mas caso o início da estação das chuvas ocorra mais tarde o crescimento de Outono é substancialmente reduzido. O crescimento e acumulação da produção de Outono, para além de dependerem da data de início da estação das chuvas, dependem também muito da densidade de plântulas emergidas (13);

- no final do Outono e primeira metade do Inverno as baixas temperaturas limitam o crescimento, mais acentuadamente e por um período maior nas regiões e nos anos de Inverno mais frio e seco, normalmente de forma mais acentuada nos meses de Dezembro e Janeiro;

- a partir de Fevereiro ou Março, dependendo das regiões e dos anos climáticos, regista-se um progressivo e rápido aumento do crescimento diário de biomassa, o qual pode atingir na Primavera valores entre 50-120 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, pico máximo de produção destas pastagens;

- este pico de produção é abruptamente interrompido pelo stress hídrico das plantas e pela maturação seguida da senescência das plantas anuais que se aproximam do fim do seu ciclo de desenvolvimento anual, mais cedo, em meados da Primavera, nas regiões e nos anos de Primavera mais seca, ou mais tarde, nos fins da Primavera, nas regiões e nos anos mais chuvosos. A severidade desta quebra é atenuada nos solos com maior capacidade de armazenamento de água, mas é muito acentuada nos solos esqueléticos. Um factor manejável que influencia o ritmo de senescência é o índice da área foliar, o qual através de adequado pastoreio deverá permanecer baixo para atenuar a senescência e a quebra do crescimento nesta fase (14).

4.3.2- Mecanismos de sobrevivência à estiagem

A principal limitação à produção e persistência nestas pastagens é o Verão quente e seco, que em algumas regiões e anos se pode prolongar por seis meses. A capacidade de persistir nestas condições depende de as plantas possuírem mecanismos de sobrevivência à estiagem, os quais foram já abordados em 2.4.3.

Especial importância tem nas pastagens de sequeiro mediterrânico a produção de semente pelas plantas anuais, com um grau mais ou menos elevado de dureza e dormência estival. Estas sementes que contribuem para a constituição de um banco de sementes no solo, permitem à pastagem persistir e garantir a regeneração em cada ano, após o início da estação das chuvas,

mesmo que ocorram chuvadas no início do Verão (trovoadas), ou uma falsa abertura da época das chuvas no fim do Verão a que se suceda um período seco que impeça o vingamento das plântulas emergidas. As sementes duras permitem ainda que a pastagem se regenere após uma eventual falta de produção de semente num ano em que a Primavera seja anormalmente seca (15 e 16). A selecção de espécies e cultivares com elevadas percentagens de sementes duras e dormentes tem sido uma preocupação crescente nos últimos anos (17 e 18).

As plantas vivazes que podem contribuir para a produção destas pastagens revelam em maior ou menor grau dormência estival, própria dos ecótipos da região mediterrânica (10), ou, como no caso da luzerna (*M. sativa*), possuem um sistema radical muito desenvolvido em profundidade que lhes permite sobreviver ao Verão quente e seco.

4.3.3- As espécies utilizadas

Existe uma grande diversidade de espécies e cultivares com diferentes graus de adaptação à escassez de água e a diversas características dos solos, como sejam o pH, as texturas, a salinidade e o encharcamento. Características botânicas e agronómicas destas espécies e cultivares podem ser obtidas em diversas publicações (por exemplo 10 e 16), sendo possível aceder a informação sobre novas cultivares do programa australiano de selecção (19) e sobre a sua disponibilidade comercial entre nós (por exemplo 20).

Especial importância tem na adaptação ambiental das espécies anuais a duração do seu ciclo vegetativo (precocidade de maturação), já que é necessário que assegurem a produção de semente antes da seca estival, tirando o melhor proveito das condições da estação de crescimento em cada local.

Além da melhor adaptação ambiental dever-se-á ter em conta na escolha das plantas outras características de interesse agronómico, como sejam a distribuição estacional da produção, a resistência a doenças e pragas, os teores de substâncias antinutricionais, a produção e percentagem de sementes duras e dormentes, o valor alimentar, o vigor na fase de plântula, etc..

Uma apresentação sumária e estruturada das espécies a que se pode recorrer para a sementeira e melhoria destas pastagens permitirá a consulta orientada da bibliografia e informação específica atrás referenciadas.

4.3.3.1- Leguminosas anuais de ressementeira natural

Este é o grupo de plantas de maior importância e diversidade para a constituição de misturas a semear. Para além da diversidade de espécies, existe uma apreciável diversidade de cultivares.

Os **trevos subterrâneos** (*Trifolium subterraneum* L.), com as suas três sub-espécies (subsp. *subterraneum*, *brachycalycinum* e *yanninicum* Katzn. & Morley), designadas brevemente por S, B e Y, e a diferente adaptação ambiental que elas proporcionam, juntamente com um leque extenso de cultivares de muito diversa precocidade e variedade de outras características, sobretudo na subespécie S, constituem uma presença quase obrigatória nas misturas a semear.

A subespécie S adapta-se a solos ácidos a neutros de diversas texturas e possui cultivares com diferentes ciclos, desde as muito precoces às muito tardias. A subespécie B adapta-se a solos pouco ácidos a ligeiramente alcalinos de texturas mais argilosas e a subespécie Y revela adaptação específica a solos com maior grau de encharcamento, ambas com alguma diversidade de cultivares e ciclos.

As **luzernas anuais** revelam uma elevada adaptação à secura estival, sendo em geral precoces ou muito precoces, apresentam sementes de elevada dureza e adaptam-se a solos de diferentes texturas. Uma parte das espécies seleccionadas revela especial adaptação a solos de pH neutro ou alcalino, como sejam a *Medicago rugosa* Desr., a *M. truncatula* Gaertn. e a *M. scutellata* (L.) Mill., mas outras apresentam também adaptação a solos ácidos ou pouco ácidos, como seja a *M. polymorpha* L. e a *M. murex* Willd. Outras ainda revelam apreciável adaptação a solos arenosos, alcalinos a ligeiramente ácidos, tais como *M. littoralis* Rhode e *M. tornata* (L.) Mill. (10).

Uma apreciável diversidade de **outros trevos anuais** pode contribuir para as misturas a estabelecer, nomeadamente em solos pouco férteis e ácidos, como o *T. cherleri* L. e *T. hirtum* All., em solos ácidos de texturas muito diversas *T. incarnatum* L., *T. michelianum* e *T. vesiculosum*, e espécies cuja adaptação se estende a solos de pH neutro a alcalino e de texturas pesadas como o *T. resupinatum* L. subsp. *resupinatum* Gib. & Belli.

Outras espécies que revelam uma especial adaptação a solos de maior acidez e de texturas arenosas são as serradelas (*Ornithopus compressus* L. e *O. sativus* L.) e a senra (*Biserrula pelecinus* L.).

4.3.3.2- Gramíneas e leguminosas vivazes

As gramíneas, em especial as espécies vivazes, permitem uma maior sustentabilidade destas pastagens, quer porque são boas utilizadoras dos “excessos” de azoto fixado pelas leguminosas, reduzindo o risco de invasão por plantas nitrófilas indesejáveis (p. ex. cardos), quer porque asseguram uma maior regularidade interanual da produção, quer porque permitem um maior equilíbrio do valor nutritivo da pastagem.

Apenas uma espécie gramínea anual com capacidade de ressemeiar e

persistir em condições de sequeiro mediterrânico foi seleccionada, o azevém bastardo (*Lolium rigidum* Gaud.), o qual é utilizado em regiões de Verão seco relativamente prolongado, pela sua apreciável resistência à secura, revelando adaptação a diferentes tipos de solo e nomeadamente a solos com excesso de sais. No entanto, sempre que as condições de clima e solo o permitem, é preferível o uso de gramíneas vivazes nas misturas a semear, as quais são frequentemente cultivares com dormência estival de quatro espécies principais; o azevém perene (*Lolium perenne* L.), o panasco (*Dactylis glomerata* L.), a festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) e o carriço-das-searas (*Phalaris aquatica* L.).

Estas gramíneas, embora revelem em geral adaptação preferencial a solos férteis e fundos, possuem cultivares com apreciável dormência estival, que contribuem para a sua adaptação a outros tipos de solos, sendo de destacar a adaptação a solos com encharcamento e salinidade por parte da festuca, e o facto de o carriço-das-searas poder apresentar simultaneamente uma melhor adaptação à secura estival e ao excesso de água no solo de Inverno, e assegurar uma melhor utilização da água do solo (21).

As leguminosas vivazes são também adoptadas em misturas para o estabelecimento de pastagens de sequeiro mediterrânico, especialmente em solos de baixa e mais profundos, ou em regiões em que a precipitação é mais elevada e o Verão seco menos prolongado. As principais espécies utilizadas são o trevo branco (*Trifolium repens* L.), o trevo morango (*T. fragiferum* L.) e a luzerna (*Medicago sativa* L.), podendo ainda ser utilizados o trevo violeta (*T. pratense* L.), o cornichão (*Lotus corniculatus* L.) e a erva coelheira (*Lotus pedunculatus* Cav.).

A utilização destas espécies nestas condições supõe em geral a escolha de cultivares com mais ou menos acentuada dormência estival por forma a persistirem à secura estival, embora no caso da luzerna e do trevo morango o profundo sistema radical lhes permita subsistir em solos de profundidade adequada.

Em termos de adaptação às condições de solo são conhecidas as exigências da luzerna (3.6.2) e merece especial destaque a acentuada resistência ao encharcamento do solo pelo trevo morango e pela erva coelheira, os quais revelam também tolerância à salinidade e a diversos valores de pH, desde os ácidos aos francamente alcalinos.

4.3.4- Estabelecimento das pastagens

O estabelecimento destas pastagens pode ser realizado em condições muito diversas à partida, seja em terrenos habitualmente cultivados com culturas arvenses, seja em pousios ou em pastagens degradadas, seja ainda em terrenos

incultos em que se desenvolveu apreciável vegetação arbustiva (*Cistus*, *Ericas*, *Ulex*, *Cytisus*, *Genistas*, etc.).

A remoção parcial ou de preferência total da vegetação pré-existente é uma condição necessária ao estabelecimento de uma nova pastagem semeada. Existem diferentes técnicas para o conseguir, que deverão ser adaptadas a cada caso e aos meios disponíveis, desde o uso de grades pesadas, o corte e o fogo, o pastoreio intenso e o uso de herbicidas (16).

A possibilidade de cultivar previamente uma arvense ou forrageira que deixe o terreno preparado para o estabelecimento da pastagem é uma alternativa com interesse em algumas situações.

4.3.4.1- Preparação do terreno

A preparação do terreno deve ser feita atempadamente, de preferência no fim da Primavera, por forma a permitir a sementeira às primeiras chuvas de Outono.

A mobilização do solo pode ser feita com diferentes graus de intensidade em ligação com o método de sementeira adoptado (16 e 17), por forma a assegurar uma boa “cama” e contacto entre as sementes e as partículas de solo, favorecendo elevada percentagem e rapidez de emergência das plântulas. Para estes objectivos pode em geral contribuir a rolagem antes ou após a sementeira, a qual será dispensável quando a sementeira ocorra em período de precipitações abundantes, e será mesmo de evitar em solos húmidos com risco de formação de uma crosta à superfície (solos com apreciável teor em argila).

A mobilização será preferencialmente reduzida em profundidade e sem reviramento da leiva, através de escarificações ou gradagens, já que em geral nas condições mediterrânicas a camada superficial do solo concentra bem mais elevada disponibilidade de nutrientes e MO, situações em que a mobilização reduzida permite obter melhor implantação e produção de pastagens à base de espécies anuais (22).

A preocupação de reduzir a competição da vegetação espontânea às plantas semeadas nas primeiras fases de desenvolvimento determina que imediatamente antes (sementeira com equipamento que garante a cobertura da semente) ou logo após uma sementeira a lanço seja feita uma gradagem muito superficial que destrói as plântulas espontâneas emergidas com as primeiras chuvas.

4.3.4.2- Fertilização

A fertilização destas pastagens é uma técnica que permite obter muito elevadas respostas da produção e de que existe muita informação disponível (consultar p. ex. 16 e 23).

Particular destaque merece a correcção calcária da acidez dos solos, dado que é uma situação frequente entre nós, embora como referimos em 4.3.3.1 existam espécies e cultivares de leguminosas anuais com adaptação e tolerância à acidez do solo, assim como leguminosas vivazes (24).

A acidez do solo tende a agravar-se em pastagens baseadas em leguminosas (25) como são as pastagens nestas condições, embora haja a preocupação recente de avaliar e obter leguminosas com menor capacidade específica de acidificação do solo (26). Esta circunstância reforça a necessidade de ao estabelecer uma pastagem em sequeiro mediterrânico se procurar assegurar à partida um pH mais favorável a uma maior diversidade de leguminosas, reduzindo os riscos de toxicidade de alumínio e manganês (23), e melhorando a disponibilidade do fósforo do solo (27), e por outro lado assegurar uma boa presença de gramíneas, de modo a remover o excesso de azoto que contribui para a acidificação.

Os valores da correcção calcária, embora dependam das características dos solos que deverão para o efeito ser analisados, poderão ser substancialmente reduzidos se utilizarmos um correctivo de partículas muito finas (28) e/ou se a incorporação do correctivo for apenas superficial (22). Como indicação de carácter geral deve-se considerar a correcção dos solos de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} \leq 5,5$.

Destaque merece também o fósforo, o principal nutriente na fertilização destas pastagens (9 e 23), registando-se respostas substanciais à adubação fosfatada (29).

A adubação fosfatada destas pastagens é recomendada ser feita à base de superfosfato 18%, pelo facto deste adubo conter elevada percentagem de enxofre (9), elemento que juntamente com o fósforo se revelou já de grande importância no estabelecimento destas pastagens em alguns dos nossos solos (30). A adubação fosfatada deverá ser feita em fundo com valores da ordem de 50-60 unidades de P_2O_5 em solos com teores médios de fósforo assimilável, com valores mais elevados (60-90 unidades) no caso dos respectivos teores serem baixos a muito baixos, sendo necessário proceder a coberturas anuais nos anos seguintes com 25-40 unidades, valores que com o decorrer dos anos podem ser progressivamente reduzidos (9 e 29).

Os solos de relativa baixa fertilidade onde em geral são instaladas estas pastagens podem apresentar limitações ao crescimento devidas a deficiências de elementos mínimos que é necessário identificar e corrigir. Exemplos foram já encontrados entre nós, nomeadamente no caso do boro (31), existindo informação que pode ser consultada sobre sintomatologias e fertilizações correctivas (p. ex. 9 e 23).

4.3.4.3- Sementeira e misturas a semear

A sementeira das pastagens de sequeiro mediterrânico é quase obrigatoriamente outonal, dada a necessidade das plantas anuais completarem o seu desenvolvimento e produzirem semente viável para a ressementeira natural antes da seca estival. Mesmo nas situações de solos de baixa, com mais elevada disponibilidade de água até mais tarde e onde as misturas a semear poderão ser baseadas em espécies vivazes, há toda a vantagem em que as plantas desenvolvam um bom sistema radicular antes da seca estival, pelo que mesmo nestas situações a sementeira outonal é preferível.

As plantas a semear devem aproveitar ao máximo a estação de crescimento e a sua implantação é mais rápida e vantajosa a temperaturas médias da ordem de 20 °C (32), pelo que a sementeira deverá ser feita às primeiras chuvas ou logo após, em fins de Setembro ou Outubro conforme os anos e regiões. Alguns autores defendem mesmo a “sementeira no pó”, considerando os riscos de predação por pássaros e pelas formigas, assim como os riscos de um “falso” arranque da estação das chuvas, inferiores aos riscos de uma sementeira tardia, com baixas temperaturas e mais reduzida estação de crescimento (9).

Embora uma adequada data de sementeira seja talvez a condição mais importante para o sucesso do estabelecimento da pastagem (17), outras condições são igualmente importantes. O facto das misturas incluírem sempre sementes pequenas ou muito pequenas, confere grande relevo à profundidade de sementeira, devendo em geral ser da ordem de 0,5 a 1 cm apenas, podendo em solos arenosos e com maiores riscos de secagem superficial ser de 1 a 2 cm (17), dependendo obviamente do tamanho das sementes da mistura.

Baseando-se a produção destas pastagens no eficiente funcionamento da simbiose leguminosa/rizóbio para a nutrição azotada, sobretudo em solos ácidos com escassez de leguminosas espontâneas do tipo das incluídas nas misturas a semear, há vantagens em utilizar sementes inoculadas e peletizadas (9 e 16).

A sementeira destas pastagens pode ser feita com diferentes equipamentos, desde a sementeira a lanço com distribuidores centrífugos ou pendulares de adubos a diversos semeadores em linhas de sementes pequenas, assegurando estes últimos uma maior regularidade de distribuição e de profundidade de sementeira, mas também um maior custo e duração da operação, vantagens e desvantagens que deverão ser ajuizadas em cada caso, em função das misturas a semear, dos equipamentos disponíveis e da oportunidade de sementeira (16 e 17).

A sementeira destas pastagens beneficia em ser realizada com misturas de apreciável diversidade por várias razões. Em primeiro lugar porque as grandes variações de clima e solo em condições mediterrânicas requerem diversidade para fazer face e/ou para tirar o melhor proveito das apreciáveis variações

interanuais de precipitação, os anos secos e os anos chuvosos, assim como das variações do solo e relevo, que fazem com que numa mesma parcela encontremos solo de diferentes profundidades, declives, exposições e outras características que afectam sensivelmente a disponibilidade de água e a estação de crescimento.

Para além de fazer face a estas variações ambientais, a biodiversidade assegura uma melhor capacidade de competição com as espécies indesejáveis e, por outro lado, um menor risco de desequilíbrios nutritivos e de eventuais efeitos de substâncias antinutricionais contidas em algumas espécies ou cultivares. Finalmente é de referir que possuindo as espécies e cultivares diferentes ritmos de crescimento estacional, a sua mistura permite em certa medida reduzir a elevada flutuação estacional de crescimento própria das condições mediterrânicas (4.3.1).

Um factor a ter em conta também nas vantagens de adoptar misturas diversas é o facto de não existir suficiente experimentação sobre a adaptação das espécies e cultivares às condições edafo-climáticas das várias regiões.

Como indicação de ordem geral é de aconselhar que cada mistura inclua 4 a 8 cultivares de leguminosas e 2 a 3 de gramíneas, adoptando-se as misturas de menor diversidade nas condições de maior fertilidade do solo e maior disponibilidade de água.

Os principais factores ambientais que devem orientar a escolha das espécies e cultivares para as misturas são:

- a maior ou menor disponibilidade de água e respectiva duração da estação de crescimento e da seca estival, dependentes das precipitações locais (dados meteorológicos), da capacidade de reserva de água do solo e da topografia do terreno – declive, exposição, localização.

Em situações de maior disponibilidade de água e menor duração da estação seca privilegiam-se as espécies vivazes e as cultivares mais tardias, e inversamente em condições de acentuada e prolongada seca estival as espécies anuais e as cultivares de maior precocidade.

- a reacção do solo, embora parcialmente corrigível no caso dos valores mais extremos, deve orientar a selecção de espécies e cultivares mais adaptadas aos valores de pH encontrados (ver 4.3.3);

- a textura dos solos, factor para o qual algumas espécies revelam adaptação específica, como seja a solos de texturas arenosas ou a solos de texturas argilosas (ver 4.3.3);

- a ocorrência de limitações específicas, como sejam o encharcamento e a salinidade, que requerem a adopção das espécies com adaptação específica a essas condições (ver 4.3.3);

- em solos de mais elevada fertilidade e disponibilidade de água a proporção de gramíneas na mistura deverá ser mais elevada;

– em todas as misturas deve ser garantido um razoável leque de precocidades para fazer face e tirar proveito das variações climáticas e de solo atrás referidas.

A experimentação e a experiência de agricultores e técnicos em condições semelhantes deve ajudar à escolha das plantas e composição das misturas, de que se podem consultar sugestões (33).

As densidades de sementeira das misturas devem ter em conta o diferente tamanho das sementes, as condições mais ou menos favoráveis em que a sementeira será realizada, como sejam a preparação da cama de sementeira, as temperaturas e humidade do solo, o método e equipamento de sementeira, os riscos de predadores e de competição da restante vegetação e, talvez mais importante, a capacidade das plantas a semear se multiplicarem e colonizarem áreas vizinhas. De facto, em condições de sequeiro mediterrânico a pastagem só estará convenientemente estabelecida e em plena produção no 2º ano, após a abundante produção de semente pelas plantas anuais e a melhor colonização pelas espécies vivazes através do afilhamento ou do enraizamento dos estolhos.

As misturas comerciais deverão variar entre valores de 10 a 25 kg ha⁻¹, adoptando-se valores de 0,5 a 1 kg ha⁻¹ para cada cultivar com tamanho de semente entre 1500-750 sementes g⁻¹, 1-2 kg ha⁻¹ para cultivares com 750-300 sementes g⁻¹, 2 - 3 kg ha⁻¹ por cada cultivar com 300-150 sementes g⁻¹ e 3-4 kg ha⁻¹ para sementes maiores.

4.3.4.4- Técnicas especiais de estabelecimento

Com o objectivo de reduzir custos de implantação, de melhorar a produção no 1º ano ou de se adaptar a limitações ambientais, existem diversas alternativas de estabelecimento destas pastagens que podem ser adoptadas.

Merece referência desde logo a implantação sob coberto de uma cultura, como seja a de cereais praganosos, quer com o objectivo de permitir uma melhor produção forrageira no Inverno (34), quer com o objectivo de obter uma produção de grão e manter uma curta rotação cereal - pastagem, suportada por leguminosas com sementes de prolongada dureza que garantem o restabelecimento da pastagem após as fases de cereal. A redução dos custos de instalação também pode ser obtida com a não mobilização e sementeira directa usando equipamentos específicos (16 e 35), e a sobre-sementeira ou sementeira à superfície com recurso possível a um rebanho para através do pisoteio conseguir o enterramento das sementes (17).

Em áreas de solos declivosos ou de afloramentos rochosos em que seja difícil ou mesmo impossível o acesso de equipamentos pode-se adoptar uma estratégia de estabelecimento de médio-longo prazo, que passa por seleccionar e semear pequenas subáreas de melhores condições com espécies capazes de

uma boa produção de sementes, resistentes à digestão pelos animais (17), forçando estes a pastorear as restantes áreas nomeadamente pela localização estratégica de pontos de água que os obriguem a percursos, conseguindo desta forma uma progressiva colonização das restantes áreas pelas plantas melhoradas disseminadas através das sementes viáveis contidas nas fezes dos animais.

4.3.5- Utilização e maneio das pastagens

Nas pastagens de sequeiro mediterrânico em que a completa implantação só se obtém no 2º ano como atrás referimos, deve-se distinguir o maneio da pastagem no 1º ano e nos anos seguintes.

No primeiro ano a utilização da pastagem subordina-se ao objectivo principal da sua completa instalação, o que significa uma boa produção de sementes das plantas anuais, contribuindo assim para a constituição do banco de sementes do solo, de modo a permitir uma elevada densidade de emergência de plântulas na pastagem do 2º ano. Para tal não deverá ser pastoreada desde o início do período de floração das cultivares presentes, o que embora dependa das precocidades adoptadas e do clima do local deverá ocorrer de meados/fins de Fevereiro a meados/fins de Março, até à frutificação e maturação das sementes (Maio a fins de Junho dependendo da região), por forma a favorecer uma elevada produção e a constituição de um abundante banco de sementes no solo. Antes deste período, a pastagem só deverá ser pastoreada caso haja uma presença importante de infestantes ou um grande desenvolvimento vegetativo com cobertura total da superfície do solo. O pastoreio será retomado com elevada carga animal no fim da Primavera ou princípio do Verão, após o vingamento das sementes e a senescênci a da vegetação, por forma a utilizar a vegetação seca, evitando todavia um consumo exagerado de semente pelos animais (17), particularmente quando o pastoreio é efectuado por ovinos ou caprinos.

Nos anos seguintes as regras básicas são:

- a utilização com cargas adequadas ao longo do ano, evitando o subpastoreio que degrada muito estas pastagens, e garantindo o eficiente pastoreio da vegetação seca no Verão por forma a que esta seja removida de modo a não constituir um impedimento à emergência das plântulas no início da época das chuvas do ano seguinte (9);

- a fertilização de cobertura anual, à base de fósforo, mas incluindo outros elementos que se revelem necessários, nomeadamente potássio, a definir em função dos respectivos teores no solo e de eventuais sintomatologias da pastagem.

As pastagens mediterrânicas são especialmente indicadas dada a sua curva de produção para serem utilizadas por rebanhos reprodutores de ovinos, bovinos e caprinos, dada a sua aptidão para suportar grandes variações alimentares, em

quantidade e qualidade, ao longo do ano e ciclo de produção. Significa isto que os animais em pastoreio nestas condições perdem peso pelo baixo valor nutritivo da pastagem seca de Verão, a que acresce a baixa disponibilidade no fim do Verão, a qual se pode prolongar nos anos em que o início da época das chuvas é tardio, e começam a recuperar e ganhar peso a partir da regeneração da vegetação verde no Outono, e de forma mais acentuada a partir de Fevereiro/Março até ao fim da Primavera, com erva abundante e de boa qualidade (36).

Estas pastagens adaptam-se bem ao aproveitamento em pastoreio contínuo (9, 36), sendo discutível a vantagem de proceder à retirada dos animais nas duas a três semanas após o início das chuvas em cada ano, como forma de proteger as plântulas de uma desfoliação precoce (37). Há interesse em assegurar que no início do período de floração o pasto se encontre curto, o que conduz a um aumento da produção de semente. Evidência parece existir também para a vantagem de realizar um pastoreio com cargas relativamente elevadas no fim da Primavera, como forma de reduzir a acumulação de vegetação, a sua senescência, e prolongar o crescimento e valor nutritivo da vegetação nesta fase (14).

A utilização e manejo destas pastagens deve porém ser integrada no conjunto da exploração e respectivo sistema de agricultura, o que será abordado no capítulo 6.

4.3.6- Produções e valor nutritivo

Estas pastagens apresentam uma produção anual que, para além das elevadas flutuações dentro do ano (4.3.1), revela apreciável flutuação entre anos. Acrescem ainda as variações atribuíveis à diferente fertilidade e capacidade de armazenamento de água dos solos, assim como à intensidade técnica de cultivo – plantas melhoradas e sua produtividade, fertilizações, intensidade do pastoreio. Tudo isto determina que a produção anual destas pastagens possa apresentar variações de 2,5 a 10 t MS ha⁻¹, e que os encabeçamentos em situações experimentais tenham entre nós variado de 4 a 12 ovelhas ha⁻¹ (aprox. 0,5 a 1,5 CN ha⁻¹) no Alentejo em zonas de 500-600 mm de precipitação média anual (9), e atingido valores mais elevados, da ordem de 20 ovelhas ha⁻¹ na Austrália (38). Porém, nas condições dos agricultores os encabeçamentos são mais reduzidos, tendendo a ser fortemente dependentes da precipitação média das regiões (36), pelo que os encabeçamentos médios nestas pastagens semeadas deverão ser da ordem de 0,5 a 1,0 CN ha⁻¹, substancialmente mais elevados que os observados em pousios e pastagens naturais das mesmas regiões (9).

Em termos de valor nutritivo estas pastagens apresentam três períodos distintos ao longo do ano: um primeiro período de erva jovem, que se inicia alguns dias após o começo da época das chuvas (Set./Out./Nov.) e termina no

período médio da floração, durante o qual a digestibilidade é elevada, 80% e mesmo mais, assim como os teores em proteína bruta, 20 a 26%; um segundo período que vai da floração média à senescência das plantas (Março/Abril a Maio/Junho), em que a qualidade da erva decai de 80% para 65-60% de digestibilidade e de 20% para 16-12% a proteína bruta; e um terceiro período de erva seca no Verão, durante o qual o seu valor nutritivo se reduz acentuadamente para valores de digestibilidade da ordem de 50% e teores proteicos da ordem de 5-8% (36). As consequências destas flutuações na utilização destas pastagens são abordadas no capítulo 6.

4.4- Pastagens de regadio

As pastagens mais intensivas de espécies vivazes e produção ao longo do Verão apenas são possíveis em condições de clima mediterrânico com recurso à rega, apesar de, como atrás já referimos, em climas com chuvas de Verão e Inverno suave como ocorre por exemplo nos Açores, ser possível o seu cultivo sem recurso à rega.

Embora permitam substanciais acréscimos de produção e uma bem maior regularidade anual da produção (4.4.1) e do valor nutritivo em comparação com o sequeiro, competem com muitas outras culturas por um recurso escasso entre nós, a água e as condições do regadio, pelo que a sua extensão e importância nas nossas condições mediterrânicas são bem mais reduzidas. Nos Açores, porém, pastagens do mesmo tipo beneficiando apenas da melhor distribuição das chuvas, constituem a base da produção pecuária e a sua extensão e importância são consideráveis (1.5.1 e 1.5.2).

4.4.1- Curva de produção anual

À semelhança do apresentado para as condições de sequeiro começa-se por esquematizar (Fig. 4.3) e analisar a curva anual da produção.

A análise desta curva revela que:

- a estação mais desfavorável à produção é o fim do Outono e uma boa parte do Inverno (meses de Dez./Jan./Fev.), pela limitação ao crescimento devida às baixas temperaturas, um pouco variável com as regiões e os anos mas sempre acentuada, sendo mais desfavorável nas regiões interiores e nos anos de Invernos secos e com mais geadas;

- segue-se um período de rápido crescimento da produção a partir dos fins do Inverno, o qual culmina num pico de máxima produção sobre os fins da Primavera (em geral no mês de Maio/início de Junho), beneficiando das temperaturas e fotoperíodo mais favoráveis ao crescimento das leguminosas e

das gramíneas, e da maior eficiência fisiológica destas últimas na sua fase reprodutiva (2.5.3);

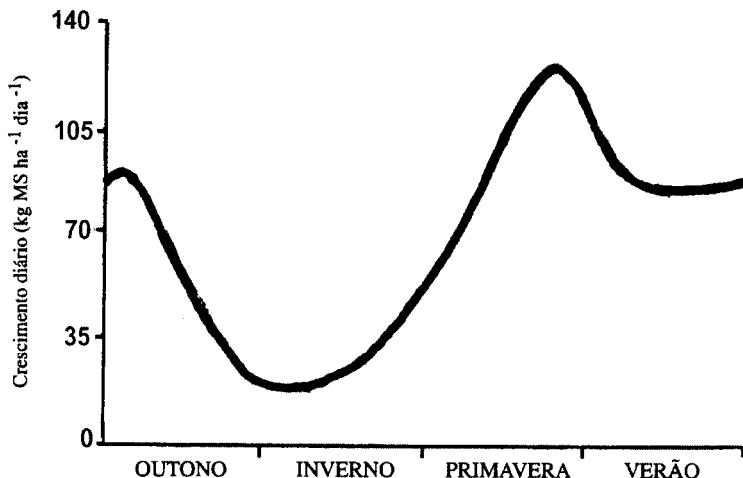


Figura 4.3- Curva típica do crescimento anual de pastagens de regadio em condições mediterrânicas

- sucede uma quebra e um período de crescimento moderado durante o Verão, devido ao fim da fase reprodutiva das gramíneas e de, sobretudo para as gramíneas de clima temperado (C_3), as temperaturas serem excessivamente altas, pelo que no Verão a contribuição relativa das leguminosas para a produção é mais elevada;

- no início do Outono, após um curto período em que as temperaturas voltam a ser mais favoráveis às gramíneas, a produção diária revela uma quebra acentuada (fins de Outubro e Novembro) até à estação mais desfavorável onde se iniciou esta análise.

4.4.2- As espécies utilizadas

As espécies utilizadas para a sementeira destas pastagens são vivazes, leguminosas e gramíneas de climas temperados, embora se registem tentativas recorrentes de experimentação nas nossas condições ambientais de gramíneas C_4 , as quais têm algumas vantagens potenciais (39) e são extensivamente adoptadas em diversas regiões dos EUA.

As principais gramíneas utilizadas são a festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.), o panasco (*Dactylis glomerata L.*) e o azevém perene (*Lolium perenne L.*), podendo no caso de pastagens de mais curta duração (2-4 anos) serem utilizados azevéns de menor persistência mas de maior produtividade inicial como o azevém híbrido (*X Lolium hybridum Hausskn*) ou mesmo cultivares

não alternativas de *Lolium multiflorum* Lam.. Características destas espécies e das suas cultivares podem ser consultadas em diversas publicações (por ex. 10, 16 e 40), sendo de destacar o mais elevado valor nutritivo do azevém perene, mas por outro lado uma grande susceptibilidade às altas temperaturas que prejudica a sua produção em regiões de Verão quente (41), e inversamente um menor valor nutritivo mas uma melhor adaptação a altas temperaturas de Verão e também ao excesso de água no solo por parte da festuca alta. Estas características complementares das duas espécies justificam o grande esforço de melhoramento e investigação nos respectivos híbridos (*X Festulolium*), porém sem grande utilização actual.

Em relação às leguminosas destaca-se pela sua grande adaptação ao pastoreio e persistência o trevo branco (*Trifolium repens*), espécie com uma grande plasticidade de adaptação a diferentes tipos de solos e com uma grande diversidade intraespecífica. De facto é possível em termos de utilização agronómica destacar três tipos, o tipo anão (var. *sylvestre*), o tipo intermédio (var. *hollandicum*) e o tipo ladino (var. *giganteum*), assim como múltiplos ecótipos que contribuem para a sua adaptação a diversos ambientes e pressões de utilização (42). Predomina a utilização de cultivares do tipo intermédio nas pastagens que estamos a considerar, embora a participação de cultivares do tipo ladino também se justifique, sobretudo em pastagens aproveitadas em pastoreio rotacional ou quando se pretenda além do pastoreio realizar cortes para conservação, dado o seu mais elevado porte.

Para além do trevo branco pode ser utilizado o trevo violeta, especialmente em pastagens de mais curta duração, e em áreas de Verão menos quente, dada a sua elevada potencialidade de produção inicial, menor persistência e susceptibilidade a altas temperaturas. Outras características deste trevo foram já referidas em 3.6.1.

Outras leguminosas perenes podem ser utilizadas, como seja a luzerna, que como referido em 3.6.2 possui já cultivares com melhor adaptação ao pisoteio, embora a relativamente baixa persistência, a dificuldade de equilíbrio e manejo das consociações com gramíneas, e as suas exigências edáficas contribuam para um menor uso entre nós. É de referir ainda o uso dos *Lotus* (*L. corniculatus* e *L. pedunculatus*), com boa adaptação a situações de excesso de água no solo, acidez e baixa fertilidade (43), o que pode conferir interesse à sua inclusão em algumas misturas, assim como o trevo morango em situações de acentuada má drenagem ou salinidade.

4.4.3- Estabelecimento das pastagens

As pastagens de regadio são normalmente estabelecidas em solos sujeitos ao cultivo regular, ou em situações de renovação de outras pastagens degradadas.

A diversidade de situações de cultivo e de fertilidade dos solos é bem menor que no caso antes abordado das pastagens de sequeiro mediterrânico.

4.4.3.1- Preparação do solo e fertilização

A preparação para a sementeira destas pastagens supõe a eliminação dos restos de vegetação da cultura precedente e a sua incorporação por uma mobilização adequada, nomeadamente por uma gradagem de discos. Esta preocupação pode não se registar quando a cultura anterior for uma sachada com um bom controlo da vegetação espontânea, como pode ser o caso do milho ou da batata.

As sementes de todas as espécies a semear nestas pastagens são pequenas ou muito pequenas, pelo que a mobilização superficial deverá ser cuidada, para obter uma “cama de sementeira” fina e firme por um lado, e, por outro, combater a emergência da flora infestante. A realização de duas mobilizações superficiais espaçadas de 1 a 2 semanas e a rolagem, esta após a sementeira, são operações aconselháveis.

A fertilização, dependendo dos resultados das análises de solos, deverá ser mais substancial que no caso do sequeiro, dadas as mais elevadas produções e exportações, estas últimas dependentes do manejo, tendo em conta que se podem realizar cortes para conservação, que os animais em pastoreio podem não permanecer todo o tempo na pastagem sendo recolhidos, que a eficiência do pastoreio tem grande influência assim como a participação relativa das leguminosas (44).

Em face da maior importância das gramíneas neste tipo de pastagens, deverá ser feita adubação azotada à sementeira, com valores da ordem de 30-50 kg N ha⁻¹, excepto se os resíduos de azoto mineral no solo forem apreciáveis.

Em solos com teores baixos a médios de fósforo e potássio assimiláveis os valores da adubação de fundo deverão ser da ordem de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150-200 kg ha⁻¹ de K₂O. A acidez deverá ser corrigida quando os valores de pH_{H2O} forem inferiores a 5,5.

4.4.3.2- Sementeira e misturas a semear

A sementeira destas pastagens pode ser realizada quer no fim do Verão/princípio do Outono (Set./Out.) quer no final do Inverno/início da Primavera (Mar./Abr.). A escolha deve ser feita atendendo à libertação atempada do terreno pela cultura precedente, por forma a permitir a sementeira, germinação e desenvolvimento inicial das plântulas a temperaturas médias diárias da ordem de 12-18 °C, evitando na primeira época referida as geadas e os períodos de frio e excesso de água no solo e na época primaveril os períodos de elevadas

temperaturas e evapotranspiração, que podem ocorrer se houver atrasos nas sementeiras.

A sementeira deve ser feita de preferência com um semeador de rolos próprio para sementes miúdas e a profundidade de sementeira deverá ser apenas 0,5 a 1 cm. Na ausência de semeador de rolos pode usar-se qualquer outro tipo de semeador, tendo o cuidado de rolar após a sementeira.

As misturas a semear compreendem pelo menos uma leguminosa e uma gramínea, mas frequentemente não vão além de duas a três cultivares de leguminosas e duas de gramíneas. As sementes são quase todas muito pequenas, em especial as de trevo branco, lótus e panasco. Resultados de alguns ensaios de cultivares e de misturas em condições mediterrânicas podem ser consultados na referência 16.

O trevo branco é presença quase obrigatória nas misturas a estabelecer, com valores da ordem de 1,5 - 3 kg ha⁻¹, podendo incluir uma variedade intermédia e uma do tipo ladino. Os lótus, o trevo morango e o trevo violeta podem complementar o trevo branco, nas suas condições específicas de adaptação referidas em 4.4.2, com valores de densidade de sementeira (em kg ha⁻¹) proporcionais aos respectivos tamanhos das sementes.

As gramíneas, uma a duas em cada mistura, escolhidas em face das suas características e adaptação ambiental (4.4.2), são em geral semeadas com valores de 12 a 20 kg ha⁻¹, atendendo aos respectivos tamanhos das sementes e às melhores ou piores condições de sementeira e emergência.

No caso particular do estabelecimento de pastagens de mais curta duração com luzerna ou misturas de trevo violeta e azevéns de menor persistência as densidades de sementeira e técnicas de estabelecimento são semelhantes às referidas para as respectivas culturas com utilização por corte (3.6.1. e 3.6.2).

Quando haja indícios de não existência de populações de rizóbio adequadas às leguminosas a semear devem-se utilizar sementes inoculadas e peletizadas.

4.4.4- Utilização e manejo

As pastagens de regadio, não só pela maior produção mas pela sua maior regularidade anual e ainda mais do seu valor nutritivo, são adequadas para a utilização por produções mais exigentes, como sejam a produção de vacas leiteiras ou a engorda relativamente intensiva de novilhos (45), ou de outros animais jovens. Para além disso podem ter uma função de complemento de segurança para os períodos críticos dos sistemas baseados em produções extensivas de sequeiro.

O manejo que permite a manutenção de boas produções nestas pastagens comprehende a gestão do pastoreio (a ser analisada em mais pormenor no capítulo

6), a fertilização e a rega.

O pastoreio pode ser organizado com diferentes métodos, mas deverá em todos os casos assegurar uma adequada pressão de pastoreio e elevada eficiência de utilização da erva crescida ($> 70\%$), para o que poderão ser realizados cortes complementares de subáreas nos períodos de maior crescimento (46). A rega para assegurar boas condições de produção ao longo de toda a estação quente exige elevadas dotações em água, que no caso dos ensaios conduzidos por Crespo e colaboradores excedeu os oito mil $m^3 ha^{-1} ano^{-1}$, com regas de Abril/Maio a Setembro/Outubro (45).

A fertilização deve contemplar uma adubação anual PK, excepto se os respectivos valores assimiláveis no solo forem altos ou muito altos. Os valores de adubação devem ser adoptados em função de um balanço simplificado, sendo importante ter em conta os valores disponíveis no solo e as diferenças de utilização da pastagem e dos respectivos retornos de nutrientes ao solo (47). Em solos de teores baixos a médios e em pastagens apenas aproveitadas em pastoreio os valores poderão ser da ordem de 50 - 70 unidades de P_2O_5 e 70 - 90 unidades de $K_2O ha^{-1} ano^{-1}$.

Dever-se-á ter atenção a eventuais sintomatologias de carências de outros nutrientes (23), ajustando a respectiva fertilização.

Embora a nutrição azotada destas pastagens se deva basear na fixação simbiótica de N pelas leguminosas (44), a adubação “estratégica” em períodos do ano em que a potencialidade de crescimento das gramíneas é muito superior à das leguminosas, pode permitir acréscimos significativos da produção e, por outro lado, deve ser utilizada na gestão da competição das componentes gramíneas e leguminosas, por forma a manter os equilíbrios desejados. É manifestamente o caso da adubação nos fins do Inverno e início da Primavera, com valores que em geral não deverão exceder as 100 unidades $ha^{-1} ano^{-1}$.

O equilíbrio gramíneas/leguminosas pode também ser manipulado por diferentes intensidades de utilização ao longo do ano, e tem entre outros objectivos o de reduzir os riscos de timpanismo dos animais em pastoreio (ver cap. 6).

4.4.5- Produções e valor nutritivo

A produção destas pastagens é substancialmente superior à das pastagens de sequeiro e apresenta muito menores variações, quer entre diferentes pastagens e condicionalismos ambientais, quer na mesma pastagem entre diferentes anos. Nos ensaios de pastoreio com bovinos jovens conduzidos por Crespo e colaboradores em pastagens de festuca x trevo branco (45), as produções estimadas variaram de 13 a 15 t MS $ha^{-1} ano^{-1}$ e os ganhos de peso vivo de novilho entre 600 e 1 300 kg $ha^{-1} ano^{-1}$ segundo os diferentes anos e

encabeçamentos ensaiados. Há referências a produções entre as 15 e as 20 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ (16).

O valor nutritivo destas pastagens é influenciado por muitos factores, de que se destaca desde logo a participação relativa de gramíneas e leguminosas ao longo do tempo. As diferenças são ainda atribuíveis às espécies, cultivares, frequência e altura da desfoliação, temperatura, estado de desenvolvimento, presença de fungos endófitos, etc. (48). As diferenças entre espécies e estados de desenvolvimento podem ser apreciadas em tabelas de valor alimentar (49), destacando-se pelas suas elevadas digestibilidade, palatibilidade e teor proteico o trevo branco. A festuca alta, o panasco e o azevém perene revelam por esta ordem valores crescentes de digestibilidade para idênticos estados de desenvolvimento (49). Uma pastagem deste tipo com uma boa gestão do pastoreio apresenta bons ou elevados valores de digestibilidade e teor proteico ao longo de todo o ano.

4.5- Pastagens de montanha

As pastagens de montanha estão sujeitas às limitações próprias da altitude e do relevo, nomeadamente um Inverno mais rigoroso e prolongado que “interrompe” a estação de crescimento, considerando-se que em Portugal Continental tal se regista sensivelmente a partir dos 700-800 metros de altitude (8).

As áreas de montanha apresentam um leque de alternativas culturais bem mais reduzido que as áreas de baixa ou de encostas de menores cotas das regiões mediterrânicas, pelo que as pastagens adquirem uma importância relativa acrescida nas áreas de montanha (8).

As pastagens de montanha são frequentemente pastagens permanentes semi-naturais dominadas por plantas herbáceas espontâneas ou subespontâneas, sujeitas a diferentes tipos e intensidades de utilização e de outras técnicas de maneio (50).

É frequente as pastagens de montanha situadas em terrenos privados serem sujeitas a uma utilização mista de corte e pastoreio – os “lameiros de feno”, sendo o corte predominantemente para obtenção de feno realizado após o período de maior crescimento, no fim da Primavera ou primeira metade do Verão conforme as localizações e altitudes (50 e 51). Para o efeito os lameiros são “coutados”, retirando os animais durante um período de crescimento de 3-4 meses livre de pastoreio antes do corte do feno, retomando-se depois o pastoreio na restante parte do ano em função das condições ambientais e de crescimento da erva.

Entre nós, em regiões de mais alta montanha (> 1000 m de altitude) e em geral em terrenos de propriedade comunitária (os baldios), as pastagens são

apenas utilizadas em pastoreio, em muitos casos apenas na época estival, com intensidades de utilização mais baixas e com ocorrência e “invasão” de espécies arbustivas.

4.5.1- Curva de produção anual

O crescimento das pastagens de montanha é fortemente condicionado pelas condições ambientais, em particular pela altitude, declive, exposição, solo e variação climática inter anual, mas também pelas condições de manejo, de que se destaca a prática ou não do regadio (por vezes “imperfeito”), a fertilização e a gestão da utilização (pastoreio e corte) (51). É possível e útil, porém, apresentar uma esquematização da tipologia do crescimento anual (Fig. 4.4).

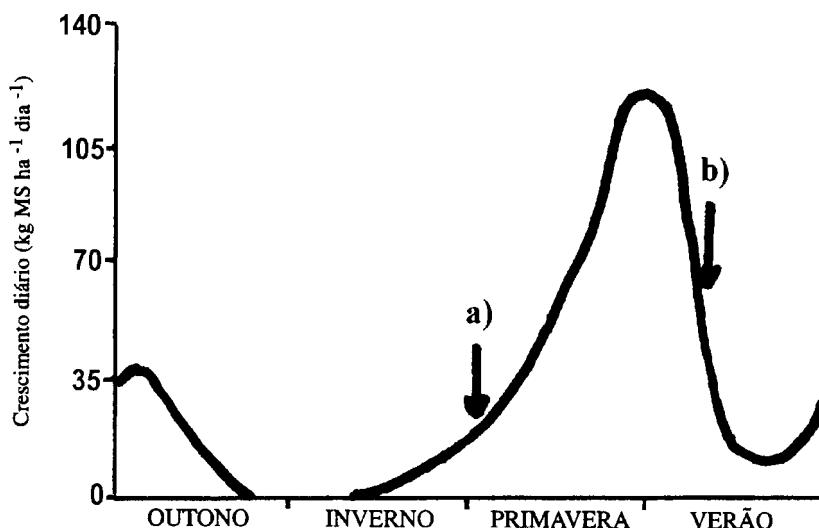


Figura 4.4- Curva típica do crescimento anual de pastagens de montanha. a) Época em que os “lameiros de feno” são “cortados”; b) Época de corte do feno

A curva apresentada, pretendendo representar uma situação intermédia das diferentes condições de montanha, revela que:

- se regista uma interrupção anual de crescimento no fim do Outono e Inverno, devido às temperaturas médias se situarem abaixo do zero vegetativo da pastagem ($\approx 5,5^{\circ}\text{C}$), por um período menor ou maior conforme as pastagens se situem a mais baixas ou maiores altitudes (entre nós respectivamente 700-800 e 1 100-1 500 m);

- o arranque do crescimento ocorre, conforme as altitudes atrás referidas, de fins de Fevereiro a início de Abril, com um período inicial de crescimento lento enquanto as temperaturas médias do ar se situam abaixo dos 10°C ;

- a partir de meados/fins da Primavera observa-se um curto período de rápido e explosivo crescimento, coincidindo com a fase reprodutiva da maioria das gramíneas (52);

- após este período dá-se um declínio acentuado do crescimento, sobretudo nos “lameiros de secadal” e em pastagens de menor altitude ou de áreas ou anos menos chuvosos;

- dependendo muito da intensidade do stresse hídrico, regista-se algum crescimento de Verão, o qual é reforçado no fim do Verão e início do Outono, sobretudo nos anos em que a época das chuvas começa mais cedo (fins de Agosto/início de Setembro). A produção decresce rapidamente em meados do Outono com o abaixamento das temperaturas, até se anular nos fins do Outono.

4.5.2- As etapas e estratégias de melhoramento

O melhoramento das pastagens de montanha pode ser realizado recorrendo a diferentes intensidades e combinações de técnicas, as quais permitem respostas progressivas da produção (8 e 53).

De entre as técnicas utilizáveis podem-se distinguir as aplicáveis a situações específicas, como sejam: a drenagem de solos com prolongados períodos de encharcamento, visando o aumento da produção e também a redução de espécies indesejáveis de baixo valor alimentar como as juncáceas, ciperáceas e ranunculáceas; a utilização do fogo controlado como forma de rejuvenescimento da vegetação em pastagens abandonadas ou pouco utilizadas que acumularam muito material morto ou foram invadidas por espécies arbustivas de menor valor alimentar (8).

Porém, há um conjunto de técnicas generalizáveis que podem ser adoptadas em conjunto ou progressivamente por etapas, de acordo com a seguinte ordem obrigatória de adopção:

- pastoreio controlado (ou pastoreio + corte);
- fertilização;
- controlo de infestantes;
- sementeira de espécies melhoradas.

A primeira prioridade é a utilização mais eficiente da produção, seja pelo pastoreio controlado através da instalação de cercas ou outras vedações que permitam aumentar e gerir a carga animal, seja pela utilização complementar por corte. A razão desta prioridade encontra-se no facto de na ausência de uma mais eficiente utilização as restantes técnicas apenas conduzirem a melhorias efémeras, já que se reinstala um novo ciclo de degradação da pastagem (53).

A fertilização, compreendendo quer a correcção calcária de solos muito ácidos devido às elevadas precipitações e consequente lavagem das bases de troca dos solos, quer a adubação com N e P, dada a baixa disponibilidade destes

nutrientes devido às baixas taxas de mineralização nas condições de montanha e à acidez acentuada, é uma técnica que produz resultados não só na vegetação espontânea, mas que é indispensável se pretendermos introduzir plantas melhoradas, já que estas apenas persistem e aguentam a concorrência da vegetação espontânea se as condições de nutrição forem melhoradas.

Especial atenção deve merecer a aplicação dos fertilizantes, dados os riscos de lavagem através do escorrimento superficial das águas das chuvas ou da rega, pelo que em geral é recomendável a sua realização nos fins do Verão, antes do início da época das chuvas; no caso da fertilização azotada de Primavera para o corte de feno, é aconselhável a suspensão temporária da rega (50).

Quer a mais eficiente utilização, através do controlo do pastoreio e corte, quer a fertilização, conduzem a modificações na composição florística favorecendo espécies mais produtivas e em geral de melhor valor alimentar. Porém, o combate directo das infestantes, quer através do corte manual ou mecânico, do arranque ou de pequenos fogos como realizado tradicionalmente pelos agricultores (51), quer da aplicação selectiva e localizada de herbicidas sistémicos para controlar espécies herbáceas de baixa palatibilidade ou arbustivas, constitui uma técnica que permite alcançar apreciáveis melhorias da produção, sobretudo qualitativas, e que deve preceder ou acompanhar a etapa ou técnica mais intensiva deste percurso, que é a sementeira de espécies melhoradas.

Na perspectiva actual da política agrícola em que a protecção ambiental e nomeadamente a valorização da biodiversidade adquirem maior importância, a ressementeira das pastagens de montanha tem sido questionada (51 e 53), embora constitua uma técnica de indiscutíveis resultados, não tanto na perspectiva do aumento da produção, mas sobremaneira na do valor nutritivo e eficiência produtiva dos animais (53).

As espécies com interesse e melhor adaptação às condições de montanha são quase as mesmas que as referidas em 4.4.2 para o regadio, com as principais diferenças de não ser indicada a luzerna, de haver outras gramíneas perenes com boa adaptação de que se destaca o timóteo (*Phleum pratense L.*), e de os *Lotus* apresentarem maior importância relativa e o trevo morango menor (8).

Uma outra técnica de manejo e melhoramento das pastagens de montanha tradicionalmente utilizada em Trás-os-Montes é a rega, não só para evitar ou reduzir o stress hídrico de Verão, mas também a rega de protecção contra as geadas de Inverno e Primavera através de escorrimento superficial – “rega de lima”(50).

Em face das diferentes possibilidades e intensidades técnicas de intervenção, dos respectivos resultados e custos, há que em cada exploração ou sistema de produção analisar quais são as principais limitações, por forma a escolher a estratégia de melhoramento mais adequada (8). Por exemplo, há que

optar entre a aplicação de técnicas pouco intensivas ao conjunto das pastagens de uma exploração ou a melhoria intensiva de uma menor subárea. Esta última opção é particularmente recomendada em sistemas de produção nos quais a melhoria pontual do valor nutritivo na alimentação do efectivo da exploração possa conduzir a substanciais aumentos da produção e rendimento da exploração (8).

4.5.3- Produção e valor nutritivo

Quer a produção entre diferentes pastagens de montanha, quer o valor nutritivo da erva ao longo do ano apresentam variações consideráveis.

As produções de alta montanha em solos menos férteis e com reduzida utilização poderão atingir apenas $4\text{ t MS ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$, e os “lameiros” de maior fertilidade, com regadio e bom aproveitamento, mais de $12\text{ t MS ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$ (50). O corte de fenos nos lameiros utiliza em geral mais de 60% da produção anual, embora a sua realização num estado avançado de maturação das plantas determine um relativamente reduzido valor nutritivo, da ordem de 55% de digestibilidade (MS) e 8% PB (54).

A erva das pastagens de montanha apresenta melhores valores de digestibilidade (até 65% “D”) e de proteína bruta (até 20% PB) no fim do Inverno e início da Primavera, aquando do pastoreio realizado antes de serem “coutados” para feno (50). No entanto diversos factores afectam o valor nutritivo da produção destas pastagens, nomeadamente a presença relativa das diferentes espécies que as compõem e a intensidade e eficiência da sua utilização.

Referências

- (1) CRESPO, David. (1980). Pastagens, forragens e produção animal face à crise energética dos nossos dias. *Pastagens e Forragens*, **1**:17-32.
- (2) McINERNEY, J.P. (2000). Economic aspects of grassland production and utilization. In *Grass its Production & Utilization*, 3rd ed., Alan Hopkins (ed.), Brit. Grassl. Soc. & Blackwell Science, pp. 394-428.
- (3) HOPKINS, A.; GILBEY, J.; DIBB, C.; BOWLING, P.; MURRAY, P. (1990). Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 1 Herbage production and herbage quality. *Grass and Forage Science*, **45**:43-55.
- (4) MOREIRA, N.; TRINDADE, H. (1992). Implantação de pastagens de sequeiro no Planalto de Miranda- Terra Fria Transmontana. *Pastagens e Forragens*, **13**:41-49.
- (5) FRAME, J.; NEWBOULD, P.; MUNRO, J.M. (1985). Herbage production from the hills and uplands. In *Hill and Upland Livestock Production*, Occ. Publ. Brit. Soc. Animal Production, No 10, Edinburgh, pp. 9-37.
- (6) GILIBERT, J.; MATHIEU, A. (1997). Une méthode de notation visuelle rapide de l'état des prairies. *Fourrages*, **150**:191-207.

- (7) VOUGH, L.R.; DECKER, A.M.; TAYLOR, T.H. (1995). Forage establishment and renovation. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture*. Volume II, Robert F. Barnes, Darrel A. Miller and C. Jerry Nelson (eds.), 5th edition, Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 29-43.
- (8) MOREIRA, Nuno (1986). *O melhoramento das pastagens de montanha*. Ed. UTAD, Vila Real, 73 pp.
- (9) CRESPO, David (1975). *Factores elementares do sequeiro do Sul. Prados temporários e permanentes*. Colecção do Curso de Reciclagem de Sequeiro, nº 7, Ed. INIA, Oeiras, 100 pp.
- (10) ORAM, R.N. (1990). *Register of Australian herbage plant cultivars*. 3rd ed., CSIRO Publications, Australia, 304 pp.
- (11) VÁRIOS (1984). *Mejora de pastos en secanos semiaridos de suelos acidos*. Ed. MAPA, Madrid, pp. 43-61.
- (12) MONTEIRO, G.; SAN MIGUEL, A.; CAÑELLAS, I. (1998). Sistemas de silvicultura mediterránea. La dehesa. In *Agricultura Sostenible*, R. Jiménez Díaz e J. Lomo de Espinosa (eds.), ed. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 519-554.
- (13) RU, Y.J.; Fortune, J.A.; Belloti, W.D. (1997). Effect of cultivar, sowing time, and density on the growth of subterranean clover in Winter. *Australian Journal of Agricultural Research*, **48**:977-987.
- (14) PROFFIT, A.; BENDOTTI, S.; HOWELL, M.; EASTHAM, J. (1993). The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a red-brown earth. *Australian Journal of Agricultural Research*, **44**:317-331.
- (15) PEARSON, C.J.; ISON, R.L. (1987). *Agronomy of grassland systems*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 9-26.
- (16) MUSLERA PARDO, E.; RATERA GARCIA, C. (1991). *Praderas y Forrajes. Producción y Aprovechamiento*. 2^a ed., Mundi-Prensa, Madrid, 674 pp.
- (17) CARTER, E.D. (1987). Establishment and natural regeneration of annual pastures. In *Temperate pastures. Their production, use and management*. J.L. Wheeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.), Australian Wool Corporation/CSIRO, pp. 35-51.
- (18) BLUMENTHAL, M.J.; ISON, R.L. (1994). Plant Population Dynamics in Subterranean Clover and Murex Medic Swards. I. Size and Composition of the Seed Bank. *Australian Journal of Agricultural Research*, **45**:913-928.
- (19) <http://www.general.uwa.edu.au/u/climaweb/products/pastures.htm>
- (20) <http://www.fertiprado.pt/>
- (21) RIDLEY, A.; WHITE, R.; SIMPSON, R.; CALLINAN, L. (1997). Water use and drainage under phalaris, cocksfoot, and annual ryegrass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, **48**:1011-1023.
- (22) MOREIRA, N.; TRINDADE, H.; COUTINHO, J.; ALMEIDA, J.F. (1994). Effects of liming and cultivation on the establishment and persistence of rainfed mediterranean pastures. *Experimental Agriculture*, **30**:453-459.
- (23) VÁRIOS (1987). Major element nutrition; Acid soils; Trace element nutrition (caps. 6, 7 e 8). In *Temperate pastures. Their production, use and management*. J.L. Wheeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.), Australian Wool Corporation/CSIRO, pp. 127-175.
- (24) EDMEADES, D.; BLAMEY, F.; ASHER, C.; EDWARDS, D. (1991). Effects of pH and aluminium on the growth of temperate pasture species. II Growth and nodulation of legumes. *Australian Journal of Agricultural Research*, **42**:893-900.
- (25) HAYNES, R.J. (1983). Soil acidification induced by leguminous crops. *Grass and Forage Science*, **38**:1-11.

- (26) TANG, C.; BARTON, L.; RAPHAEL, C. (1998). Pasture legume species differ in their capacity to acidify soil. *Australian Journal of Agricultural Research*, **49**:53-58.
- (27) HOLFORD, I.C.; CROCHER, G.J. (1994). Long-term effects of lime on pasture yields and response to phosphate fertilizers on eight acidic soils. *Australian Journal of Agricultural Research*, **45**:1051-1062.
- (28) SCOTT, B.; CONYERS, M.; FISHER, R.; LILL, W. (1992). Particle size determines the efficiency of calcitic limestone in amending acidic soil. *Australian Journal of Agricultural Research*, **43**:1175-1185.
- (29) CAYLEY, J.; HANNAH, M.; KEARNEY, G.; CLARK, S. (1998). Effects of phosphorus fertiliser and rate of stocking on the seasonal pasture production of perennial ryegrass-subterranean clover pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*, **49**:233-248.
- (30) MOREIRA, N.; COUTINHO, J.; TRINDADE, H. (1989). Efeito do enxofre e do fósforo no estabelecimento, produção e ressementeira de trevos subterrâneos em solos derivados de granitos. In *Pastagens, Forragens e Produção Animal em Condições Extensivas, Actas da II Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens*, Elvas-Badajoz, 10-14 de Abril de 1989, pp. 121-128.
- (31) TRINDADE, H.; MOREIRA, N.; MARTINS, F. (1994). Efeito sobre trevo subterrâneo da calagem e aplicação de nutrientes em dois solos xistosos de baixa fertilidade. I - Produção de matéria seca e desenvolvimento radicular. *Pastagens e Forragens*, **15**:153-163.
- (32) EVERE, G.W. (1991). Germination response of subterranean, berseem, and rose clovers to alternating temperatures. *Agronomy Journal*, **83**:1000-1004.
- (33) SALGUEIRO, T. (2001). *Medidas agro-ambientais. Sistemas forrageiros extensivos - pastagens permanentes de sequeiro*. Manual Técnico, ed. RURIS/DGDR, Lisboa, 27 pp.
- (34) CARVALHO, R.M.; CARVALHO, M. (2000). Efeito da introdução de cereais em pastagens de trevo subterrâneo. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, **VII**(2):123-132.
- (35) CARVALHO, M. (2001). *Medidas agro-ambientais. Sementeira directa e técnicas de mobilização mínima*. Manual Técnico, ed. RURIS/DGDR, Lisboa, 55 pp.
- (36) ALLDEN, W.G. (1982). Problems of animal production from mediterranean pastures. In *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*, J.B. Hacker (ed.), CAB, UK, pp. 45-65.
- (37) ROSSITER, R.C. (1992). Effects of early defoliation on the seedling growth of subterranean clover. *Australian Journal of Agricultural Research*, **43**:717-729.
- (38) OBST, J.M. (1987). Grazing management and pasture utilization by sheep, goats or cattle. In *Temperate pastures. Their production, use and management*. J.L. Wheeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.), Australian Wool Corporation/CSIRO, pp. 477-485.
- (39) BELESKY, D.P.; FEEDERS, J.M. (1995). Comparative growth analysis of cool- and warmseason grasses in a cool-temperate environment. *Agronomy Journal*, **87**:974-980.
- (40) NIAB (1998). *1998/99 grasses and herbage legumes variety leaflet*. Ed. National Institute of Agricultural Botany (NIAB), Cambridge, UK, 48 pp.
- (41) BLAIKIE, S.J.; MARTIN, F.M. (1987). Limits to the productivity of irrigated pastures in South-east Australia. In *Temperate pastures. Their production, use and management*. J.L. Wheeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.), Australian Wool Corporation/CSIRO, pp. 119-125.
- (42) WILLIAMS, W.R. (1987). Adaptive variation. In *White Clover*, M.J. Baker and W.R. Williams, CAB International, UK, pp. 299-321.
- (43) BEUSELINK, P.; GRANT, W. (1995). Birdsfoot trefoil. In *Forages. An Introduction to Grassland Agriculture*. Volume I, Robert F. Barnes, Darrel A. Miller and C. Jerry Nelson (eds.), 5th edition, Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 237-248.

- (44) THOMAS, R.J. (1992). The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. *Grass and Forage Science*, **47**:133-142.
- (45) CRESPO, D.; ANTUNES, J.; DIAS, J. (1980). Influência dos encabeçamentos na produção de carne de bovino em prados de regadio. *Pastagens e Forragens*, **1**:96-123.
- (46) MOREIRA, Nuno (1995). *Pastoreio. Interacções animal-pastagem e seus reflexos no manejo e na produção*. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 44, ed. UTAD, Vila Real, 55 pp.
- (47) NGUYEN, M.L.; GOH, K.M. (1992). Nutrient cycling and losses based on a mass-balance model in grazed pastures receiving long-term superphosphate applications in New Zealand. 1 Phosphorus. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **119**:89-106.
- (48) SHEAFFER, C.; SEGUIN, P.; CUOMO, G. (1998). Sward characteristics and management effects on cool-season grass forage quality. In *Grass for Dairy Cattle*, J.H. Cherney and D.J.R. Cherney (eds.), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 73-100.
- (49) INRA (1988). Tables de l'alimentation des bovins, ovins & caprins. Ed. INRA, Paris, 192 pp.
- (50) PIRES, J.; AGUIAR, C.; MOREIRA, N. (2001). *Medidas agro-ambientais. 3.3. Lameiros e outros prados e pastagens de elevado valor florístico - pastagens de montanha*. Manual Técnico, ed. RURIS/DGDR, Lisboa, 47 pp.
- (51) PIRES, J.; PINTO, P.; MOREIRA, N. (1994). *Lameiros de Trás-os-Montes. Perspectivas de futuro para estas pastagens de montanha*. Série Estudos, ed. ESA/IPB, Bragança, 96 pp.
- (52) MENZI, H.; BLUM, H.; NÖSBERGER, J. (1991). Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition at two altitudes. *Grass and Forage Science*, **46**:223-230.
- (53) MOREIRA, Nuno (1998). O melhoramento das pastagens de montanha. *Pastagens e Forragens*, **19**:51-60.
- (54) FERREIRA, A.M.; DIAS-DA-SILVA, A.; CRUZ, A.; VIEIRA, R.; AZEVEDO, J.; SOUSA, A. (1981). Os fenos no Nordeste de Portugal. 1 Valor energético e azotado. *Pastagens e Forragens*, **2**:67-77.

CAPÍTULO 5

CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS

5.1- Necessidade de conservar	131
5.2- Principais processos de conservação	131
5.2.1- História e evolução recente	131
5.2.2- Vantagens e desvantagens	132
5.2.3- Perdas e efeitos sobre o valor alimentar das forragens	133
5.3- A ensilagem	133
5.3.1- Descrição geral do processo, condições e modos de execução	133
5.3.2- As fases de evolução, transformações e perdas na ensilagem	135
5.3.2.1- Fase aeróbica	135
5.3.2.2- Fase fermentativa	136
5.3.2.3- Fase estável	137
5.3.2.4- Fase de utilização	138
5.3.2.5- Perdas na ensilagem	139
5.3.3- A ensilabilidade das forragens	140
5.3.4- Pré-secagem e uso de aditivos	142
5.3.5- Alternativas de equipamentos e tipos de silos	145
5.3.6- As características e qualidade das silagens	146
5.4- A fenação	147
5.4.1- Características e estado de desenvolvimento das forragens	147
5.4.2- Descrição geral, condições e operações de execução	148
5.4.3- Principais tipos de perdas	150
5.4.4- O uso de condicionadores, conservantes ou secagem forçada	152
5.4.5- As características e qualidade dos fenos	153
5.5- Outros processos de conservação	154
Referências	154

CAPÍTULO 5- CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS

5.1- Necessidade de conservar

As curvas de produção anual das pastagens em diversas condições ambientais, tal como foram apresentadas no capítulo 4, revelam períodos mais ou menos extensos do ano em que a produção é baixa ou mesmo nula, e, por vezes, o valor nutritivo baixo. Não satisfazem por isso as necessidades alimentares dos animais nesses períodos, tanto mais e por períodos mais extensos quanto maiores as exigências dos animais e a intensidade da sua exploração. Por outro lado, as culturas forrageiras podem apresentar vantagens comparativas que foram referidas em 3.2, justificando a sua adopção, sobretudo nos sistemas mais intensivos em que se pretende optimizar a produção por unidade de superfície.

Estas duas razões determinam a necessidade de conservar forragens, apesar da conservação significar obrigatoriamente perdas e custos acrescidos na obtenção de unidades forrageiras, quando comparada com a utilização imediata da erva verde.

5.2- Principais processos de conservação

Existem dois processos de conservação da erva com interesse prático, a **conservação por via seca**, realizada sobretudo através da secagem natural da erva pela energia solar – fenação – podendo contudo ser através da desidratação forçada, e a **conservação por via húmida** – ensilagem – em que a erva é conservada com teores mais ou menos elevados de água através de processos fermentativos, em condições de anaerobiose e de acidez.

5.2.1- História e evolução recente

Embora conhecidas e referidas desde a antiguidade, nomeadamente no império romano, as tecnologias de conservação de forragens, quer como feno, quer sobretudo como silagem, desenvolveram-se especialmente a partir do século XIX, devido nomeadamente à divulgação de um livro sobre a silagem do milho em 1877, ao aparecimento das enfardadeiras nos anos trinta do século XX, e com o desenvolvimento de diversos equipamentos que facilitaram a sua progressiva mecanização a partir dos anos 50/60 (1 e 2). A partir do fim dos anos 70 desenvolveu-se a variante da ensilagem em grandes fardos, que com a mecanização do enrolamento do filme plástico em 1986 adquiriu expansão e importância apreciável (3).

Nos anos 80 a ensilagem tornou-se a forma de conservação predominante na maioria dos países da UE e da Europa Ocidental, representando mais de 2/3 da forragem conservada (4 e 5), tendo o Reino Unido multiplicado por seis as quantidades ensiladas de 1970 para 1994, com a ensilagem em grandes fardos plastificados a representar cerca de 20% do total no final dos anos noventa (3). Em outras regiões do mundo, nomeadamente nos Estados Unidos e Canadá, a fenação continua a ser a forma predominante (mais de 3/4) de conservação de erva (4).

5.2.2- Vantagens e desvantagens

A adopção dos sistemas ou processos de conservação depende das condições ambientais, das condições económico-sociais e da dimensão das explorações, dos sistemas de agricultura, do grau de intensificação e da evolução tecnológica e inovações introduzidas.

Apesar da multiplicidade destas condicionantes e da evolução a que estão sujeitas, é possível adiantar vantagens e desvantagens que podem justificar a adopção de diferentes processos de conservação.

A fenação tem como principais vantagens a facilidade de armazenamento, manuseamento, transporte e consequentemente de comercialização. De entre as desvantagens destaca-se a sua elevada susceptibilidade às condições meteorológicas, que pode conduzir a perdas muito elevadas.

A ensilagem tem como principal vantagem ser pouco susceptível às condições meteorológicas, permitindo dessa forma a escolha dos estados ideais de corte para assegurar o melhor valor nutritivo das forragens. O desenvolvimento de novos equipamentos, de novos produtos e tecnologias tem favorecido a sua adopção crescente (4), assim como o desenvolvimento da cultura ideal para este tipo de conservação, o milho forrageiro. As desvantagens relativas dos elevados custos fixos em equipamentos específicos e em instalações (silos), assim como de pouca flexibilidade na sua realização e utilização, podem hoje em dia ser crescentemente ultrapassadas pela realização das silagens de erva em grandes fardos plastificados por um lado, e pelo desenvolvimento de empresas de serviços de aluguer de equipamentos por outro. As desvantagens atrás referidas mantêm-se porém em muitas situações de ensilagem “convencional”.

A desidratação é um processo com custos energéticos muito elevados (6), favorecido na actualidade pela atribuição de um subsídio específico pela PAC. Permite uma muito boa preservação do valor alimentar, e a sua principal vantagem é a fácil comercialização e inclusão da forragem desidratada em alimentos compostos para animais (1).

5.2.3- Perdas e efeitos sobre o valor alimentar das forragens

Um objectivo importante dos processos de conservação é a redução das perdas e preservação na medida do possível do valor alimentar das forragens no momento do corte.

Em diagrama de perdas de diferentes processos e condições, partindo do princípio que as operações foram bem conduzidas, Jarrige e colaboradores (1) apresentam valores de 10 a 19% em silagens e 13 a 35% em fenos. Salienta-se que os valores mais baixos de perdas na ensilagem (10%) se registam com o milho, e que o processo de desidratação forçada apresenta apenas 2% de perdas. Porém, Frame (2) refere que em explorações agrícolas com boas silagens de erva no Reino Unido as perdas são em geral 15-20% e em silagens de menor qualidade 30%. Em fenos, sobretudo com leguminosas e se o tempo for desfavorável as perdas podem ir além de 50% (7).

As perdas podem afectar diferentemente o valor nutritivo e alimentar das forragens conservadas, conforme os processos, condições de realização e tipos de plantas cultivadas (1 e 4). Destacam-se as perdas mecânicas das folhas das leguminosas e a lixiviação de nutrientes com a ocorrência de chuva nos processos de fenação (8).

5.3- A ensilagem

5.3.1- Descrição geral do processo, condições e modos de execução

A ensilagem “convencional” supõe o corte das forragens em fase de desenvolvimento que varia conforme as culturas (9), o recorte imediato ou, alternativamente, a pré-secagem em cordões estendidos no campo, o carregamento e transporte para os silos, deposição em camadas e compactação pelos rodados do tractor nos silos horizontais, e o fecho do silo com filme de polietileno, recoberto com materiais que exerçam uma razoável pressão à superfície do plástico sem o danificar (em geral com pneus usados). A alternativa da pré-secagem é adoptada para forragens que no momento de corte apresentem teores de MS menores que 20-22%, levando-os a 25-35%. A erva pré-secada, aquando da recolha e carregamento pode/deve ser recortada, não apenas com o objectivo de assegurar uma boa compactação, mas também de promover o aumento das quantidades ingeridas, embora em geral com um grau de recorte menor do que no corte e carregamento directo.

A ensilagem em grandes fardos plastificados, que nos últimos anos se afirmou como alternativa ou estratégia complementar à ensilagem convencional (5.2.1), tem um modo de proceder algo diferente, que consta de uma pré-secagem

no campo após o corte e até teores de MS variáveis de 30-45%, enfardagem, em geral em grandes fardos cilíndricos, e com recorte possível em alguns equipamentos, envolvimento com malha de fio ou rede, transporte para o local de armazenamento, que pode ser numa estrema da parcela, e enrolamento do filme plástico logo ou poucas horas após a enfardagem (10).

Esquematicamente poderemos considerar as seguintes operações de execução:

Silagem convencional

- 1 Corte + recorte + carregamento
ou
- 1a) Corte
- 1b) Pré-secagem no campo
- 1c) Recolha (recorte) + carregamento
- 2 Transporte para o silo
- 3 Deposição/espalhamento no silo em camadas
- 4 Calcamento/compactação
- 5 Fecho com filme plástico
- 6 Cobertura do plástico com materiais que exerçam pressão

Silagem em grandes fardos plastificados

- 1 Corte
- 2 Pré-secagem no campo
- 3 Recolha (recorte grosso) + Enfardagem
- 4 Transporte
- 5 Enrolamento do filme plástico.

Estes procedimentos destinam-se a criar condições de anaerobiose, pela redução do volume do ar na massa armazenada através do recorte e compactação, e pelo fecho hermético através do filme plástico, sendo o oxigénio residual consumido na respiração da forragem ensilada.

Com a anaerobiose obtida tão rapidamente quanto possível criam-se condições para uma fermentação láctica preferencial, a qual desde que haja um substrato fermentativo adequado reduz o pH da forragem ensilada para valores que permitem a sua conservação estável, valores que são da ordem de pH 4,0 para forragens com 20% MS e pH 4,5-5,0 para forragens com teores de 30-40% MS (3). A forragem assim estabilizada pode ser conservada por períodos mais ou menos longos a aguardar oportunidade de utilização, em geral mais de um mês e menos de um ano.

5.3.2- As fases de evolução, transformações e perdas na ensilagem

A ensilagem é um processo relativamente complexo, cuja compreensão beneficia de uma esquematização por fases e análise individualizada de processos, factores e técnicas, os quais na realidade são fortemente interdependentes. O estudo mais pormenorizado da ensilagem pode ser feito em *The Biochemistry of Silage* de McDonald e colaboradores (11).

Embora alguns autores considerem apenas três fases, Keith Bolen (9) sugere as quatro fases seguintes:

- fase aeróbica;
- fase fermentativa;
- fase estável;
- fase de utilização.

5.3.2.1- Fase aeróbica

A fase aeróbica desenrola-se desde o corte até à extinção do O₂ na massa ensilada, devendo ser o mais curta possível para uma boa conservação e redução de perdas. Nesta fase a forragem mantém actividade respiratória, consumindo açúcares e oxigénio e produzindo dióxido de carbono, água e calor. Para além disso as enzimas proteolíticas das plantas que se libertam degradam as proteínas em formas solúveis, reduzindo o valor proteico da forragem (9).

No caso de se realizar pré-secagem no campo, o que se justifica quando a forragem tem elevados teores de água no momento do corte ($\geq 78\text{-}80\%$), por forma a reduzir as perdas de efluentes e melhorar a conservação e qualidade da silagem, e ainda mais quando se destina à ensilagem em grandes fardos plastificados, a pré-secagem deve ser rápida, não mais de um dia, por forma a não acentuar as perdas próprias desta fase (3).

Nas ensilagens convencionais o recorte, a distribuição por camadas diárias de boa espessura no silo e a sistemática compactação contribuem para reduzir a fase aeróbica, mas acentuadamente nas ensilagens de mais elevada % de MS, assim como a rapidez de execução e do fecho hermético do silo, e mesmo a cobertura provisória com plástico se ocorrerem interrupções (2). Nas ensilagens em grandes fardos, o tipo de enfardadeira, a possibilidade de fazer recorte, normas práticas de operação e a rápida plastificação após a feitura dos fardos reduzem as perdas desta fase (12).

Nesta fase aeróbica multiplicam-se e desenvolvem alguma actividade as bactérias lácticas, o que é desejável, mas também as enterobactérias ou bactérias coliformes, anaeróbias facultativas, indesejáveis porque usam como substrato não só os açúcares mas também as proteínas, degradando-as, reduzem os nitratos (de que podem resultar produtos tóxicos como os nitritos e o óxido nitroso), e

dão origem a um ácido fraco, o ácido acético, que contribui pouco para a acidificação do meio (4). A maior duração desta fase favorece ainda o desenvolvimento de leveduras e bolores que posteriormente, na fase de abertura do silo e utilização da silagem, representam os maiores riscos de perdas e degradação.

O prolongamento da fase aeróbica no silo pode ainda conduzir a um aumento de temperatura devido ao calor libertado pela respiração dos tecidos vegetais e pela actividade dos microrganismos, o que se atingir valores superiores a 42-44 °C pode desencadear reacções “maillard”, com formação de polímeros entre açúcares e aminoácidos, reduzindo sensivelmente a digestibilidade, nomeadamente da fracção proteica (9).

5.3.2.2- Fase fermentativa

A fase fermentativa desenvolve-se desde o início das condições de anaerobiose até a forragem estabilizar num pH suficiente e adequado ao teor de água da massa ensilada. Em condições de boa prática, aproximadamente entre o 1º/2º dia e a 3ª semana após a ensilagem (13).

O início das condições de anaerobiose determina uma maior libertação de sucos celulares e enzimas, para o que já havia contribuído anteriormente o recorte da forragem, conduzindo assim a uma maior disponibilidade de açúcares fermentescíveis, quer pela sua libertação directa, quer pela actividade das enzimas glucidolíticas (nomeadamente amilases e hemicelulases) (4 e 9). Estes efeitos positivos são acompanhados por efeitos negativos especialmente em silagens com elevado teor em água (> 75%), como sejam a perda de nutrientes em efluentes e a continuação da actividade degradativa das enzimas proteolíticas (9).

Importância primordial tem nesta fase uma rápida multiplicação e actividade das bactérias lácticas (designadas em inglês pelo acrónimo LAB), que conduza a uma rápida e acentuada descida do pH da silagem, a melhor forma de reduzir as perdas e o risco de degradação da silagem. Para isso, além da disponibilidade de açúcares e da rapidez da criação de condições de anaerobiose, é necessária uma boa disponibilidade de bactérias lácticas e, de entre as diversas espécies presentes nas ensilagens, um predomínio das homofermentativas (9). De facto, a sua eficiência na produção de ácido láctico, e as quase nulas perdas a que conduzem, podem ser apreciadas em quadro comparativo de reacções e perdas provocadas nas ensilagens por fermentações microbianas que McGechan apresenta (14).

A disponibilidade inicial das bactérias lácticas depende da sua presença à superfície das plantas cultivadas no campo, que é diversa com as culturas e condições ambientais, sendo significativa em milho, registando-se um acentuado

desenvolvimento após o corte, nomeadamente no caso da pré-secagem em cordões no campo (13 e 15). Em caso de se supor deficitária esta população espontânea de bactérias lácticas, para o que podemos dispor apenas de alguns elementos indicativos (15), é possível adicionar inóculos, o que será abordado adiante em 5.3.4.

A rápida descida para valores próximos de pH 4,5 tem diversos efeitos e vantagens. Reduz ou anula a actividade proteolítica das enzimas, faz cessar a actividade desfavorável das enterobactérias, e evita o desenvolvimento e actividade das bactérias mais desfavoráveis, os clostrídios ou bactérias butíricas (4, 15 e 16). Estas últimas compreendem diversas espécies classificadas em dois grupos, as sacarolíticas e as proteolíticas, conforme o substrato que degradam. O grupo das sacarolíticas é inibido apenas a valores de pH $\leq 4,2$ quando o teor em água da ensilagem é elevado (4). Estas bactérias indesejáveis podem também ser controladas pela elevação da tensão osmótica, pelo que ensilagens com teores de MS $\geq 30\%$ conservam-se bem a valores de pH 4,5-5,0 (3 e 9).

A actividade destas bactérias conduz aos maiores prejuízos que podem ocorrer por fermentação nas silagens, quer pela degradação de açúcares e do ácido láctico com produção de ácido butírico (grupo das sacarolíticas), quer pela degradação dos aminoácidos (grupo das proteolíticas) com formação de diversos produtos, alguns dos quais com fortes efeitos na redução da palatibilidade da silagem (13 e 14).

A actividade da fase fermentativa é mais reduzida em silagens com elevados teores de MS e também quando são usados aditivos ácidos. A mais elevada percentagem de MS das silagens limita também a actividade das enzimas, quer das proteolíticas quer das glucidolíticas (3).

5.3.2.3- Fase estável

Concluída a fase fermentativa, geralmente após 3-4 semanas, a silagem entra numa fase de reduzida actividade desde que seja garantida a estanquicidade do silo. Para isso é necessária uma boa qualidade/impermeabilidade dos filmes plásticos, adequada colocação e pressão no caso dos silos convencionais, um número crescente de camadas e espessura adequada nos silos em grandes fardos destinados a uma conservação mais prolongada, e, em ambos os casos, evitar acidentes que danifiquem a cobertura plástica, ou, caso ocorram, proceder de imediato à sua reparação com fitas adesivas (2 e 12).

A entrada de ar nesta fase significa a deterioração aeróbica da zona da silagem em que o ar consiga penetrar, o que entre outros factores depende da compactação, porosidade e densidade do material ensilado. Esta deterioração, inicialmente semelhante à que ocorre na fase de utilização que a seguir se aborda,

prolongando-se acaba por permitir um grande desenvolvimento de bolores, com produção de micotoxinas e inutilização da massa afectada, a qual durante a utilização do silo deverá ser retirada e rejeitada.

5.3.2.4- Fase de utilização

A abertura dos silos para utilização da silagem na alimentação dos animais expõe a silagem ao ar, com a consequente penetração do oxigénio na “frente de ataque” ou superfície exposta da silagem.

Embora a espessura do material ensilado em que o oxigénio penetra seja reduzida (nas silagens com bom recorte e compactação) e os seus efeitos não muito acentuados nas primeiras 20 horas de exposição (17), e ainda porque os modernos equipamentos de desensilar (em blocos ou desensiladores-distribuidores) reduzem a superfície exposta pela maior regularidade do corte, a massa abrangida inicia imediatamente o processo de degradação aeróbica.

A densidade da silagem e a sua porosidade condicionam também a infiltração do ar, pelo que a dimensão do recorte da forragem, os seus teores de MS, o estado de maturação e teor em fibra, a pressão resultante da altura de armazenamento do silo e, com grande importância prática, a compactação realizada aquando do enchimento do silo, são factores a considerar para reduzir a susceptibilidade à degradação aeróbica (14).

A degradação aeróbica na fase de utilização deve-se sobretudo à actividade das enterobactérias, de leveduras e de bolores. Estes microrganismos usam como substrato os açúcares residuais que não sofreram fermentação, os ácidos orgânicos como o láctico e o acético, o etanol e outros nutrientes, conduzindo à elevação do pH e ao aquecimento da silagem afectada, o que por seu turno potencia a própria actividade microbiana (9 e 13). Numa primeira fase são as enterobactérias e as leveduras que desenvolvem maior actividade e provocam um primeiro aquecimento da silagem, com destaque para as primeiras no caso do milho silagem (17), e numa segunda fase é o desenvolvimento de bolores, os quais se a fase aeróbica se prolongar no tempo podem desenvolver-se acentuadamente com apreciáveis riscos, como seja a produção de micotoxinas (3).

As características da silagem que favorecem a actividade microbiana própria desta fase são o número de microrganismos presentes à partida, que depende do manejo da silagem na fase aeróbica inicial como já referido em 5.3.2.1, a existência de açúcares residuais não fermentados, a quantidade de ácidos orgânicos presentes que contrariem essa actividade microbiana, e o teor de MS da silagem já que silagens com mais elevado teor de água são menos susceptíveis (9 e 18).

As silagens de mais elevados teores de MS, em especial as ensiladas em

grandes fardos plastificados que são sujeitas a reduzida compactação, pelas suas características físicas e químicas podem ser mais susceptíveis a perdas e degradação aeróbica nesta fase, se a utilização se prolonga, sendo em caso de maior degradação susceptíveis ao desenvolvimento de bactérias patogénicas como é o caso da *Listeria monocytogenes* (3).

5.3.2.5- Perdas na ensilagem

As perdas que ocorrem nos processos de ensilagem podem ser classificadas em perdas de efluentes, por fermentações e por oxidação (infiltração ou contacto de ar), podendo ainda subdividir-se estas últimas conforme a fase da ensilagem em que ocorrem, a aeróbica ou de enchimento do silo, a fase estável e a fase de utilização (14).

As perdas por efluentes estão fortemente condicionadas pelo teor de MS das forragens ensiladas, o que conduziu a modelos de predição de perdas baseados apenas na percentagem de MS, embora outros factores as possam influenciar, como o tipo de forragens e a cultivar, a adubaçāo azotada, a intensidade de recorte e de compactação no silo, e, ainda, a utilização de aditivos ácidos ou de enzimas (2, 3 e 19).

As perdas por efluentes poderão significar valores da ordem de 200-300 litros/t de forragem com apenas 15% MS, com um pico diário de produção de 25-35 litros nos primeiros dias, mas tendem a anular-se para teores de MS próximos de 30% (2 a 19). Estes valores podem significar perdas de 6-8% da matéria seca em forragens com 15-17% MS ou 2,5-4% em forragens com 20% MS, arrastando diversos aminoácidos e outros constituintes solúveis em valores da ordem de 40-100 g MS L⁻¹ (3 e 14).

Para além das perdas directas, os efluentes das silagens representam um grave risco ambiental, já que têm um efeito poluente muito superior ao dos esgotos domésticos, pelo que no caso de ocorrerem com alguma expressão devem ser recolhidos em fossas ou tanques para espalhamento como fertilizante ou, com algumas restrições, utilizados na alimentação dos animais (2).

As perdas por fermentações com uma boa fermentação láctica são da ordem de apenas 4% MS, ou mesmo menos em silagens com baixo teor em água, mas no caso de uma má conservação que permita uma apreciável actividade dos clostrídios as perdas por fermentação podem agravar-se acentuadamente (14). Por isso deve-se ter cuidados adequados na limpeza dos silos e áreas anexas e evitar contaminações da forragem com terra ou com estrumes ou dejecções animais, seguindo um conjunto de normas práticas para o conseguir (2), para além de utilizar forragens em condições adequadas de ensilabilidade (5.3.3).

As perdas por oxidação (contacto de ar) ocorrem logo após o corte e

durante a fase de enchimento do silo (fase aeróbica), e devem-se em boa medida nesta fase ao consumo de açúcares na respiração. Estas perdas podem ocorrer depois ao longo do processo de armazenamento, conduzindo neste caso à degradação aeróbica e localizada nas zonas afectadas, com intervenção de leveduras e bolores, o que leva à inutilização dessas partes, nomeadamente a degradação de uma camada à superfície nos silos horizontais, com perdas que podem representar 3 a 12%, registando-se os valores mais elevados em forragens com pré-secagem no campo (14). Finalmente, na fase de utilização da silagem, volta a ocorrer degradação aeróbica na camada susceptível à infiltração do ar na frente de utilização, com degradação e perdas invisíveis devidas à acção de microrganismos já referida em 5.3.2.4.

Estas perdas por infiltração ou contacto de ar podem-se considerar de dois tipos; as visíveis que conduzem à deterioração e rejeição de uma parte da silagem, como é o caso da camada de superfície, e as invisíveis que se devem a oxidação de nutrientes, quer por acção de microrganismos quer devido à respiração das plantas na fase inicial.

As perdas invisíveis, incluindo as devidas às fermentações que são difíceis de avaliar separadamente das devidas à presença de O₂, podem apresentar valores de 10 a mais de 20% da matéria seca ensilada (14).

A estas perdas há que acrescentar possíveis perdas de campo nos processos em que se utiliza a pré-secagem, perda a que são especialmente sensíveis as leguminosas quando se utilizam equipamentos condicionadores para acelerar a fase de pré-secagem (20).

No seu conjunto as perdas em silagens de erva com ou sem pré-secagem tendem a ser menores com teores de MS da silagem de 25-30%, subindo nas silagens com teores mais baixos devido às perdas em efluentes, e, nas de teores mais elevados, devido ao crescimento das perdas de campo (2).

Embora se registe ainda escassez de dados sobre as perdas em silagens de grandes fardos plastificados, existem indicações de que as perdas totais poderão ser da mesma ordem ou menores que nos processos de ensilagem em silos convencionais (3).

5.3.3- A ensilabilidade das forragens

A ensilabilidade das forragens representa a diferente aptidão das culturas/forragens conseguirem uma boa conservação no silo sem necessidade de recurso a aditivos ou técnicas especiais para apoiar ou assegurar essa conservação.

As características intrínsecas das forragens que mais influenciam a ensilabilidade são o teor em açúcares solúveis (referidos em inglês pelo acrónimo WSC), o teor em matéria seca (% MS) e o poder ou capacidade tampão. A ensilabilidade é favorecida por valores mais elevados dos dois primeiros e

valores baixos de capacidade tampão, o que conduziu Weissbach e colaboradores a proporem uma equação de cálculo e intervalos padrão para a sua estimativa com base nestas três variáveis (14). Porém, as condições em que são conduzidas e recolhidas as forragens também influenciam a ensilabilidade, o que permitiu o estabelecimento de um sistema de pontuação para a prever no caso das silagens de erva (“Liscombe Star System”), atendendo à espécie cultivada, estado de maturação no corte, fertilização azotada, condições climáticas na época de corte e nos dias que o precedem, e ainda à intensidade de pré-secagem no campo (% MS) e ao tipo de equipamento e grau de recorte (14).

O teor em açúcares, o teor em MS e o poder tampão diferem conforme as espécies e o estado de maturação, sendo influenciados pela adubação azotada, pelas condições climáticas e ainda pelo período do dia e estação do ano. O teor em açúcares é mais baixo em leguminosas, em gramíneas perenes C₄, e em algumas C₃ como por exemplo o panasco. Tende a aumentar da manhã para a tarde, por efeito da radiação, e ao longo da Primavera, reduzindo-se por efeito da adubação azotada e de temperaturas elevadas (4). Os valores de açúcares solúveis (WSC) considerados mínimos para uma boa fermentação são de 25-30 g kg⁻¹ MV (3).

Quanto aos teores de matéria seca (% MS) um extenso inventário das condições de ensilabilidade de erva em agricultores do Reino Unido propõe como mínimos para elevada probabilidade de boa conservação sem aditivos 25,5 a 27% (21 e 22). O estado de maturação condiciona em primeiro lugar o teor de MS da forragem, mas a optimização do valor nutritivo e alimentar das forragens implica, sobretudo nas espécies de cortes múltiplos, que não se possa aguardar estados de maturação com os teores de MS mais adequados à conservação nos processos mais comuns de ensilagem, ou seja, valores de 25-40% MS. O teor de MS é mais reduzido em forragens intensamente fertilizadas com N, com tempo húmido, chuvoso, nublado e com baixas temperaturas, assim como em forragem cortada ao início da manhã (4).

A capacidade ou poder tampão representa o equivalente em ácido necessário para baixar o pH da unidade de MS de 6 a 4, medindo a resistência à alteração da acidez do meio. Apresenta diferenças sensíveis entre espécies, com valores mais elevados nas leguminosas e baixos no milho forrageiro, tendendo a ser mais elevado com a adubação azotada em gramíneas e a reduzir-se com a elevação da % MS da forragem (3, 15 e 16). Este poder tampão é atribuível em diferentes graus, conforme as espécies, aos sais de ácidos orgânicos, aos constituintes minerais e aos teores de proteína (4).

Para além destas condições essenciais à ensilabilidade das forragens, são ainda de considerar as condições que beneficiam o desenvolvimento e presença no momento do corte de microrganismos epífitos, quer desejáveis como as bactérias lácticas, quer indesejáveis como os clostrídios. Neste último caso

salientam-se os riscos das forragens contaminadas com terra ou com estrumes/chorume de aplicação recente, assim como erva acamada em condições de humidade elevada (2 e 4).

5.3.4- Pré-secagem e uso de aditivos

É possível nas nossas condições agro-ecológicas conservar forragens ensiladas em boas condições sem recurso a aditivos ou à realização de uma pré-secagem no campo para apoiar ou assegurar a conservação. Tal sucede com a forragem mais ensilada em Portugal, o milho forrageiro, o qual tem no momento ideal de corte teores de 32-35% MS, assim como com diversas gramíneas C₃ desde que o teor de MS à colheita seja ≥ 25-27% e o teor de açúcares suficiente (5.3.3).

Porém, caso as forragens a ensilar apresentem no momento de corte elevados teores em água (% MS ≤ 20-22%), ou tratando-se de forragens de baixa ensilabilidade (5.3.3), como sejam diversas leguminosas e algumas gramíneas tropicais perenes, os riscos de má conservação e de perdas mais elevadas são consideráveis, situações em que se deve recorrer à pré-secagem e/ou ao uso de aditivos.

A pré-secagem pode ser considerada uma alternativa interessante ao uso de aditivos para conservação da silagem, apresentando diversas vantagens e menores perdas se for rápida (3 e 23). Porém, uma pré-secagem prolongada com más condições climáticas, elevada humidade ou mesmo precipitação, favorece a proteólise enzimática e pode conduzir a apreciáveis perdas de campo (2 e 23).

A pré-secagem bem conduzida reduz ou elimina as perdas de efluentes, reduz os riscos de fermentação butírica, reduz o transporte de água para o silo, evita o uso de aditivos e dos efeitos negativos associados a alguns deles, melhora o valor alimentar da silagem e tem vantagens ambientais (4). Como aspectos negativos salientam-se os riscos das perdas de campo e o aumento das perdas aeróbicas por contacto e infiltração de ar (5.3.2.5).

A pré-secagem deve conduzir a forragem a teores de MS da ordem de 30-35% no caso de conservação em silos horizontais e a valores de 35-40% nas ensilagens em grandes fardos plastificados.

Os aditivos têm como objectivos reduzir as perdas e riscos e melhorar o valor alimentar da forragem ensilada, mas devem também permitir um manejo seguro do produto e da silagem e assegurar o retorno do seu custo de utilização (23).

Existe uma vasta gama comercial de aditivos para silagens, compostos de diversos produtos ou misturas, com recomendações de doses de aplicação e características para diferentes forragens (24). Os produtos podem ser agrupados

por características ou formas de actuação em algumas categorias, tal como por exemplo proposto por Henderson (23) em estimulantes, inibidores, nutrientes e absorventes, ou como Merry e colaboradores (3) agrupando-se simplesmente em químicos e biológicos.

Os aditivos estimulantes visam tornar mais rápida e eficiente a fermentação láctica. Podem-se usar culturas de bactérias lácticas, com predomínio das espécies homo-fermentativas e em particular do *Lactobacillus plantarum* (25), adicionar substâncias ricas em açúcares solúveis para fornecer substrato às bactérias lácticas, ou ainda adicionar enzimas glucidolíticas, por forma a hidrolisarem celuloses e hemiceluloses da forragem e aumentarem assim a disponibilidade de açúcares fermentescíveis.

Os inóculos com culturas de bactérias têm ganho predominância como aditivos para silagens na última década, dado serem mais seguros para quem aplica e para o equipamento, com custos mais acessíveis, quantidades de produto a aplicar mais pequenas, com menores riscos de má distribuição e com acrescida eficiência dos produtos mais recentes (3 e 9). Para serem mais eficazes a dose de aplicação deve ser $\geq 10^6$ células viáveis g⁻¹ forragem, conter uma mistura de espécies com boa capacidade de crescimento em diferentes níveis de acidez, serem culturas frescas e não congeladas, serem pulverizados em forma líquida aquando do recorte, e de preferência serem específicos para o tipo de forragem em que são usados (3 e 15). As principais limitações ou falta de eficácia registam-se quando a forragem tem escassez de açúcares fermentescíveis, ou quando o número de bactérias inoculadas não é suficientemente elevado (x 10) em relação às bactérias presentes espontaneamente na silagem (15).

A possibilidade de algumas estirpes de bactérias lácticas poderem utilizar como substrato a celulose ou frutanas, ou de poderem controlar o desenvolvimento de *Listeria*, ou ainda a inclusão nos inóculos de microrganismos capazes de controlar eficazmente os riscos de enterobactérias, de leveduras e de bolores na degradação aeróbica da silagem, são potencialidades em fase de investigação recente, que se tornarem acessíveis comercialmente virão consagrar significativamente este tipo de aditivos, os quais já tiveram uso muito alargado nos últimos anos (3).

A adição de substâncias ricas em açúcares solúveis, em geral subprodutos das indústrias alimentares, depende muito do seu custo e interessa considerar apenas quando na forragem os seus conteúdos são < 25 g kg⁻¹ MV. Porém, em geral isso sucede em erva jovem cortada com baixos teores de MS, o que determina que parte dos açúcares adicionados se perca nos efluentes.

Finalmente neste grupo dos aditivos estimulantes as enzimas visam não só fornecer açúcares para a fermentação através da hidrólise de celuloses, hemiceluloses e amido, como com esta acção melhorar a digestibilidade da forragem (15). A sua actuação pode provocar aumento da perda de efluentes

em silagens com maior teor em água, sendo por isso recomendados apenas para silagens com 30-40% MS e escassez de açúcares solúveis, mas os seus efeitos têm sido pouco consistentes e os resultados contraditórios (embora em alguns casos promissores) em ensaios de alimentação animal (4, 15 e 16). É contra indicado o seu uso em silagem de milho pelos riscos acrescidos de degradação aeróbica aquando da utilização (15). São preferentemente comercializados em misturas com culturas de bactérias lácticas.

Os aditivos classificados de inibidores são de dois tipos, sendo o principal o que agrupa substâncias químicas que visam controlar as fermentações no silo, como sejam ácidos, minerais ou orgânicos, com destaque respectivamente para o ácido sulfúrico e o ácido fórmico, conduzindo a acidificação rápida e directa do meio. Este grupo compreende ainda substâncias bactericidas como o formaldeído e diversos sais ácidos. É frequente a comercialização de produtos com misturas de ácido fórmico e formaldeído. A acção destes aditivos está dependente das doses aplicadas e estão indicados para a conservação de forragens com baixos teores de MS (< 22%) e de açúcares solúveis, pela substituição da fermentação láctica e rápido controlo das enzimas proteolíticas e das bactérias indesejáveis (4, 21 e 23). Pese embora a sua alta eficiência como conservantes, a sua utilização tem vindo a decrescer devido aos riscos que acarretam, desde a corrosão dos equipamentos, aos riscos para os animais, e mesmo riscos de aplicação para as pessoas, os quais já levaram alguns países a proibir a utilização de alguns deles, como p. ex. o formaldeído (3 e 23).

Os aditivos inibidores compreendem ainda um segundo tipo, aparentemente de menor importância, cujo objectivo é controlar a degradação aeróbica pós-fermentativa, aquando da utilização da silagem, no qual se destaca o ácido propiónico. A sua acção depende das doses utilizadas e parece só se justificar economicamente em silagens de muito baixa estabilidade aeróbica (15 e 23), como pode ser o caso da silagem de milho utilizada durante o tempo quente de Verão.

Merecem ainda referência os outros dois grupos de aditivos, os nutrientes e os absorventes. Os nutrientes não têm como objectivo principal melhorar a conservação da silagem, mas sim melhorar o seu valor nutritivo para os animais, como indica a sua classificação. Trata-se sobretudo de produtos azotados não proteicos, como a ureia ou o amoníaco, visando melhorar o valor proteico de forragens como o milho, sorgo ou cereais praganosos imaturos, embora possuam algum efeito como inibidores da degradação aeróbica das silagens e de degradação enzimática das proteases (15). A sua capacidade de melhorar a digestibilidade da forragem também pode ser considerada, mas os seus efeitos acrescidos na fermentação e os riscos de má distribuição contribuem para que os resultados na alimentação animal sejam inconsistentes (25). Para além destes utilizam-se produtos contendo diferentes constituintes minerais, nomeadamente

microelementos, por forma a satisfazer as necessidades específicas dos animais.

Finalmente os absorventes são utilizados com o objectivo de reduzir as perdas por efluentes em silagens com elevado teor em água, usando-se para isso produtos fibrosos secos como polpa de beterraba açucareira, grãos secos de destilarias ou mesmo palha, mas as grandes quantidades necessárias para um efeito significativo tornam esta técnica de duvidoso interesse económico (23).

5.3.5- Alternativas de equipamentos e tipos de silos

As inovações tecnológicas e a sua divulgação têm contribuído para o crescimento da conservação das forragens por ensilagem em relação aos outros processos de conservação. Estas inovações têm permitido não só uma maior eficiência de trabalho, mas também a redução das necessidades de investimento e dos riscos de perdas associados tradicionalmente a este tipo de conservação.

Merece destaque o desenvolvimento da tecnologia dos grandes fardos plastificados, com diversas vantagens em relação aos processos convencionais, em particular pelo facto de dispensar o investimento em estruturas de conservação (silos), mas também com desvantagens como seja uma maior exigência de mão-de-obra e riscos acrescidos de acidentes e perdas durante a conservação por rompimento da cobertura plástica (12 e 16).

Especial atenção merecem neste processo as características de trabalho e normas de operação dos diferentes tipos de enfardadeiras, as características e número de camadas de filme plástico, e as condições e cuidados a observar no armazenamento (10 e 12).

A alternativa de ensilagem em silos plásticos em forma de tubo, quer com equipamento específico quer com o embalamento de sequências de grandes fardos redondos, não tem suscitado grande adesão, nomeadamente pelos riscos acrescidos de degradação aeróbica e menores facilidades de manuseamento (12 e 16).

A pré-secagem, técnica particularmente adequada em forragens cujo corte é realizado com elevado teor em água, quer como alternativa ao uso de aditivos, quer como técnica associada à conservação em grandes fardos plastificados, tem beneficiado também do desenvolvimento de novos equipamentos condicionadores de elevada performance, que garantem uma rápida secagem e redução de perdas (3).

A rapidez de execução das ensilagens convencionais, que permite reduzir as perdas aeróbicas e as perdas por fermentação (5.3.2), tem beneficiado substancialmente com os novos equipamentos automotrizes de colheita, os quais permitem eficiências e velocidade de execução substancialmente mais elevados em relação aos equipamentos montados.

A utilização de desensiladores de blocos e de desensiladores-distribuidores, assim como a divulgação dos equipamentos de mistura integral dos arraçoamentos (designados por “unifeed” ou “TMR”) em especial em estábulos leiteiros, tem beneficiado a utilização e valor nutritivo das silagens, tendo-se já desenvolvido as recomendações do tamanho das partículas das silagens de milho mais adequadas a este tipo de utilização (26).

Finalmente uma referência a que as possibilidades de construção de silos horizontais convencionais baseados na montagem de materiais pré-fabricados permite hoje em dia uma flexibilidade de construção e adaptação com possíveis vantagens (27), relativamente à construção em moldes tradicionais.

5.3.6- As características e qualidade das silagens

As características e qualidade das silagens dependem das características e valor alimentar das forragens no momento de corte e das alterações a que são sujeitas no processo de conservação. Desde logo o teor de MS depende do seu valor aquando do corte da forragem, mas pode sofrer alterações sensíveis com a tecnologia adoptada (pré-secagem), e o seu valor no silo condiciona de forma marcada outras características como sejam a densidade e o pH (2 e 3).

Ao apreciar a qualidade das silagens devemos ter presente que é possível fazê-lo por diferentes prismas, nomeadamente usando indicadores da qualidade da fermentação/conservação, ou indicadores do valor alimentar, sabendo que as respostas de produção animal não são obrigatoriamente concordantes com os indicadores de qualidade de conservação (3).

A qualidade das silagens pode ser apreciada por diferentes parâmetros, que podem ser considerados isoladamente mas devem ser apreciados em conjunto, os quais podemos agrupar em características sensoriais, parâmetros químicos de conservação e parâmetros de valor alimentar.

As características sensoriais como cor, cheiro e textura podem fornecer valiosas indicações (2), as características de conservação de que se destacam o pH, a %NH₃ no N total e os teores em ácidos orgânicos (láctico, acético e butírico) permitem avaliar a extensão e qualidade das fermentações (28), e indicadores como a digestibilidade do alimento, teor e degradabilidade da proteína, ingestão, e, no caso do milho silagem o teor em amido, permitem estimar o valor alimentar (29). Merry e colaboradores (3) salientam a importância crescente de avaliar a fracção das proteínas não hidrolisadas, já que a sua degradação nas silagens não só por efeito das fermentações mas pela extensão da hidrólise enzimática, conduz à dessincronização da disponibilidade de N e energia no rúmen, o que afecta sensivelmente a utilização das silagens pelos animais (1 e 3).

Por razões de aplicabilidade e economia será corrente fazer a avaliação

sensorial e usar apenas alguns parâmetros, como por exemplo a %NH₃ no N total como indicador da conservação, e a digestibilidade (“D”) para predizer a resposta animal (2).

Outras características, porém, podem contribuir de forma apreciável para o valor alimentar das silagens, e consequentemente para as respostas produtivas dos animais. De entre estas podemos destacar o teor de MS, assim como o grau de recorte (tamanho das partículas), com efeitos significativos nas quantidades ingeridas (1). O grau de recorte tem-se revelado de grande importância na alimentação de vacas leiteiras de elevada potencialidade produtiva, não só para maximizar a sua eficiência de utilização, como para assegurar um processo digestivo normal, evitando os riscos de excessivo recorte, como sejam o síndroma da gordura do leite, a acidose do rúmen ou o deslocamento do abomaso (4 e 26).

Outros possíveis riscos ou efeitos depressivos na saúde e produção dos animais pela utilização das silagens devem ser tidos em conta na avaliação da qualidade, como sejam os riscos de *Listeria monocytogenes* e *Clostridium botulinum*, especialmente em silagens de grandes fardos plastificados (12). Em silagens ou em partes sujeitas a mais prolongada degradação aeróbica em que se desenvolvam bolores existe o risco da presença de micotoxinas, pelo que devem ser rejeitadas essas partes afectadas, nomeadamente a camada de superfície, e adoptadas precauções na condução e uso da silagem (30).

5.4- A fenação

5.4.1- Características e estado de desenvolvimento das forragens

As características das plantas e o estado de desenvolvimento em que são cortadas condicionam a qualidade dos fenos que se obtêm, quer pela maior ou menor susceptibilidade das diferentes espécies às perdas no processo de fenação, quer pela influência do estado de desenvolvimento no valor nutritivo e alimentar da forragem.

A maior facilidade de secagem e fenação das gramíneas em contraste com as leguminosas, assim como as maiores perdas a que estas últimas são sujeitas no processo de fenação, estão documentadas em diversos trabalhos (p. ex. 8 e 31).

As diferenças registadas entre folhas e caules no processo de secagem, devido ao facto destes serem mais espessos, terem uma menor superfície específica, água localizada mais longe da superfície e bem menor número de estomas, determina uma secagem não homogénea das plantas que prolonga os períodos de fenação e aumenta os riscos de perdas nas espécies em que estas diferenças são mais acentuadas (8).

As espécies apresentam diferentes ritmos de secagem, destacando-se nas gramíneas perenes temperadas a festuca alta com uma taxa de secagem mais elevada e o azevém perene mais baixa, mas mesmo assim mais elevada que a da luzerna (31 e 32). O trevo violeta como leguminosa que é tem uma secagem lenta, agravada pelo facto de sendo uma planta vilosa esta característica (pubescência) atrasar ainda mais o processo de secagem (31).

O estado de maturação ou de desenvolvimento em que as plantas são cortadas importa sobremaneira ao processo de fenação, já que condiciona o teor em água, a composição morfológica e o valor nutritivo e alimentar (8). O teor em água reduz-se com o avançar da maturação, embora numa mesma cultura a variação do início da manhã para o fim da tarde possa chegar a 30 g kg^{-1} (31). A composição morfológica revela uma evolução de que se destaca a redução da participação das folhas e o aumento dos caules no total da planta, e o valor nutritivo e alimentar decresce em geral progressivamente com o avançar da maturação. Em gramíneas C₃ a digestibilidade da MS no estado vegetativo é da ordem de $800\text{-}850\text{ g kg}^{-1}$, decrescendo com o avançar da maturação a um ritmo de $3\text{-}5\text{ g dia}^{-1}$ até valores da ordem de apenas 500 g kg^{-1} (32).

O facto dos cortes para feno, pela maior susceptibilidade e exigência de condições climáticas, serem executados em estados de desenvolvimento mais avançados que os cortes das mesmas culturas para ensilar, é a principal razão para os mais baixos valores nutritivos e resultados de produção animal que se obtêm com o feno (1).

5.4.2- Descrição geral, condições e operações de execução

A fenação significa a conservação de forragens que são cortadas em geral com teores de água de 70-80%, fazendo-as perder água sobretudo ou apenas à custa da energia solar, pela secagem parcial ou total no campo até valores de apenas 15-20% de água, a que são recolhidas (enfardadas) e armazenadas. Significa isto que por cada kg de feno a forragem tem de perder 2-4 kg de água (8). Alternativamente, com custos acrescidos e não muita divulgação, os fenos poderão ser recolhidos com 35-40% de água, para completar a secagem em armazém com ventilação forçada, ou com recurso a conservantes em fenos armazenados com 25-30% de água (32).

Esta perda de água no campo, que deve ser conseguida no mais curto espaço de tempo para reduzir perdas de MS e de valor nutritivo, é influenciada por três ordens de factores:

- características das plantas;
- características da distribuição da erva no campo;
- condições ambientais.

As características das plantas foram já referidas em 5.4.1.

A distribuição da erva no campo condiciona a superfície de exposição e consequentemente a evaporação, nomeadamente pela espessura e densidade dos cordões de erva e pela manipulação que é possível fazer da superfície exposta através de operações como o espalhamento, o reviramento e o encordoamento.

As principais condições ambientais que influenciam a secagem do feno são a radiação solar, a temperatura do ar, a humidade relativa, o vento e a humidade do solo (31). A radiação tem uma importância acentuada (33), já que a energia recebida é utilizada sobretudo nos gastos inerentes ao processo de evaporação, embora os seus efeitos em forragem encordoadas se concentrem à superfície reduzindo-se sensivelmente nas partes inferiores (31). A humidade relativa, importante sobretudo em climas mais frios, deverá apresentar valores inferiores a 70-75% para se conseguir < 20% de água no feno, e o vento favorece a evaporação até valores de $2,2 \text{ m s}^{-1}$ à superfície da forragem (32).

Após o corte, que deve ser realizado com boas condições de tempo e previsão meteorológica favorável para os dias seguintes, a secagem é inicialmente rápida, já que os estomas permanecem abertos 1 - 2 horas após o corte e permitem uma elevada perda de água, sobretudo pelas folhas onde a densidade de estomas é mais elevada, passando-se depois a uma fase bem mais lenta de transpiração cuticular (8).

O processo de secagem, para além de beneficiar das condições ambientais atrás referidas, pode ser acelerado pela utilização de condicionadores aquando do corte (ver 5.4.4), e pela manipulação da forragem através de reviramento e espalhamento, técnicas que isoladamente ou em conjunto produzem diferentes ritmos e períodos de secagem (31, 34 e 35). Porém, o uso de condicionadores pode conduzir a perdas acrescidas quando ocorrer chuva durante a fenação, e o reviramento e espalhamento apenas devem ser realizados quando a forragem ainda tem elevados teores em água (> 50%) ou após rehumedecimentos, já que em outras condições poderão também agravar perdas mecânicas, sobretudo em leguminosas (ver 5.4.3).

Quando a forragem atinge 40-30% de água deve ser encordoadas, por forma a reduzir perdas mecânicas (5.4.3), de preferência ao início do dia em que vai ser enfardada (31). Segue-se então a operação de enfardamento, quer nos tradicionais fardos paralelepípedicos de pequeno tamanho ($15-30 \text{ kg fardo}^{-1}$), quer em fardos de grandes dimensões, cilíndricos ou paralelepípedicos.

O enfardamento deverá ser realizado com teores próximos de 20% de água em pequenos fardos, mas menores de 18% em fardos de grandes dimensões, já que nestes a possibilidade do feno continuar a perder água é reduzida, e os riscos durante o armazenamento agravam-se. Segundo Démarquilly (8) a garantia de inactivação dos enzimas das plantas e de evitar desenvolvimento de bactérias, leveduras e bolores, consegue-se apenas com $\leq 15\%$ de água.

O feno assim enfardado deve ser armazenado em condições que evitem o humedecimento, normalmente sob abrigo, embora sobretudo com os fardos de grandes dimensões se pratique o armazenamento ao ar livre. Este último incorre porém em perdas apreciáveis (5.4.3), pelo que deverão ser adoptados procedimentos mínimos no que respeita à zona de assentamento, preferivelmente em paletes, e à cobertura com plástico para evitar a infiltração da água da chuva (36).

Durante o processo de secagem no campo pode ocorrer rehumedecimento do feno, quer por se registarem elevados teores de humidade relativa do ar (80-100%), quer por condições que propiciem a formação de orvalho. Estes efeitos são minimizados pela redução da superfície de exposição da forragem, ou seja, pelo encordoamento (31). Mais grave é o rehumedecimento por ocorrência de chuva, com efeitos mais pronunciados se a quantidade de precipitação for elevada e o seu período de ocorrência prolongado, podendo em casos extremos conduzir à putrefacção do feno por bolores (8 e 31).

5.4.3- Principais tipos de perdas

As perdas que ocorrem na fenação podem-se agrupar nas seguintes categorias:

<u>Perdas de campo</u>	<u>Perdas de armazém</u>
- respiração	- armazenamento
- mecânicas	- ventilação
- lixiviação (ocorrência de chuva)	(em caso de secagem forçada)

As perdas por respiração significam um decréscimo de açúcares solúveis e consequentemente de digestibilidade, e ocorrem até a forragem atingir 60-75% MS, sendo mais elevadas com maior percentagem de água, de açúcares solúveis na planta e temperaturas mais elevadas, embora haja resultados que sugerem que acima de 25 °C não aumentam mais as perdas por respiração (7, 8 e 37). Em simultâneo com a respiração processa-se alguma hidrólise enzimática de proteínas com aumento da fracção de azoto não proteico, embora sem perdas directas de N (8 e 37). As perdas por respiração podem ser muito agravadas quando ocorre chuva e rehumedecimento, com prolongamento do período de secagem, podendo em casos desfavoráveis atingir 8-10% MS (7).

As perdas mecânicas (ou físicas) devem-se à perda de partes das plantas ao longo de todo o processo de campo e podem ter diferentes origens, sendo

normalmente mais agravadas na fenação de leguminosas. Desde logo no corte, sobretudo na forragem acamada, e ainda com o uso de condicionadores mais agressivos, podem-se registar perdas. Durante o processo de secagem, sobretudo a partir de valores de 55-60% MS, o feno revela crescente susceptibilidade a perdas mecânicas quando é mexido, seja por reviramento, espalhamento, encordoamento, ou na operação de enfardamento. Estas perdas são acrescidas quando a forragem foi condicionada no corte, quando foi cortada, revirada ou encordoadas com equipamento mais agressivo, e ainda mais quando se trata de leguminosas em que o destacamento das folhas é mais fácil (7, 8 e 37).

O enfardamento em fardos de grandes dimensões pode provocar menores perdas mecânicas, mas em luzerna, por exemplo, e sobretudo com baixos teores de água (15-20%) as perdas podem ser muito elevadas, razão porque em regiões quentes é recomendado enfardar de noite (32 e 36).

Para além das perdas mecânicas por destacamento de folhas ou pequenas porções da forragem, registam-se perdas na recolha, em especial em cordões pouco densos (7 e 37).

As perdas por lixiviação ocorrem quando se regista chuva em quantidade suficiente para ocasionar escorrimento e arrastamento de constituintes solúveis, açúcares, compostos azotados não proteicos, substâncias minerais, e vitaminas, afectando o valor nutritivo (8 e 37). As perdas por ocorrência de chuva são tanto maiores quanto mais elevada a percentagem de MS do feno quando a chuva ocorre e quanto maior e mais prolongada for a precipitação (7 e 8). As perdas por ocorrência de chuva são agravadas em forragem sujeita a condicionamento, o qual facilita a lavagem dos nutrientes, e não se limitam a estas perdas directas, pois indirectamente agravam as perdas por respiração e as perdas mecânicas (35). As perdas por ocorrência de chuva podem atingir valores da ordem dos 15% de MS e, em casos extremos, pode ocorrer a perda total do feno por putrefacção no campo em condições de chuva prolongada e elevada humidade (7 e 8).

As perdas totais de campo dependem muito das condições em que decorre o processo de fenação e do tipo de plantas, podendo variar de 10% em gramineas e com boas condições de fenação, a mais de 50% em leguminosas com más condições (7 e 37). Dulphy (7) propõe um sistema simplificado de estimativa de perdas em diferentes processos e condições de fenação.

As perdas de armazenamento são proporcionais ao teor de água com que o feno é armazenado. Mesmo na secagem por ventilação isso se verifica, com valores quase desprezíveis com feno recolhido com 78% de MS, mas que podem chegar a 9% em feno recolhido com 60% de MS (7).

As perdas de armazenamento propriamente dito, quando em abrigo são baixas ($\approx 2\%$) se o feno tiver teores de água $< 20\%$, mas crescem progressivamente com o aumento do teor em água do feno (1% por cada 10 g

de água a mais kg^{-1} feno), assim como com elevadas temperaturas e humidade relativa ambiente ($> 20^\circ\text{C}$ e $> 70\%$ HR), com riscos de aquecimento e desenvolvimento de bolores (31 e 35). O aquecimento do feno húmido pode ser contido dentro de limites aceitáveis (até $50\text{-}60^\circ\text{C}$ ao fim de uma semana, e depois baixar, provocando apenas perdas de digestibilidade pelas reacções de tipo “maillard”), ou pode aumentar até valores de 70°C , situação que favorece o desenvolvimento de reacções químicas que agravam o aquecimento, podendo atingir os 170°C e entrar em combustão espontânea (36).

O armazenamento de grandes fardos ao ar livre, sem as precauções atrás referidas (5.4.2), pode conduzir a elevadas perdas, já que o humedecimento de uma espessura de apenas 10 cm afecta 20 a 25% do feno, e provoca sensível abaixamento da digestibilidade do material afectado, embora a nível de PB não haja que recear perdas quantitativas (36). As perdas de armazenamento em grandes fardos cilíndricos podem ser de 2,5-3,8% em abrigo e de 9 a 15% ao ar livre (36).

5.4.4- O uso de condicionadores, conservantes ou secagem forçada

Quando é baixa a probabilidade de se conseguir um número de dias suficientes de boas condições meteorológicas para assegurar uma adequada secagem natural, há três hipóteses alternativas que permitem reduzir o tempo de secagem do feno no campo.

Em primeiro lugar o uso de condicionadores, mecânicos ou químicos, com predominância para os primeiros, visando acelerar o ritmo de perda de água (31). Os condicionadores mecânicos são equipamentos de diferentes tipos que associados à máquina de corte amolgam, esmagam longitudinalmente os caules, fazem um tratamento abrasivo ou a maceração da forragem, rompendo a cutícula e permitindo mais que duplicar a taxa de perda de água por hora, promovendo uma secagem mais homogénea de caules e folhas (31 e 32). O caso mais extremo é o da maceração, em que as plantas são literalmente esfarrapadas, com custos mais elevados mas permitindo a secagem em apenas um dia (31). Como já referido em 5.4.3, no caso (menos provável) de ocorrer chuva, o condicionamento agrava as perdas, especialmente na técnica de maceração (38).

O condicionamento químico, experimentado já com diferentes estratégias e tipos de produtos aplicados, apenas se tem revelado de interesse prático em leguminosas, com a aplicação de produtos à base de carbonato de potássio ($3\text{-}4 \text{ g kg}^{-1}$ forragem), podendo associar-se, com efeitos aditivos, ao condicionamento mecânico (31).

As duas restantes hipóteses são aplicáveis quando não há condições para terminar a secagem no campo, ou seja, quando não se consegue levar o feno a

atingir no campo $\leq 20\%$ de água, ou por impossibilidade ou por riscos elevados de perdas (5.4.3). Em primeiro lugar a alternativa de dispor de sistemas de secagem forçada por ventilação em abrigo, com ar quente ou frio, que permite recolher feno enfardado com 30-40% de água, e completar a secagem em armazém, com custos mais elevados em instalações e energia, mas com riscos de perdas muito reduzidos (35). Em segundo lugar o armazenamento de feno húmido ainda, com teores de água na ordem dos 25-30%, aplicando conservantes, ácidos orgânicos ou misturas de ácidos com sais, nomeadamente o ácido propiónico e o propionato de amónio (32 e 36). Um outro grupo de produtos conservantes, que permitem também preservar o feno húmido do desenvolvimento de leveduras e bolores, é o do amoníaco ou compostos azotados que lhe dêem origem, como a ureia, os quais são mais recomendados para fenos de baixo valor nutritivo, dada a possibilidade de produzirem melhorias da digestibilidade e valor proteico, embora sujeitos a riscos na aplicação e utilização pelos animais (36).

5.4.5- As características e qualidade dos fenos

A qualidade dos fenos deve ser correctamente apreciada por análises do seu valor nutritivo. Frame (35) propõe a classificação da qualidade dos fenos baseada nos valores apresentados no Quadro 5.1.

Quadro 5.1- Análise da composição e qualidade dos fenos. Adaptado de Frame (35)

Parâmetros	Qualidade dos fenos		
	Boa/M. ^o boa	Boa/Média	Baixa
Teor de MS (g kg^{-1})	900	850	800
Proteína bruta (g kg^{-1} MS)	150	100	50
Digest. MO na MS ("D" em %)	65	55	50
Energia metabolizável (MJ kg^{-1} MS)	10,5	9,0	8,0

Porém, outros aspectos devem ser apreciados e a observação directa e avaliação sensorial podem fornecer indicações. Assim, o tipo de planta, o estado de desenvolvimento, a percentagem ou participação relativa de folhas, o cheiro (maus cheiros indicam degradação e cheiro a tabaco reacções "maillard"), a cor (castanha indica reacções "maillard", escura desenvolvimento de bolores e amarela-esverdeada menor degradação fotoquímica de carotenos e clorofila), e a eventual presença de outros materiais ou de bolores devem ser investigados.

Os fenos podem ainda comportar riscos de utilização que limitam fortemente o seu valor, de que se destacam os associados ao desenvolvimento de bolores em fenos armazenados com humidade excessiva, os quais constituem

risco elevado de doença pulmonar para pessoas que os manipulam e para os animais que os consomem, revelando os cavalos maior susceptibilidade (32 e 35). O processo de fenação reduz em geral a presença de componentes tóxicos na forragem, mas nem sempre em níveis inteiramente seguros, pelo que se deverá adoptar precauções em forragens com toxicidade reconhecida (32).

5.5- Outros processos de conservação

Para além dos dois grandes processos de conservação atrás abordados, existem outras hipóteses de conservação com muito menor significado, de que se destaca a desidratação artificial.

A desidratação artificial é a secagem muito rápida (pouco minutos) em instalações específicas, sujeitando a forragem à acção de uma corrente de ar quente (300 - 1 000 °C), que tem elevados consumos energéticos, aproximadamente 9 MJ kg⁻¹ MS (6), mas preserva a forragem com perdas mínimas, nomeadamente em vitaminas e pigmentos, o que a torna interessante não só para alimentação de ruminantes e outros herbívoros domésticos, mas também de suínos e aves (32). A forragem desidratada é em geral peletizada ou prensada em cubos, por forma a facilitar a sua comercialização e utilização.

A desidratação é uma técnica muito dependente dos custos da energia, e da atribuição de subsídio específico no âmbito da PAC (1.7.2.3), sendo praticada em maior escala em França e Espanha, países que detêm maiores quotas, estando prevista a instalação de uma unidade em Portugal na área do regadio do Alqueva.

Alguns autores consideram ainda como processo específico de conservação a feno-silagem, em que a forragem é seca até 40-60% de MS, sendo então ensilada em silos verticais, após intenso recorte (32).

Referências

- (1) JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C.; DULPHY, J. (1982). Forage conservation. In *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*, J.B. Hacker (ed.), CAB, UK, pp. 363-387.
- (2) FRAME, John (1992). *Improved Grassland Management*. Farming Press, Ipswich, UK, pp. 209-232.
- (3) MERRY, R.; JONES, R.; THEODOROU, M. (2000). The conservation of grass. In *Grass. Its Production & Utilization*, 3rd ed., Alan Hopkins (ed.), Brit Grassl. Soc. & Blackwell Science, pp. 196-228.
- (4) O'KIELY, P.; MUCK, R.E. (1998). Grass silage. In *Grass for Dairy Cattle*, J.H. Cherney and D.J. Cherney (eds.), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 223-251.
- (5) PFIMLIN, A.; CORROT, G. (1994). Evolution des systèmes de récolte des fourrages dans quelques pays d'Europe. Place de l'enrubannage. *Fourrages*, **138**:205-216.
- (6) THIÉBEAU, P.; JUSTES, E.; VANLOOT, P. (2001). Filière luzerne en France. Des atouts en faveur de l'environnement. *Perspectives Agricoles*, **266**:32-36.
- (7) DULPHY, J.P. (1987). Fenaçon: pertes en cours de récolte et de conservation. In *Les fourrages secs: récolte, traitement et utilisation*, C. Démarquilly (ed.), INRA, Paris, pp. 103-124.

- (8) DEMARQUILLY, C. (1987). La fenaison: évolution de la plante au champ entre la fauche et la récolte: perte d'eau, métabolisme, modifications de la composition morphologique et chimique. In *Les fourrages secs: récolte, traitement et utilisation*, C. Démarquilly (ed.), INRA, Paris, pp. 23-46.
- (9) BOLSEN, Keith K. (1995). Silage: basic principles. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture*. Volume II, Robert F. Barnes, Darrel A. Miller and C. Jerry Nelson (eds.), 5th edition, Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 163-176.
- (10) FERNANDES, António (2000). *Silagens em fardos redondos plastificados*. Ficha Técnica 86, ed. DRAEDM, 4 pp..
- (11) McDONALD, P., HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. (1991). *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed., Chalcombe Publications, UK, 340 pp..
- (12) OHLSSON, C. (1998). Grass baleage. In *Grass for Dairy Cattle*, J.H. Cherney and D.J. Cherney (eds.), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 253-282.
- (13) ROBERTS, Craig A. (1995). Microbiology of stored forages. In *Post-harvest physiology and preservation of forages*, Kenneth Moore and Michael Peterson (eds.), CSSA Special Publication 22, ASA/CSSA, Madison, USA, pp. 21-38.
- (14) MCGECHAN, M.B. (1990). A review of losses arising during conservation of grass forage: part 2, storage losses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **45**:1-30.
- (15) MUCK, R.E.; KUNG, L. Jr. (1997). Effects of silage additives on ensiling. In *Silage: Field to Feedbunk*, Proceedings from the silage: field to feedbunk North American Conference, Pennsylvania, Feb. 11-13, 1997, pp. 187-199.
- (16) JASTER, E.H. (1995). Legume and grass silage preservation. In *Post-harvest physiology and preservation of forages*, Kenneth Moore and Michael Peterson (eds.), CSSA Special Publication 22, ASA/CSSA, Madison, USA, pp. 91-115.
- (17) MUCK, R.E.; PITTS, R.E. (1994). Aerobic deterioration in corn silage relative to the silo face. *Transactions of the ASAE*, **37**(3):735-743.
- (18) PITTS, R.; MUCK, R.; PICKERING, N. (1991). A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Science*, **46**:301-312.
- (19) JONES, D.I.; JONES, R. (1995). The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **60**:73-81.
- (20) BORREANI, G.; TABACCO, E.; CIOTTI, A. (1999). Effects of mechanical conditioning on wilting of alfalfa and italian ryegrass for ensiling. *Agronomy Journal*, **91**:457-463.
- (21) HAIGH, P.M. (1996). The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of bunker-made grass silage on commercial farms in England 1984-91. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **64**:249-259.
- (22) HAIGH, P.M. (1996). The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of bunker-made grass silage on commercial farms in Wales 1987-93. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **64**:261-270.
- (23) HENDERSON, Nancy (1993). Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*, **45**:35-56.
- (24) ANÓNIMO (2000). Tableau comparatif de conservation. Additifs et agents d'ensilage. *Cultivar*, supplément élevage n° **12**, pp. 24-29.
- (25) KUNG, L.Jr.; MUCK, R.E. (1997). Animal response to silage additives. In *Silage: Field to Feedbunk*, Proceedings from the silage: field to feedbunk North American Conference, Pennsylvania, Feb. 11-13, 1997, pp. 200-210.
- (26) HENRICH, A.J.; LAMMERS, B.P. (1997). Particle size recommendations for dairy cattle. In *Silage: Field to Feedbunk*, Proceedings from the silage: field to feedbunk North American Conference, Pennsylvania, Feb. 11-13, 1997, pp. 268-278.

- (27) ANÓNIMO (2000). Les silos-couloirs: les choisir selon ses besoins. *Cultivar*, supplément élevage n° 12, pp. 33-34.
- (28) ANÓNIMO (1978). Bases théoriques de l'ensilage. *Perspectives Agricoles*, 15, Mai 1978 - Special Ensilage, pp. 10-33.
- (29) CHASE, Larry E. (1997). What should we analyze silage for? In *Silage: Field to Feedbunk*, Proceedings from the silage: field to feedbunk North American Conference, Pennsylvania, Feb. 11-13, 1997, pp. 257-261.
- (30) GOTLIEB, Alan (1997). Causes of mycotoxins in silages. In *Silage: Field to Feedbunk*, Proceedings from the silage: field to feedbunk North American Conference, Pennsylvania, Feb. 11-13, 1997, pp. 213-221.
- (31) ROTZ, C. Alan (1995). Field curing of forages. In *Post-harvest physiology and preservation of forages*, Kenneth Moore and Michael Peterson (eds.), CSSA Special Publication 22, ASA/CSSA, Madison, USA, pp. 39-66.
- (32) COLLINS, M.; MOORE, K.J. (1995). Postharvest processing of forages. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture*. Volume II, Robert F. Barnes, Darrel A. Miller and C. Jerry Nelson (eds.), 5th edition, Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, pp. 147-161.
- (33) PINHEIRO, A.C.; DINIZ, J.B. (1997). Identificação de factores que influenciam a secagem da forragem de aveia no sequeiro alentejano. *Pastagens e Forragens*, 18:137-151.
- (34) PINHEIRO, A.C.; SPOOR, G.; PEÇA, J.O. (1995). Contribuição para o estudo do processo de secagem da forragem aveia e ervilhaca. *Pastagens e Forragens*, 16:195-207.
- (35) FRAME, John (1992). *Improved Grassland Management*. Farming Press, Ipswich, UK, pp. 233-242.
- (36) COLLINS, Michael (1995) Hay preservation effects on yield and quality. In *Post-harvest physiology and preservation of forages*, Kenneth Moore and Michael Peterson (eds.), CSSA Special Publication 22, ASA/CSSA, Madison, USA, pp. 67-89.
- (37) McGECAN, M.B. (1989). A review of losses arising during conservation of grass forage: part 1, field losses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 44:1-21.
- (38) SUNDBERG, M.; THYLÉN, A. (1994). Leaching losses due to rain in macerated and conditioned forage. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 58:133-143.

CAPÍTULO 6

UTILIZAÇÃO DAS FORRAGENS E PASTAGENS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

6.1- Breves referências à alimentação dos ruminantes	159
6.1.1- Particularidades da digestão dos ruminantes	159
6.1.2- Necessidades alimentares. Factores de variação	160
6.1.3- Perfis das necessidades alimentares ao longo do ano	160
6.2- Valor nutritivo e valor alimentar de forragens e pastagens	161
6.2.1- Composição química	162
6.2.2- Digestibilidade e valor energético	163
6.2.3- Valor azotado	163
6.2.4- Ingestibilidade	164
6.2.5- Substâncias antinutricionais e tóxicas	165
6.3- Utilização de forragens	167
6.3.1- Forragens verdes	167
6.3.2- Silagens	168
6.3.3- Fenos	168
6.4- Utilização das pastagens	169
6.4.1- Produção, consumo e senescência – crescimento da pastagem e eficiência do pastoreio	169
6.4.2- Noções de encabeçamento, carga animal e pressão de pastoreio	170
6.4.3- Tipos ou métodos de pastoreio	171
6.4.4- Ingestão dos animais em pastoreio	171
6.4.5- Características da pastagem e ingestão	172
6.4.6- Composição florística e pastoreio selectivo	173
6.4.7- Pisoteio, atascamento, dejecções e reciclagem de nutrientes	174
6.4.8- Produção por animal e por unidade de superfície	175
6.4.9- Cercas e bebedouros	175
6.5- Produção animal em pastoreio	176
6.5.1- Pastagens de sequeiro mediterrânico	176
6.5.2- Pastagens de regadio	177
6.5.3- Pastagens de montanha	178
6.6- Planeamento da produção e utilização	179
Referências	181

CAPÍTULO 6- UTILIZAÇÃO DAS FORRAGENS E PASTAGENS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

6.1- Breves referências à alimentação dos ruminantes

A utilização das pastagens e das culturas forrageiras continua a ser o suporte da generalidade dos sistemas de produção de ruminantes, e a utilização alternativa complementar de grãos ou de outros alimentos de maior concentração de nutrientes encontra justificação em sistemas intensivos com animais de elevadas produtividades, ou em situações em que a sua disponibilidade e custo relativo ou as facilidades de transporte e comercialização lhes conferem vantagens locais (1).

Por outro lado, os nutrientes contidos nas forragens estão em certa medida indisponíveis para os monogástricos, já que estes não possuem as enzimas capazes de desdobrar os glúcidios de cadeia longa, principais constituintes das paredes celulares, constituintes com grande participação na biomassa das culturas forrageiras e das pastagens (2).

As razões para esta utilização específica e predominante das forragens e pastagens na alimentação dos ruminantes têm por base as particularidades do seu processo digestivo.

6.1.1- Particularidades da digestão dos ruminantes

A digestão dos alimentos pelos ruminantes compreende, como se sabe, uma extensa fermentação microbiana em condições de anaerobiose, o que lhes permite uma apreciável utilização de celulose e de hemiceluloses (2).

Esta digestão microbiana tem lugar no retículo-rúmen, compartimento(s) gástrico(s) específico(s) dos ruminantes, onde para além da hidrólise enzimática dos constituintes da parede celular se regista uma apreciável síntese de proteína microbiana, quer a partir de proteínas da dieta, quer a partir de compostos azotados não proteicos (3 e 4). Esta digestão precede a que se processa no abomaso, à base de ácidos e enzimas segregados pelo animal, semelhante esta última à que ocorre no estômago dos monogástricos (3).

A fermentação microbiana no rúmen determina a adaptação e superioridade dos ruminantes na utilização de alimentos com elevada participação de componentes da parede celular, mas determina também uma acréscida perda de calor, produção e perda de metano, as quais contribuem para uma certa ineficiência energética (3), o que por outro lado conduz a que os ruminantes sejam menos eficazes a converter alimentos concentrados em produtos zootécnicos.

6.1.2- Necessidades alimentares. Factores de variação

As necessidades alimentares dos ruminantes a que temos de prestar mais atenção quando projectamos ou gerimos a utilização dos recursos forrageiros, são as necessidades em energia e em proteína. Da fracção mineral, podemos destacar o Ca, o P e o Mg.

As necessidades diárias dos animais podem ser consultadas em tabelas (5 e 6), e dependem de diversos factores como sejam a espécie animal (bovinos, ovinos ou caprinos), o sexo, o peso ou tamanho do animal, o seu estado fisiológico (crescimento, gestação ou lactação) e, em grau elevado, do seu nível de produção (7). De facto as necessidades de qualquer animal podem desdobrar-se em necessidades de manutenção, simplesmente para manter o animal vivo sem qualquer produção e sem alteração de peso ou reservas, e necessidades de produção, que respeitam às exigências que se acrescem às anteriores para o animal produzir leite, aumentar de peso, satisfazer o crescimento do feto, produzir lã ou realizar trabalho (7). O nível de produção é medido pela relação das necessidades totais (manutenção + produção) com as necessidades de manutenção, e em animais de elevada produtividade, por exemplo vacas leiteiras com elevadas produções diárias, o nível de produção é muito elevado e preponderante nas suas necessidades diárias em nutrientes (7).

Os nutrientes que os animais necessitam diariamente têm de ser satisfeitos pela ingestão de uma certa quantidade de alimentos (kg MS dia^{-1}), com diferentes concentrações de energia e nutrientes e com diferente eficácia de aproveitamento pelo animal (digestibilidade e utilização metabólica).

A capacidade de ingestão (voluntária) dos ruminantes é variável, nomeadamente com as suas necessidades, mas não cresce proporcionalmente a estas, pelo que em animais de baixo nível de produção é possível satisfazer as suas necessidades fornecendo forragens de mediana qualidade, mas, à medida que o nível de produção é maior, torna-se necessário dispor de forragens de mais elevada qualidade e recorrer à utilização crescente de alimentos concentrados, pois o aumento da capacidade de ingestão do animal não acompanha o aumento das suas necessidades (4).

6.1.3- Perfis das necessidades alimentares ao longo do ano

A adequada gestão da produção e utilização de forragens e pastagens exige que se atenda não só às necessidades diárias dos animais, mas sobretudo à sua evolução ao longo dos ciclos de produção, procurando conjugar da melhor maneira, em termos de qualidade e de quantidades, as disponibilidades de produção de erva e as necessidades alimentares dos animais ao longo do ano.

Nesta perspectiva a produção da vaca leiteira é a mais exigente em

qualidade e regularidade da alimentação ao longo do ano, e tanto mais quanto mais elevada a sua potencialidade produtiva (5). Mesmo para vacas leiteiras de produção modesta ($\approx 5\ 000\ 1\ \text{ano}^{-1}$) com alimentação baseada em pastoreio, a qualidade da erva não deverá ser nunca inferior a $9,2\ \text{MJ EM kg}^{-1}\ \text{MS}$, devendo no pico da produção (2º e 3º meses de lactação) atingir os $12,5\ \text{MJ EM kg}^{-1}\ \text{MS}$ e ingestão de $18\ \text{kg MS vaca}^{-1}\ \text{dia}^{-1}$, com consumos anuais próximos de $5\ 500\ \text{kg MS vaca}^{-1}$ (8).

A alimentação de rebanhos reprodutores de ovinos e bovinos permite já importantes variações anuais na quantidade e qualidade dos alimentos. Em sistemas de produção com parições anuais (os mais frequentes embora em ovinos sejam possíveis ritmos mais intensos), os ovinos e os bovinos apresentam necessidades acrescidas em períodos de 4 a 6/7 meses respectivamente, correspondendo ao último terço da gestação, lactação e amamentação das crias, nos quais a qualidade da erva deverá ser igual ou superior a $10,9\ \text{MJ EM kg}^{-1}\ \text{MS}$ (8 e 9). Na restante parte do ano as suas necessidades são claramente inferiores em qualidade e em quantidade diária, podendo mesmo suportar períodos (p. ex. de 2-3 meses) de perda de peso, em que a sua alimentação é inferior às necessidades de manutenção (até 20-30% no máximo), desde que disponham posteriormente de um período de recuperação, em que a qualidade e abundância de erva lhes permita então ingerir mais do que as suas necessidades (7, 8 e 9). Uma exceção pontual a esta situação genérica respeita ao interesse em melhorar a alimentação das ovelhas no período que precede e sucede imediatamente à cobrição (“flushing”), uma vez que esta prática permite melhorar substancialmente a fertilidade das ovelhas e consequentemente o número de partos gemelares (9).

6.2- Valor nutritivo e valor alimentar de forragens e pastagens

Conhecidas as necessidades alimentares dos animais é preciso saber em que medida as forragens e pastagens são capazes de satisfazer essas necessidades. A maneira mais rigorosa de o fazer é com ensaios *in vivo*, ou seja, utilizando as diferentes classes de animais para, consumindo os diferentes alimentos, medir as respostas de produção (2). Tal não é prático nem economicamente razoável de realizar correntemente, pelo que ao longo das últimas décadas se desenvolveram um conjunto de conhecimentos e metodologias de avaliação, as quais permitiram a melhor compreensão das causas de variação e a avaliação sistemática das principais forragens e pastagens, e a subsequente elaboração de tabelas de valor nutritivo e alimentar (5 e 10).

Os valores que mais nos interessa conhecer respeitam, por um lado, à composição química e concentração de nutrientes, e à eficácia com que são digeridos e utilizados pelos animais, em especial o valor energético e azotado,

que designamos genericamente por valor nutritivo da forragem, e, por outro lado, a maior ou menor ingestão voluntária que os animais deles fazem, que designamos de ingestibilidade, a qual conjugada/multiplicada pelo valor nutritivo nos dá o valor alimentar, ou seja, a quantidade total de nutrientes que o animal pode digerir/utilizar de uma dada forragem num dado período de tempo (dia^{-1}).

6.2.1- Composição química

A composição e análise química das forragens permitem avaliar a proporção dos diferentes nutrientes e estimar a eficiência com que os animais os podem utilizar. Esquematicamente pode ser observada na Figura 6.1.

A composição das forragens é influenciada pelo tipo de planta, pelas tecnologias de cultivo (nomeadamente a fertilização) e pelas condições ambientais, mas a influência mais determinante é o estado de desenvolvimento ou maturação da planta (12).

De facto, quer o teor em água, quer os teores em proteína, glúcidios não estruturais, lípidos e minerais, conteúdos celulares de elevada digestibilidade, reduzem-se progressivamente com o avançar da maturação, e, pelo contrário, os constituintes das paredes celulares, hemiceluloses, celulose e lenhina, de mais difícil (ou nula) digestão, crescem progressivamente ao longo dos estados de desenvolvimento (13).

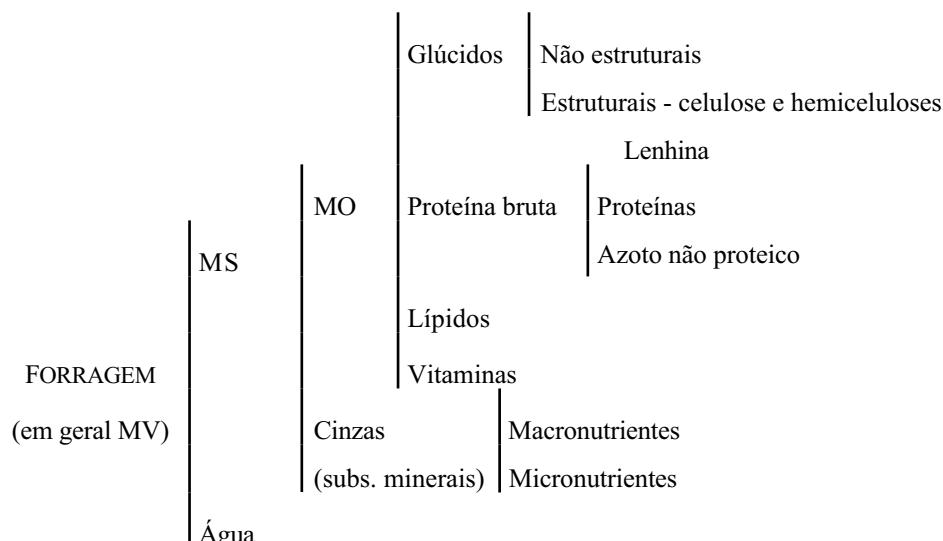


Figura 6.1- Esquema da composição/análise química de uma forragem (adaptado de 11)

As análises mais frequentemente realizadas respeitam à determinação dos teores de matéria seca (MS), de matéria orgânica (MO) e cinzas, de proteína bruta (PB = N x 6,25) e de fracções das paredes celulares, como para estimativa da lenhina (“ADL”), da lenhina + celulose (“ADF”) e de lenhina + celulose + hemiceluloses (“NDF”) (14).

6.2.2- Digestibilidade e valor energético

Um dos principais indicadores da eficiência com que uma dada forragem é utilizada pelo animais é a digestibilidade, a qual significa a proporção do alimento ingerido que não é excretado nas fezes.

A digestibilidade pode-se reportar a um qualquer nutriente, à totalidade da forragem ou à energia do alimento, e pode ser expressa de diferentes formas (sugere-se observação de esquema na referência 13).

Embora se registrem outras perdas e diferenças de eficiência na utilização dos nutrientes pelos animais após a digestão, nomeadamente a já referida perda de metano, a perda de nutrientes na urina, e de calor na digestão e no metabolismo, importantes especialmente no que respeita à eficiência de utilização da energia dos alimentos (13), a digestibilidade é o valor mais utilizado nas estimativas do valor nutritivo de uma forragem, embora os valores energéticos dos alimentos apresentados em tabelas o sejam mais frequentemente em unidades de energia limpa (“net”) ou de energia metabolizável (5 e 10).

A determinação mais rigorosa da digestibilidade de uma forragem é feita com ensaios padronizados *in vivo*, medindo os elementos ingeridos e excretados pelos animais. Trata-se porém de determinações de elevado custo e duração, pelo que diversas metodologias foram desenvolvidas e são correntemente utilizadas para a estimar, como as técnicas *in vitro* e a utilização da espectrofotometria do infra-vermelho próximo (“NIRS”) (2).

Os valores da digestibilidade da forragem podem ser utilizados para estimar o seu valor energético.

Embora muito relativas em função do tipo de forragem e sobretudo das exigências dos animais a que se destinam, podemos considerar como forragens de elevado valor energético as que apresentem valores maiores que 10,5 MJ EM kg⁻¹ MS, valores médios entre 9 e 10,5 e valores baixos os inferiores a 9. Frame apresenta valores diferentes e mais pormenorizados para erva de pastagens do tipo “regadio”, conforme seja aproveitada em pastoreio ou conservada como silagem ou como feno (11).

6.2.3- Valor azotado

O valor azotado das forragens é, a par do valor energético, o que mais influência tem no seu valor nutritivo. A estimativa mais frequente é a do teor

em proteína bruta (PB), a qual resulta da determinação do N total do alimento, multiplicando-o pelo coeficiente 6,25.

Embora uma parte deste azoto não corresponda a proteína verdadeira, representando compostos azotados não proteicos, pode em parte ser convertida no rúmen através da síntese proteica microbiana. Aliás, uma fracção apreciável das proteínas da forragem ingerida é degradada no rúmen, em compostos azotados com destaque para o amoníaco, os quais são utilizados na síntese proteica microbiana, logo ou após reciclagem no organismo do animal, embora em parte sejam excretados na urina sob a forma de ureia (15). Esta proteína microbiana e a proteína do alimento que escapa à degradação no rúmen determinam a quantidade de proteína potencialmente digestível no intestino e disponível para utilização pelos tecidos e funções do animal. A eficiência com que o animal utiliza a proteína dos alimentos está pois dependente em boa medida da fracção não degradável no rúmen e da disponibilidade adequada e simultânea de energia para uma mais eficiente síntese proteica microbiana (15), aspectos de crucial importância na satisfação das necessidades dos animais de elevada produtividade.

O valor proteico das forragens pode ser estimado por consulta das tabelas (5 e 10), mas está dependente do conjunto de alimentos que constituem a ração dos animais. Os seus valores são muito variáveis, quer com o estado de desenvolvimento, quer com o tipo de planta (diferenças apreciáveis entre gramíneas e leguminosas, por ex.), quer com a fertilização azotada no caso das gramíneas (12).

Valores baixos, inferiores a 8% PB, encontram-se em gramíneas em estados avançados de maturação (nomeadamente em fenos), e valores elevados, acima de 15% PB, em leguminosas e em gramíneas temperadas nas primeiras fases de desenvolvimento.

6.2.4- Ingestibilidade

Para além do valor nutritivo interessa considerar nas forragens as diferenças de ingestão por um mesmo animal, resultantes de um conjunto de características físicas, químicas e sensoriais, as quais contribuem de forma significativa para a quantidade de nutrientes digeridos diariamente e, portanto, para a satisfação ou não das necessidades alimentares dos animais.

Os valores da ingestibilidade das forragens podem ser encontrados em tabelas, expressos em gramas de alimento ingerido por quilograma de peso metabólico do animal ($\rho^{0,75}$) (10), ou em unidades adimensionais que resultam da adopção de uma forragem padrão de referência com a qual são comparados os valores de ingestão das outras forragens (5).

A ingestibilidade das forragens está bastante correlacionada

(positivamente) com a digestibilidade, pelo que, para além de poder ser rigorosamente avaliada com ensaios *in vivo*, pode ser estimada pela digestibilidade *in vitro* ou por análise de constituintes da parede celular (“ADF” e “NDF”) ou por recurso a “NIRS” (16). A principal causa destas relações é o facto de a velocidade do trânsito digestivo dos alimentos condicionar a ingestão dos animais.

Porém, a maior ou menor ingestão das forragens não depende só das suas características intrínsecas, mas depende do animal e das interacções com os restantes alimentos da dieta (16). Animais mais produtivos ingerem mais (por unidade de peso metabólico) e a utilização de alimentos concentrados em suplementação determina uma maior ou menor redução da ingestão das forragens, o que se designa por “taxa de substituição” (4).

Estas taxas de substituição são mais elevadas em forragens de maior qualidade e crescem com o nível de suplementação da dieta, podendo reduzir-se com a tecnologia “TMR” e, em casos de forragens ou alimentos muito pobres em PB, apresentar valores negativos, ou seja, melhorar a ingestão destes alimentos pela utilização de um suplemento proteico que favoreça nestes casos a fermentação microbiana da dieta de base (4).

A restrição da ingestão pode resultar da falta de disponibilidade adequada do alimento, o que pode suceder nomeadamente em situações de pastoreio, matéria que será abordada adiante neste capítulo.

6.2.5- Substâncias antinutricionais e tóxicas

Não é possível gerir a utilização das forragens e pastagens sem considerar a probabilidade da presença de substâncias antinutricionais e os riscos de toxicidade alimentar. A toxicidade pode dever-se à presença em pastagens de plantas que sintetizam produtos tóxicos, ou que acumulam excessos de substâncias como selénio, cádmio, nitratos ou oxalatos, plantas poluídas por pesticidas ou, talvez as situações de maior importância prática, plantas cultivadas normalmente inócuas mas que em certas condições são tóxicas (17). Os mecanismos e os efeitos são muito variados, desde a simples redução da ingestão e digestibilidade do alimento devido à presença da substância tóxica, até à morte dos animais logo após a ingestão dos alimentos (17).

Uma das situações de menor gravidade e que pode até ter efeitos positivos que sobrelevem as desvantagens respeita à presença de taninos condensados em algumas leguminosas cultivadas, com destaque para os *Lotus spp.* (18).

A presença de fito-estrogénios do tipo das isoflavonas, em especial a formononetina, em trevos subterrâneos e no trevo violeta, pode conduzir à redução da fertilidade ou mesmo infertilidade em ovelhas, assim como a

presença de coumestanos em *Medicago* spp. (17, 18 e 19).

Sobretudo em plantas da família das crucíferas, algumas das quais podem ser cultivadas como forrageiras (*Brassica* spp.), a presença de glucosinolatos pode ter efeitos tóxicos quando a sua participação na dieta dos animais for apreciável, podendo afectar o fígado e os rins ou ter efeitos bociogénicos (17).

A presença de diversos alcalóides em diferentes espécies cultivadas como *Phalaris aquatica*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, *Lupinus* spp. e outras, quer devido ao metabolismo secundário da planta, quer em resultado da interacção com fungos endófitos como é o caso da festuca e do azevém perene, pode provocar graves distúrbios ou mesmo a morte dos animais (17 e 18). A sua utilização predominante na dieta dos animais deve pois ser analisada com prudência, podendo recorrer-se a estratégias de maneio ou utilização de cultivares menos susceptíveis, como por exemplo no caso dos *Lupinus* a cultivares “doces” (18).

Um grupo de substâncias que pode também provocar grave intoxicação e eventualmente morte dos animais é o dos glucósidos cianogénicos, com destaque para a durrina no caso dos sorgos, com concentrações tóxicas em plantas jovens ou após situações de “stress”, como já referido em 3.5.2 (18).

Toxinas produzidas por fungos ou bactérias que parasitam plantas cultivadas são também causadoras de distúrbios nos animais, destacando-se os casos da lupinose, doença provocada pelas toxinas produzidas por um fungo saprófita (*Phomopsis leptostromiformis*) que parasita *Lupinus* spp. após a maturação, assim como por bactéria (*Clavibacter toxicus*), que parasita o azevém bastardo infestando as sementes e provocando toxicidade (“ARGT”) (18 e 20).

A acumulação de nitratos que pode ocorrer em gramíneas após fertilização azotada abundante, mas também em outras situações e culturas (p. ex. em brássicas), pode conduzir a toxicidade grave em ruminantes, pela acumulação excessiva de nitritos no rúmen e subsequente absorção, afectando a hemoglobina e a capacidade de transporte de oxigénio no sangue (18).

Finalmente uma referência ao timpanismo, que resulta da incapacidade dos animais libertarem os gases da fermentação (CO_2 e CH_4), em particular quando a alimentação conduz à formação de uma espuma estável e persistente no conteúdo ruminal (18). Isto provoca uma dilatação excessiva do rúmen, podendo conduzir a morte dos animais por asfixia, devido a compressão do diafragma. Este distúrbio, que tem merecido muita investigação, ocorre sobretudo quando há alterações bruscas da dieta, em particular quando se introduzem os animais em pastagens de leguminosas temperadas, luzerna, trevo branco e trevo violeta, com maior incidência na Primavera e no Outono, e diversas medidas preventivas ou de recuperação têm sido desenvolvidas (18 e 19).

Uma das medidas práticas de maior importância para reduzir riscos de

toxicidade é a de não efectuar transições bruscas nos regimes alimentares, permitindo aos animais uma adaptação progressiva e possibilidade de escolha.

Em termos futuros é de crer que a manipulação da população microbiana do rúmen possa vir a alargar a capacidade de evitar a toxicidade de diversos compostos (20).

6.3- Utilização de forragens

A utilização das culturas forrageiras é feita à manjedoura, após corte, quer como erva verde, quer sobretudo depois de conservação como silagem ou feno.

A utilização da erva cortada em verde tem decaído nos últimos anos, em face do crescimento dos custos da mão-de-obra e da mecanização por um lado, e, por outro, pelo desenvolvimento das técnicas de gestão do pastoreio que têm permitido alternativas próximas da utilização por corte.

Em contraste, a utilização de forragens ensiladas tem crescido (5.2.1), com destaque para a silagem de milho em explorações leiteiras.

Algumas especificidades sobre a utilização destes tipos de forragens devem ser tidas em conta para se obterem os melhores resultados.

6.3.1- Forragens verdes

Muito utilizadas em pequenas explorações tradicionais, nomeadamente na alimentação dos animais em períodos de maiores exigências, as vantagens da sua utilização devem-se a permitir o aproveitamento das forragens de cortes múltiplos em estados de maturação mais precoces, com valor nutritivo mais elevado e sem as significativas perdas associadas aos processos de conservação (5.2.3).

A sua utilização pode permitir acréscimos significativos de ingestão e produção quando em complemento de alimentos de baixo valor, como sejam palhas ou fenos de baixa qualidade em que o azoto e outros nutrientes sejam os factores limitantes da dieta (4), mas a sua utilização predominante pode conduzir a resultados de produção abaixo do que seria de esperar pelo seu aparente valor nutritivo, em resultado de ineficiências de utilização da proteína e acidose no rúmen (21), ou de muito elevados teores em água e desequilíbrios da fracção mineral da erva ingerida.

As dificuldades de execução de cortes diários, nomeadamente na estação chuvosa, e os custos de mão-de-obra e mecanização têm sido as principais desvantagens crescentes deste tipo de utilização.

A utilização de erva verde requer precauções quanto a possíveis efeitos tóxicos quando constitua parte apreciável da dieta dos animais, nomeadamente

quanto ao teor em nitratos, em alcalóides, em glucósidos cianogénicos e aos riscos de timpanismo (6.2.5). Alguns destes riscos podem ser reduzidos pela secagem parcial no campo antes de serem recolhidas e administradas aos animais (22).

6.3.2- Silagens

As silagens constituem hoje em dia a base da alimentação forrageira em alguns sistemas de produção de leite, nomeadamente a silagem de milho no Noroeste de Portugal (ver 1.5.2), ou as silagens de erva no período de Inverno de diversas bacias leiteiras nas áreas de clima temperado marítimo da Europa Ocidental.

Os principais preceitos para a correcta utilização das silagens respeitam ao ritmo de utilização diária de modo a reduzir os riscos de degradação oxidativa na fase de utilização (5.3.2.4), em termos práticos e em silos horizontais sugere-se que se retire diariamente uma camada de, pelo menos, 10-15 cm de espessura.

Alguns riscos de utilização de silagens devem ser tidos em devida conta, nomeadamente quando se regista deficiente conservação, como sejam distúrbios alimentares devidos a elevados valores de ácido butírico e amónia, riscos de micotoxinas em partes bolorentas da superfície ou de zonas em que se registou entrada de ar, devendo essas partes ser rejeitadas, riscos de listeriose em ovinos com silagens mal conservadas, ou riscos de substâncias tóxicas que não se reduzem pelo processo de ensilagem, como seja a durrina dos sorgos forrageiros (23 e 24).

Algumas alternativas de tecnologia das silagens podem permitir melhorar a sua ingestibilidade e, por vezes, a produção animal que se obtém (5.3.6), com destaque para a pré-secagem e para o mais fino recorte, assim como para a utilização de aditivos, sendo os resultados diversos com a espécie animal e em geral mais elevados, para o caso do recorte, nos ovinos que nos bovinos (23).

O grau de recorte, se excessivo, pode ter efeitos pronunciados pela sua influência na taxa de passagem dos alimentos no rúmen, com consequências importantes para a digestão e metabolismo do animal, especialmente em vacas leiteiras de alta produção que consomem silagem de milho, para o que existem recomendações específicas de proporções de partículas de diferente tamanho. No entanto, 5-10% de partículas maiores que 2 cm serão suficientes para evitar os riscos de excessivo recorte já referidos em 5.3.6 (25).

6.3.3- Fenos

Os principais atributos positivos da utilização do feno na alimentação animal são a facilidade de manipulação, a elasticidade de utilização na dieta e

os menores riscos de distúrbios alimentares ou, em certos casos, de toxicidades (26). Por outro lado, as desvantagens são sobretudo o mais reduzido valor alimentar, em digestibilidade, valor proteico e ingestibilidade, mais agravados quando as condições de fenação não são boas ou quando o armazenamento é feito com teores de humidade que provoquem aquecimento, desenvolvimento de reacções “Maillard” e proliferação de bolores e leveduras (26).

Embora sujeito a menores riscos em comparação com a utilização da erva verde ou com as silagens, pelo facto de a secagem ao sol promover redução de algumas substâncias tóxicas (ver 6.2.5), dever-se-á ter precaução com algumas cujo teor não baixa ou não baixa substancialmente. Mas, sobretudo, deve-se ter em atenção os riscos de utilização de feno que, por más condições de armazenamento, tenha desenvolvido bolores, como já referido em 5.4.5 (27).

A possibilidade de alguns tratamentos físicos e/ou químicos, com destaque para a moenda ou recorte fino, poderem permitir melhorias significativas na ingestão, mais acentuadamente nos fenos de mais baixo valor alimentar, nos fenos de gramíneas mais do que em leguminosas e com acréscimos maiores em ovinos do que em bovinos (28), é uma alternativa que deve ser considerada na sua utilização.

Finalmente merece ser referida especificamente a situação de alguns sistemas de produção de queijos de qualidade, em que as respectivas regulamentações interditam o uso de silagens na alimentação dos animais produtores de leite a transformar, o que confere especial importância à utilização dos fenos nestas condições.

6.4- Utilização das pastagens

A produção animal em pastoreio resulta de uma sucessão de eficiências de utilização, desde os recursos naturais para o crescimento da erva até aos produtos finais (carne, leite, etc.), que pode ser ilustrada pelo esquema apresentado por Hodgson (29).

A utilização das pastagens comprehende um complexo de interacções entre o animal e a erva da pastagem cuja compreensão é necessária à correcta gestão do pastoreio e maneio da pastagem. É o que se procura abordar nos subpontos seguintes, sugerindo-se para uma mais pormenorizada análise a consulta do texto didáctico que elaborámos especificamente sobre o tema (30), assim como a publicação atrás referenciada de John Hodgson (29).

6.4.1- Produção, consumo e senescênci – crescimento da pastagem e eficiência do pastoreio

A consciência adquirida na década de setenta de que as produções animais obtidas em pastoreio eram claramente inferiores ao que seria de esperar pela

avaliação do crescimento da erva, conduziu a um intenso conjunto de investigações sobre a dinâmica de crescimento da erva e da sua utilização pelos animais em pastoreio. Entre outros aspectos verificou-se que o crescimento da parte aérea da vegetação não acompanha o crescimento da actividade fotossintética total, e ainda menos a ingestão da erva pelos animais, registando-se um crescimento linear da senescência das folhas com o aumento da produção diária de biomassa permitido por mais elevados índices de área foliar e quantidade de erva acumulada (30). Tal pode ser observado nos modelos propostos por Parsons e por Bircham e Hodgson, e em resultados de ensaios de diversos encabeçamentos como o conduzido por Carter, nos quais se verifica que as maiores produções animais e as mais elevadas eficiências de utilização da erva produzida – eficiência do pastoreio – não se obtêm maximizando a produção da erva da pastagem (30). Torna-se assim necessário um compromisso entre o crescimento da erva e a eficiência de utilização em pastoreio.

6.4.2- Noções de encabeçamento, carga animal e pressão de pastoreio

A intensidade com que as pastagens são utilizadas é um dos principais ou mesmo o principal factor que determina a eficiência do pastoreio e da produção animal em pastagens (30), pelo que é importante que seja quantificada. Há três rácios que são mais frequentemente utilizados para medir essa intensidade, que são o **encabeçamento**, a **carga** e a **pressão de pastoreio**.

O **encabeçamento** relaciona o número de animais com a área total de pastagem ou com a superfície forrageira total da exploração, e exprime-se em nº de animais.ha⁻¹. Os animais podem ser considerados por espécie ou tipo, por exemplo 1,5 vacas ha⁻¹, 4 ovelhas ha⁻¹, etc., ou, sobretudo em explorações com animais diversos ou quando se pretende comparar diferentes situações, convertendo em animais padrão e referindo em CN ha⁻¹.

A **carga** é também uma medida do número de animais por área, mas reporta-se a períodos delimitados de tempo e espaço de utilização da pastagem, quando se restringe o acesso dos animais apenas a uma sub-área da exploração. Quando esta restrição é feita por períodos muito curtos, em geral um dia apenas, é habitual designar por carga instantânea.

A **pressão de pastoreio** relaciona as necessidades alimentares dos animais, expressas normalmente em kg MS, com a disponibilidade da biomassa acumulada na pastagem e disponível para utilização por esses animais num período de tempo determinado, expressa na mesma unidade, pelo que a **pressão de pastoreio** é uma medida adimensional com valores próximos de 1, que relaciona as necessidades do rebanho com a potencialidade da pastagem.

6.4.3- Tipos ou métodos de pastoreio

Existem fundamentalmente dois métodos de gerir a utilização da pastagem pelos animais. O **pastoreio contínuo**, em que a pastagem é utilizada continuamente pelos animais ao longo de períodos prolongados ou em toda a estação anual de pastoreio, desenrolando-se simultaneamente o crescimento e o consumo da erva, e o **pastoreio intermitente**, em que os animais utilizam intensivamente sub-áreas da pastagem em períodos curtos, seguindo-se períodos mais prolongados de “repouso do pastoreio” e crescimento da pastagem (29).

Podem-se estabelecer diversas variantes em qualquer destes dois métodos, designadamente o **pastoreio rotacional**, forma regular, rotativa e cíclica de conduzir o pastoreio intermitente em parcelas semelhantes, bem definidas e estáveis, o **pastoreio racionado** quando a divisão e acesso restrito à área a pastorear rotativa e ciclicamente é estabelecido numa base diária através de cercas móveis, e o **pastoreio contínuo diferido** quando se restringe o acesso dos animais à pastagem apenas em uma época em que se pretende a preservação pontual do seu uso.

Outro tipo de especificação das metodologias do pastoreio tem a ver com a gestão separada, sequencial ou conjunta do pastoreio de diferentes classes ou espécies de animais, como seja o acesso preferencial às novas áreas a pastorear pelos vitelos ou borregos que são criados juntamente com o rebanho dos seus progenitores (“creep grazing”), o pastoreio sequencial por dois rebanhos de diferentes exigências alimentares (“leader and follower rotation grazing”), ou o pastoreio conjunto de diferentes espécies animais, por exemplo vacas e ovelhas e/ou cabras (“mixed grazing”).

O ajustamento da utilização ao crescimento da pastagem pode conduzir a que em qualquer destes métodos de pastoreio, particularmente na estação de maior crescimento da erva, não se realize o pastoreio de uma sub-área ou de parte das parcelas, e essa produção seja aproveitada por corte e conservação, destinada assim aos períodos de escassez da pastagem.

6.4.4- Ingestão dos animais em pastoreio

A ingestão dos animais em pastoreio depende das características da pastagem e da disponibilidade da erva (6.4.5), pode ser influenciada pelas condições ambientais, sobretudo em condições extremas, e é determinada por três variáveis interdependentes que são (30):

- O tamanho ou massa da preensão;
- O ritmo de preensões;
- O tempo de pastoreio diário.

De facto o produto destas três variáveis determina a quantidade de MS (ou MO) ingerida por dia pelo animal. O tamanho da preensão, ou seja, a quantidade de erva que o animal recolhe em cada abocanhamento ou preensão (mg MS p^{-1}) é a variável com maior efeito na ingestão diária, e o ritmo (p.min^{-1}) e o tempo diário (min) gasto a preender alimento exercem um efeito compensatório dentro de certos limites (30).

Embora se registem diferenças entre bovinos e ovinos, em especial no que se refere ao tamanho da preensão, dadas as diferenças de corpulência e de forma de realizar a preensão, o comportamento das variáveis é semelhante nas duas espécies (29).

Para além da preensão estes animais têm de realizar uma mais ou menos intensa actividade de mastigação, nomeadamente devido à ruminação, actividade esta tão mais intensa quanto maiores e mais reduzido o número de preensões (30).

As diferenças entre animais na ingestão em pastoreio são diversas e podem ter diferentes causas, destacando-se as suas necessidades alimentares específicas, dependendo do estado fisiológico, peso e nível de produção, as diferenças entre espécies (bovinos, ovinos, caprinos), e a experiência anterior de pastoreio (30).

6.4.5- Características da pastagem e ingestão

Diversas características da pastagem podem afectar a ingestão dos animais em pastoreio, em particular (30):

- quantidade de erva disponível;
- altura e densidade da vegetação;
- digestibilidade da erva;
- composição florística e morfológica;
- presença e proporção de partes de vegetação morta e erva verde.

A quantidade de erva presente em pastoreio contínuo (kg MS ha^{-1}), ou de erva disponível em pastoreio rotacional ou racionado ($\text{g MS ou MO kg}^{-1}$ peso vivo animal dia $^{-1}$), pode limitar a ingestão por preensão, obrigando os animais a pastar mais tempo e/ou a maior ritmo de preensões para assegurar adequada ingestão diária, mas abaixo de certos valores, 3 000 a 1 500 kg MS ha^{-1} ou 60 a 30 g MO kg^{-1} PV.dia $^{-1}$, dependendo do tipo de produção e de animal, afecta a ingestão e produções obtidas (30).

Os efeitos limitativos da quantidade de erva da pastagem são mais acentuados com erva de mais baixa qualidade, o que significa que a exigência em disponibilidade é mais baixa com erva de mais elevada digestibilidade.

Em pastoreio rotacional ou racionado importa não apenas a quantidade

disponível, mas também a quantidade de refugo tolerada, ou seja, a quantidade de “restolho” presente quando os animais são retirados da parcela ou avançam para nova sub-área de pastoreio.

A altura e a densidade da vegetação, variáveis que evoluem em sentido inverso (ver 2.4.4), influenciam também a ingestão dos animais em pastoreio. A altura da erva da pastagem, variável de fácil observação e medição, tem-se revelado o critério eleito para a gestão do pastoreio em pastagens temperadas do tipo do azevém perene ou azevém x trevo branco, estando disponíveis imensos resultados experimentais e sugestões das alturas da erva a que se deve realizar o pastoreio contínuo, conforme a classe de animais, variando de 3 a 6 centímetros em ovinos e 5 a 10 centímetros em bovinos, sendo os valores mais elevados para os animais de maiores exigências (29).

Em pastoreio rotacional ou racionado as indicações de gestão respeitam à altura do restolho a que os animais devem ser deslocados para nova área de pastoreio, com valores de 4 a 6 centímetros para ovinos e 6 a 10 centímetros em bovinos (29).

A ingestão, como já referido em 6.2.4, está bastante correlacionada com a digestibilidade, quer na alimentação em estábulo quer em pastoreio. Em pastoreio sucede que, para além das diferenças entre espécies e entre estados de desenvolvimento, a digestibilidade tende a diminuir com o aumento da quantidade de vegetação presente e, para uma mesma situação, tende a decrescer nos “horizontes” de vegetação mais próximos do solo. Estas as razões pelas quais não interessam por um lado elevados valores de erva presente em pastoreio contínuo, mas apenas os que garantem não afectar a ingestão, e, por outro, porque é necessário assegurar alturas mínimas de “restolho” em pastoreio rotacional ou racionado, evitando obrigar os animais a ingerir as partes de erva mais próximas do solo, dominadas por caules, pseudo-caules e folhas mortas, de bem mais baixa digestibilidade (30).

As diferenças de composição florística e morfológica influenciam também a ingestão em pastoreio, quer porque as espécies apresentam diferentes ingestibilidades (6.2.4), quer porque os animais ingerem mais com vegetação de mais elevada relação folhas/caules, quer porque a presença de gramíneas espiadas reduz a ingestão (30).

A ingestão e produção dos animais em pastoreio são negativamente afectadas pela presença na pastagem da vegetação morta e pela sua proporção em relação com a vegetação verde presente (30).

6.4.6- Composição florística e pastoreio selectivo

A maior diversidade das pastagens, nomeadamente da sua composição florística, promove o pastoreio selectivo, ou seja, a escolha e preferência pelos

animais em pastoreio na ingestão de algumas espécies em detrimento de outras, de folhas em relação a caules, de vegetação verde em relação a vegetação morta, de algumas manchas de vegetação em relação a outras, e rejeição (temporária) de vegetação afectada pelas dejecções, em particular no caso das fezes dos bovinos (30).

Os animais têm diferente capacidade de seleccionar, sendo os caprinos mais selectivos que os ovinos e estes mais que os bovinos, mas outras condições influenciam o pastoreio selectivo, como a experiência de pastoreio dos animais, as condições ambientais, a disponibilidade relativa de erva e a pressão de pastoreio.

O pastoreio selectivo se por um lado permite que o animal consuma uma dieta de valor nutritivo mais elevado do que a erva disponível, o que é uma vantagem de curto prazo para a produção animal, por outro lado conduz à redução do valor nutritivo da erva da pastagem rejeitada, à sua senescência e perda, ou a efeitos negativos na composição florística como seja a progressiva invasão de espécies de menor valor ou mesmo indesejáveis.

As formas de gerir ou controlar o pastoreio selectivo são a pressão de pastoreio, o pastoreio intermitente em cargas elevadas (por exemplo pastoreio racionado), o pastoreio misto por diferentes espécies ou a alternância da utilização por pastoreio e corte.

6.4.7- Pisoteio, atascamento, dejecções e reciclagem de nutrientes

O pisoteio, resultante da pressão das patas dos animais sobre a vegetação e sobre o solo, afecta diferentemente as espécies conforme a sua maior ou menor susceptibilidade, sendo os efeitos mais pronunciados com cargas mais elevadas (30).

Quando o solo se encontre encharcado, com excesso de água, as patas dos animais enterram-se, cortando folhas e raízes, destruindo caules individuais e meristemas, e enlameando a vegetação. Os efeitos do atascamento são mais pronunciados quando o pastoreio é feito em elevadas cargas instantâneas, ou quando ocorre na fase de instalação da pastagem após semienteira com mobilização do solo (30).

A escolha de plantas menos susceptíveis ao pisoteio ou a adopção do pastoreio rotacional ou racionado para as restantes, assim como retirar o gado das parcelas em situações favoráveis ao atascamento ou em alternativa fazer um pastoreio contínuo com mais baixas cargas, são as medidas de gestão mais adequadas para atender a estes efeitos dos animais sobre a pastagem.

Para além destes efeitos os animais em pastoreio dejectam fezes e urina, as quais provocando algum efeito de rejeição parcial da erva afectada,

representam sobretudo uma importante reciclagem de nutrientes a ter em conta, já que a exportação de nutrientes nos produtos animais é bem inferior à excretada (30).

A principal característica desta reciclagem de nutrientes nas dejecções é a sua desigual e heterogénea distribuição na área da pastagem, fazendo com que as sub-áreas mais directamente atingidas recebam quantidades unitárias muito elevadas de nutrientes, podendo chegar a ser excessivas para a vegetação e determinarem perdas, em detrimento de outras áreas não “beneficiadas” (30). Estas diferenças são agravadas pelas características das fezes dos bovinos, ou pela concentração de dejecções nas áreas de descanso dos rebanhos de ovinos por exemplo. Por outro lado, as saídas temporárias dos animais da pastagem, como a recolha de noite ou a deslocação para ordenha, representam exportação parcial de nutrientes que não são reciclados.

As quantidades e concentrações de nutrientes nas dejecções são variáveis com os tipos de animal e com a sua alimentação, destacando-se porém o facto de quer a urina quer as fezes reciclarem apreciáveis quantidades de N e K, mas o fósforo estar concentrado apenas nas fezes (30). Destaque merece também o facto de a reciclagem de N nas dejecções poder representar o principal meio de transferência ou cedência de N pelas leguminosas de uma pastagem para as gramíneas com elas consociadas.

6.4.8- Produção por animal e por unidade de superfície

A intensificação do pastoreio à medida que sobem os encabeçamentos determina uma progressiva descida das produções obtidas por animal, com aumento da produção por hectare (prod. animal⁻¹ x nº animais ha⁻¹) até um valor máximo a partir do qual também as produções ha⁻¹ descem, já que os acréscimos do encabeçamento deixam de ser suficientes para compensar as reduções da produção individual. Torna-se pois necessário um compromisso entre a produção por animal e a produção por hectare, para o que a análise da evolução das produções em diversos ensaios, com diferentes animais, e os modelos propostos (ver ref^a 30), devem contribuir para a melhor decisão em cada caso, embora outros recursos e restrições, nomeadamente as regulamentações e prémios da política agrícola, condicionem também as decisões (1.7.2.2/3).

6.4.9- Cercas e bebedouros

A gestão do pastoreio implica em maior ou menor grau a instalação e/ou manutenção de bebedouros ou pontos de água e cercas que podem ser

construídas de diversos tipos e recorrendo a diferentes materiais (31). Destacam-se entre as principais alternativas as cercas fixas, as cercas móveis e a possibilidade de serem electrificadas (31).

A sua escolha e instalação depende fundamentalmente da disponibilidade e custos dos materiais e mão-de-obra, do tipo de animais em pastoreio e do método de pastoreio adoptado, sendo certo que o pastoreio contínuo tem menores exigências.

6.5- Produção animal em pastoreio

6.5.1- Pastagens de sequeiro mediterrânico

A produção animal em pastagens de sequeiro mediterrânico tem de adequar-se às elevadas variações anuais da curva de produção e qualidade destas pastagens (4.3.1). As vacas, ovelhas e cabras produtoras de crias para carne e mesmo os “porcos de montado” são os que se adaptam melhor a estas situações, nas quais a condução em pastoreio contínuo com pequenas adaptações é a que encontra melhor justificação (32).

A alternância anual de um período de perda de peso (Verão quente e seco e vegetação morta) e de um período de ganhos compensatórios apreciáveis e recuperação da condição corporal, no qual ocorrem as parições e amamentação das crias (Inverno/Primavera e erva verde) é típica destas condições mediterrânicas (33). A pastagem seca de Verão tem muito baixa digestibilidade, e quando haja poucas leguminosas o valor proteico pode também ser limitante ($< 1\% \text{ N}$), situação que se agrava nos anos em que as primeiras chuvas efectivas são tardias (33).

Esta escassez cíclica e que se agrava em alguns anos é a limitante principal, que conduz a que as explorações adoptem encabeçamentos baixos a médios em relação à potencialidade da pastagem, conduzindo a eficiências anuais de pastoreio da ordem de 50% ou mesmo menos (33).

As explorações baseadas em pastagens de sequeiro mediterrânico, nomeadamente nas condições do Norte e Centro interiores e no Alentejo, recorrem a outros recursos para reduzir a variabilidade da alimentação anual, como seja a utilização de restolhos de outras culturas (por exemplo cereais praganosos), o cultivo de pequenas áreas com culturas forrageiras para pastoreio de fim de Outono/início de Inverno e/ou para corte e fenação na Primavera, eventual fenação de sub-áreas de pastagem, palhas de cereal, aproveitamento das bolotas dos montados no Outono/Inverno, pastoreio de áreas de vegetação arbustiva, etc.. Em termos esquemáticos podemos considerar a alimentação anual caracterizada na Figura 6.1.

Particular importância tem, no ajustamento entre produção e utilização nestas

condições, não só o encabeçamento adoptado (intensidade do pastoreio), mas também o ciclo reprodutivo anual e respectiva época de parições. Em pastagens melhoradas as parições de meados/fins de Inverno permitem melhores ajustamentos e eficiências de pastoreio, mas razões de mercado, sobretudo em pequenos ruminantes, podem determinar outras épocas de parições.

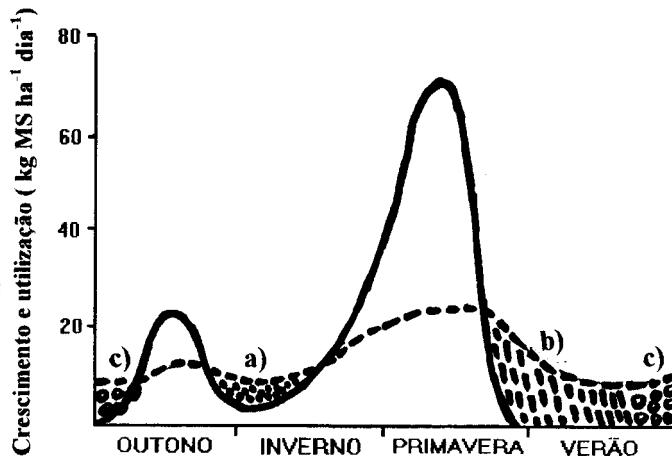


Figura 6.1- Representação esquemática da alimentação dos animais ao longo do ano em sistemas baseados na utilização de pastagens semeadas de sequeiro mediterrânico (considerando encabeçamento de 6 ovelhas ha^{-1}).

a) Alimentação suplementar com feno, palhas, pastoreio de ferrejos ou bolota; b) Utilização do pasto seco; c) Alimentação suplementar de restolhos, feno, palhas e/ou vegetação arbustiva

A intensificação destes sistemas de produção passa pela tecnologia de sementeira de espécies melhoradas, fertilizações adequadas, e produção de forragens conservadas, nomeadamente através de sub-áreas complementares de regadio. A produção em pastagens semeadas e adequadamente manejadas e fertilizadas pode exceder os $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de borrego (PV), suportando encabeçamentos próximos de 4 a 6 ovelhas ou de uma vaca de ventre por hectare, valores três a quatro vezes superiores aos praticados no pastoreio tradicional de pastagens não melhoradas (32).

6.5.2- Pastagens de regadio

As pastagens cuja produção foi abordada em 4.4, de regadio em condições de clima mediterrânico, ou sem necessidade de regadio em climas temperados marítimos, apresentam uma curva anual de produção bem mais regular (4.4.1), e um valor nutritivo mais constante ao longo do ano. Podem assim permitir não só mais elevadas produções unitárias, mas também servir

de base à alimentação de animais mais exigentes em qualidade e regularidade da alimentação ao longo do ano (6.1.3), como seja a vaca leiteira ou a engorda de novilhos (34 e 35).

Uma das decisões de maior importância na produção animal baseada nestas pastagens é o compromisso entre a produção por animal e a produção por hectare (6.4.8), o qual determina a intensidade do pastoreio, a necessidade relativa de forragem conservada e o nível de suplementação de concentrados (34 e 36).

A produção da vaca leiteira baseada nestas pastagens, que podem permitir produções próximas de 18 mil litros ha⁻¹ ano⁻¹, exige forragem conservada para o período de fim de Outono e Inverno, a qual pode provir de uma cultura complementar de milho silagem ou da ensilagem de erva da própria pastagem cortada no período de maior crescimento na Primavera, e, ainda, em vacas de maior potencialidade, a suplementação de um concentrado com elevado valor energético (34).

A engorda de novilhos permite nestas pastagens produções anuais que podem ser superiores a 1 000 kg de peso vivo animal ha⁻¹, com um bom ajustamento entre produção e utilização, com um período de utilização anual próximo dos 240 dias, e acréscimos de peso vivo exclusivamente em pastoreio próximos de 0,8 kg dia⁻¹ (35), o que significa que com valores moderados de suplementação em concentrados (da ordem de 2 kg animal⁻¹ dia⁻¹) é possível em animais que entrem em pastoreio em Março com 150-200 kg obter ao fim dos oito meses de pastoreio 400-450 kg PV.

Estas pastagens podem ser utilizadas em pastoreio intermitente (rotacional ou racionado), mas também em pastoreio contínuo desde que não se utilizem as espécies mais sensíveis ao pisoteio (luzerna p. ex.) e desde que se disponha de alimentação suplementar para ajudar a manejá-lo o ajustamento da produção e utilização por forma a assegurar uma constante eficiência do pastoreio sem prejudicar as produções individuais dos animais (34).

A utilização destas pastagens em produções intensivas deve contemplar uma especial atenção aos riscos de substâncias tóxicas e de distúrbios metabólicos nos animais, riscos que foram atrás referidos em 6.2.5.

6.5.3- *Pastagens de montanha*

Embora a produção das pastagens de montanha esteja muito dependente de um conjunto de condições ambientais (nomeadamente altitude, regime hídrico do solo, distribuição da precipitação no ano, etc.), e de manejo (regime de utilização, fertilização, rega, etc.), tem duas características comuns que influenciam de forma muito marcada a produção animal que sobre elas assenta: o facto do crescimento anual apresentar uma elevada concentração em 2-3

meses na Primavera (mais sobre a segunda metade), e a existência de um longo período de Inverno da vegetação em que o crescimento é nulo ou reduzido (5 meses – Novembro a Março – ou mesmo mais).

Estas características determinam que haja uma grande necessidade de forragem conservada para a estação fria, e o interesse e tendência para fazer um aproveitamento misto por corte e pastoreio das pastagens melhoradas. Este é aliás o tipo de aproveitamento dominante em regiões de montanha em Portugal (ver 1.5.2 e 4.5), embora os agricultores recorram também a outros alimentos para fazer face às necessidades dos animais (37).

A produção animal nestas condições é feita em geral com animais e produções menos exigentes em termos de valor nutritivo e perfil das necessidades dos animais ao longo do ano, procurando actualmente retirar o máximo benefício das ajudas das medidas agro-ambientais e do valor acrescido no mercado dos produtos locais (1.5.2).

As pastagens melhoradas de montanha mais produtivas produzem próximo de $10\text{ t MS ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$, 60% das quais no corte de feno, valores que consideradas as perdas significam um encabeçamento próximo de 2 CN ha^{-1} . Porém, as pastagens espontâneas aproveitadas em pastoreio livre (áreas baldias) podem apresentar crescimentos de apenas $3\text{-}4\text{ t MS ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$ e eficiências de pastoreio da ordem de apenas 30%, o que significa o equivalente a $3\text{-}4\text{ ha CN}^{-1}$.

6.6- Planeamento da produção e utilização

A nível das explorações agro-pecuárias ou dos sistemas de produção é necessária uma forte integração entre diferentes produções vegetais e a produção animal, por forma a optimizar a utilização dos diferentes recursos e permitir a melhor rentabilidade da exploração.

O planeamento da produção e utilização das forragens e pastagens ao nível da exploração agrícola, assim como a sua avaliação periódica, são instrumentos importantes para prosseguir os objectivos atrás referidos.

Ao longo deste texto foram sumariamente abordadas as diferentes alternativas e condicionalismos de produção e conservação de forragens, de produção e utilização de pastagens, e, neste capítulo de forma mais sumária ainda, as exigências dos animais.

As culturas a praticar devem estar de acordo com os condicionalismos de adaptação ambiental, mas têm que do ponto de vista da sua utilização e valor nutritivo estar adequadas às exigências dos animais. É ineficiente produzir forragens ou pastagens que não tenham qualidade elevada se os animais a explorar forem vacas leiteiras de alta produção, mas também é um desperdício produzir forragens ou pastagens de elevado valor nutritivo se os animais a

alimentar forem de baixas exigências (38).

O planeamento da produção e utilização deve, num processo interactivo, comportar os seguintes passos:

1- Cálculo das necessidades alimentares ao longo do ano do conjunto de classes de animais da exploração e do seu número previsível, em termos de quantidades (MS) e classes de qualidade;

2- Ajustar a escolha das culturas (forrageiras e pratenses) às disponibilidades de recursos, nomeadamente superfícies das parcelas, condições ambientais e equipamentos disponíveis, tendo presente as exigências de valor nutritivo ou classes de qualidade dos animais e produções que se pretendem;

3- Cálculo das disponibilidade forrageiras globais, tendo em conta a potencialidade produtiva e as perdas inerentes aos processos de utilização (perdas de conservação, eficiências de pastoreio, etc.);

4- Estimar as possibilidades de satisfazer as exigências dos animais através do pastoreio (n^o de dias de pastoreio ano^{-1});

5- Estimar as necessidades de alimentação não cobertas pelo pastoreio, atender ao uso de outros recursos nomeadamente subprodutos de outras culturas e alimentos concentrados, e calcular por diferença as quantidades necessárias de forragens conservadas;

6- Estabelecer um calendário anual de utilização das pastagens, forragens e outros alimentos.

Os cálculos e estimativas podem ser baseados em kg MS (em termos de produções e de alimentos ingeridos), considerando três classes de qualidade ou valor nutritivo das forragens e pastagens, conforme sugerido em 6.2.2.

Um passo adicional (passo “7”) neste processo de planeamento é o de avaliar o ajustamento entre necessidades dos animais e disponibilidades nutritivas da ração de base para os diferentes períodos de calendário anual (passo “6”), pelo recurso às tabelas de necessidades dos diversos tipos de animais e valor energético e proteico das diferentes forragens (5, 6 e 10).

É necessário ter presente que a exploração de animais mais exigentes de elevada potencialidade produtiva, e a intensificação da produção pela adopção de encabeçamentos mais elevados, conduzem respectivamente a acréscimos de exigência da qualidade das forragens produzidas e acréscimos da quantidade (e período) de alimentação complementar à obtida em pastoreio.

Uma aproximação mais elaborada e ambiciosa de planeamento da produção e utilização é a construção de modelos de simulação que podem e devem incorporar parâmetros de valor de mercado dos produtos e cálculo de margens brutas, tal como já ensaiado entre nós para o sistema de produção de ovinos de carne em pastagens de sequeiro mediterrânico (39).

Importância crescente deve ser prestada ao planeamento, gestão e uso eficiente dos nutrientes no conjunto da exploração, atendendo às entradas de

nutrientes nos fertilizantes, na fixação simbiótica de N, nas rações e em outros alimentos adquiridos pela exploração, assim como à utilização dos estrumes e reciclagem através das defecções animais em pastoreio, pelas implicações para a própria exploração e para o meio ambiente (38 e 40).

Referências

- (1) WILKINS, R.J. (2000). Forages and their role in animal systems. In *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*, D.I. Givens, E. Owen, R.F. Axford and H.M. Omed (eds.), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 1-14.
- (2) BEEVER, D.E.; MOULD, F.L. (2000). Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*, D.I. Givens, E. Owen, R.F. Axford and H.M. Omed (eds.), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 15-42.
- (3) FORBES, J.M.; FRANCE, J. (1993). Introduction. In *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*, J.M. Forbes and J. France (eds.), CAB International, Wallingford, UK, pp. 1-10.
- (4) JARRIGE, R. (1988). Ingestion et digestion des aliments. In *Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins*, R. Jarrige (ed.), INRA, Paris, pp. 29-56.
- (5) INRA (1988). *Tables de l'alimentation des bovins, ovins & caprins*. Ed. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 192 pp.
- (6) <http://www.nap.ed/html/dairy-cattle/>
- (7) JARRIGE, R. (1988). Dépenses, besoins et capacité d'ingestion. In *Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins*, R. Jarrige (ed.), INRA, Paris, pp. 17-28.
- (8) JAGUSCH, K.T. (1973). Livestock production from pasture. In *Pastures and Pasture Plants*, R.H.M. Langer (ed.), A.H. & A.W. Reed, Wellington (NZ), pp. 229-242.
- (9) MUSLERA PARDO, E.; RATERA GARCIA, C. (1991). *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento*. 2ª ed., Mundi-Prensa, Madrid, pp. 449-492.
- (10) ABREU, J.M.; BRUNO-SOARES, A.M.; CALOURO, F. (2000). *Intake and nutritive value of mediterranean forages & diets*. Edição ISA/UTL e LQARS/INIA, Lisboa, 129 pp.
- (11) FRAME, John (1992). Feeding value of grass. In *Improved Grassland Management*, J. Frame (ed.), Farming Press, Ipswich (UK), pp. 146-160.
- (12) BUXTON, D.R.; FALES, S.L. (1994). Plant environment and quality. In *Forage Quality, Evaluation and Utilization*, George C. Fahey, Jr. et al. (eds.), ASA/CSSA/SSSA, Madison (USA), pp. 155-199.
- (13) GILL, M., BEEVER, D.E.; OSBOURN, D.F. (1989). The feeding value of grass and grass products. In *Grass. Its Production and Utilization*, 2nd ed., W. Holmes (ed.), BGS & Blackwell Scientific Publ., pp. 89-129.
- (14) SAUVANT, D. (1988). La composition et l'analyse des aliments. In *Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins*, R. Jarrige (ed.), INRA, Paris, pp. 305-314.
- (15) VERITE, R.; PEYRAUD, J.L. (1988). Nutrition azotée. In *Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins*, R. Jarrige (ed.), INRA, Paris, pp. 75-93.
- (16) ROMNEY, D.L.; GILL, M. (2000). Intake of forages. In *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*, D.I. Givens, E. Owen, R.F. Axford and H.M. Omed (eds.), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 43-62.
- (17) DIAS CORREIA, A.A. (1986). Plantas e toxicidade para os animais. In *Bioquímica nos Solos, nas Pastagens e Forragens*, ed. Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 581-670.

- (18) BUSH, L.; BURTON, H. (1994). Intrinsic chemical factors in forage quality. In *Forage Quality, Evaluation and Utilization*, George C. Fahey, Jr. et al. (eds.), ASA/CSSA/SSSA, Madison (USA), pp. 367-405.
- (19) DAVIES, H. Lloyd (1987). Limitations to livestock production associated with phytoestrogens and bloat. In *Temperate Pastures. Their Production, Use and Management*. J.L. Wheeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.), Australian Wool Corporation/CSIRO, pp. 446-456.
- (20) CULVENOR, C.C.J. (1987). Detrimental factors in pastures and forage. In *Temperate Pastures. Their Production, Use and Management*. J.L. Wheeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.), Australian Wool Corporation/CSIRO, pp. 435-445.
- (21) LIPPKE, H.; ELLIS, W.C. (1997). Forage Quality of Annual Ryegrass. In *Ecology, Production and Management of Lolium for Forage in the USA*, F.M. Rouquette, Jr. and L.R. Nelson (eds.), Crop Science Society of America Special Publication No. 24, Madison, Wisconsin (USA), pp. 71-78.
- (22) MOSER, Lowell E. (1995). Post-harvest Physiological Changes in Forage Plants. In *Post-harvest Physiology and Preservation of Forages*, Kenneth Moore and Michael Peterson (eds.), CSSA Special Publication No. 22, Madison, Wisconsin (USA), pp. 1-19.
- (23) JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C.; DULPHY, J. (1982). Forage conservation. In *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*, J.B. Hacker (ed.), CAB, UK, pp. 363-387.
- (24) GOTLIEB, Alan (1997). Causes of mycotoxins in silages. In *Silage: Field to Feedbunk*, Proceedings from the silage: field to feedbunk North American Conference, Pennsylvania, Feb. 11-13, 1997, pp. 213-221.
- (25) HENRICHS, A.J.; LAMMERS, B.P. (1997). Particle size recommendations for dairy cattle. In *Silage: Field to Feedbunk*, Proceedings from the silage: field to feedbunk North American Conference, Pennsylvania, Feb. 11-13, 1997, pp. 268-278.
- (26) ANDRIEU, J.; DÉMARQUILLY, C. (1987). Composition et valeur alimentaire des foins et des pailles. In *Les Fourrages Secs: Récolte, Traitement, Utilisation*, C. Démarquilly (ed.), INRA, Paris, pp. 163-182.
- (27) COLLINS, M.; MOORE, K.J. (1995). Postharvest processing of forages. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture*. Volume II, Robert F. Barnes, Darrel A. Miller and C. Jerry Nelson (eds.), 5th edition, Iowa State University Press, Ames, Iowa (USA), pp. 147-161.
- (28) BERGER, L.L.; FAHEY, G.C. Jr. (1994). Modification of forage quality after harvest. In *Forage Quality, Evaluation and Utilization*, George C. Fahey, Jr. et al. (eds.), ASA/CSSA/SSSA, Madison (USA), pp. 922-966.
- (29) HODGSON, John (1990). *Grazing Management. Science into Practice*. Longman Handbooks in Agriculture, Longman Scientific & Technical, 203 pp.
- (30) MOREIRA, Nuno (1995). *Pastoreio. Interacções animal-pastagem e seus reflexos no manejo e na produção*. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 44, ed. UTAD, Vila Real, 55 pp.
- (31) AZEVEDO, J.T.; RAPOSO, N.; ALMEIDA, V. (1988). *Importância das cercas na criação ovina*. Ed. UTAD, Vila Real, 27 pp.
- (32) CRESPO, David (1975). *Factores elementares do sequeiro do Sul. Prados temporários e permanentes*. Colecção do Curso de Reciclagem de Sequeiro, nº 7, Ed. INIA, Oeiras, 100 pp.
- (33) ALLDEN, W.G. (1982). Problems of animal production from mediterranean pastures. In *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*, J.B. Hacker (ed.), CAB, UK, pp. 45-65.
- (34) CLARK, D.A.; KANNEGANTI, V.R. (1998). Grazing. Management systems for dairy cattle. In *Grass for Dairy Cattle*, J.H. Cherney and D.J. Cherney (eds.), CABI Publishing,

- Wallingford, UK, pp. 311-334.
- (35) CRESPO, D.; ANTUNES, J.; DIAS, J. (1980). Influência dos encabeçamentos na produção de carne de bovino em prados de regadio. *Pastagens e Forragens*, **1**:96-123.
- (36) REID, R.L. (1982). Problems of animal production from temperate pastures. In *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*, J.B. Hacker (ed.), CAB, UK, pp. 21-43.
- (37) VIEIRA, J.; GONÇALVES, S.; SANCHES, D.; BERNARDO, A.; MOREIRA, N. (2000). Sustentabilidade dos lameiros e do sistema de agricultura de montanha do Norte de Portugal. II. Lameiros. In *Actas da 3ª reunião Ibérica de Pastagens e Forragens*, Bragança - A Coruña - Lugo, 7 a 13 de Maio, pp. 737-742.
- (38) CHERNEY, J.H.; ALLEN, V.G. (1995). Forages in a livestock system. In *Forages. An Introduction to Grassland Agriculture*. Volume I, fifth ed., Robert Barnes, Darrel Miller and Jerry Nelson (eds.), Iowa State University Press, Ames (USA), pp. 175-188.
- (39) PINTO, P.A.; COELHO, J.C. (1990). Ovinos - um modelo de simulação por computador de um sistema de produção de ovinos e carne em pastagens semeadas de sequeiro em clima mediterrânico. *Pastagens e Forragens*, **11**(I):57-68.
- (40) VAN DER MEER, H.G. (2001). Grassland and the environment. In *Progress in Grassland Science: Achievements and Opportunities*, S. C. Jarvis (ed.), BGS/IGER, Devon (UK), pp. 53-67.

