

SUBSTÂNCIAS PREJUDICIAIS À PRODUTIVIDADE ANIMAL EM PASTOS E FORRAGENS*

**J. M. Abreu
L. M. C. Leitão**

Instituto Superior de Agronomia
Tapada da Ajuda
1399 LISBOA CODEX

RESUMO

Dado que a grande maioria das plantas pratenses e forrageiras apresenta substâncias indesejáveis, considera-se interessante conhecer as contra-indicações de cada uma delas em nutrição animal. Algumas, aparentemente inócuas, produzem no entanto efeitos cumulativos que originam perturbações metabólicas e perdas de produtividade.

No presente trabalho referem-se os compostos de origem vegetal que mais frequentemente prejudicam a produtividade animal, as plantas em que ocorrem e os efeitos no metabolismo.

Trata-se apenas de uma revisão bibliográfica, elaborada com o objectivo principal de detectar linhas de orientação para estudos futuros.

PALAVRAS-CHAVES: Substâncias tóxicas; Pastos; Forragens; Ruminantes.

* Conferência proferida na XII Reunião de Primavera da SPPF. Monte Gordo, Abril 1991.

ABSTRACT

Pastures and forages contain many compounds either indifferent or with deleterious effects on the animals ingesting them.

Some of these compounds tend to accumulate in the body giving rise to metabolic disorders and therefore losses of productivity.

Since most plants have undesirable substances it is deemed convenient in each case to know the effects of such plants as feed.

This paper gives an account of the most important substances which reduce productivity, with special reference to their effects on metabolism.

In this review an attempt is made to systematize the knowledge concerning the nature, occurrence and importance of such compounds in pastures and forages in view of planning future research.

KEYWORDS: Deleterious compounds; Pastures; Forages; Ruminant animals.

1 — INTRODUÇÃO

As recentes medidas de Política Agrícola Comum da CEE, visando essencialmente a resolução do problema dos excedentes e a protecção do ambiente, estão a dar origem, em Portugal, a uma redução das áreas de cultura e, conseqüentemente, a um aumento das ocupadas com pastos e forragens.

Com efeito, a progressiva aproximação dos preços dos produtos agrícolas dos praticados nos outros países da CEE está a conduzir ao abandono progressivo de algumas culturas, por perda de competitividade. Os pastos e as forragens aparecem, assim, como alternativas possíveis. Por outro lado, a atribuição de subsídios à instalação de pastagens e à criação animal em zonas desfavorecidas também tem contribuído para a adopção de sistemas de exploração da erva, em bases mais intensivas.

Os prados temporários de sequeiro têm, assim, grandes possibilidades de expansão. Embora em menor escala, o mesmo sucede com os prados de regadio e com as culturas forrageiras em geral.

Em Portugal, as pastagens naturais polifíticas e de baixa produtividade são, ainda, o principal recurso alimentar dos animais ruminantes, ocupando uma área superior a cerca de 2 milhões de ha. Contudo, a maior parte estão muito degradadas, devendo ser regeneradas pela introdução de espécies pratenses.

Em todo este contexto de melhoria e de expansão, as leguminosas assumem, nas condições do nosso País, uma importância fundamental, embora

incluam um elevado número de espécies susceptíveis de causarem problemas aos animais utilizadores (36).

Os sistemas mais intensivos de pastoreio, necessários à manutenção da produtividade dos pastos, ao equilíbrio das espécies e ao controlo das infestantes, conduzem normalmente a maiores riscos, por reduzirem as possibilidades de selecção. Além disso, as plantas tóxicas, ou potencialmente tóxicas, têm frequentemente características agronómicas superiores, o que lhes confere uma certa predominância em algumas situações. Por outro lado, também existem plantas que, embora muito tóxicas, os animais consomem com avieiz (caso do "embudo", por exemplo). Noutros casos ainda, as intoxicações podem ser consequência da saturação dos mecanismos de defesa, por ingestão continuada de determinados alimentos (33, 35).

Condições climáticas desfavoráveis e fertilizações desequilibradas podem também contribuir para o risco de intoxicações (23).

2 — ORIGEM DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS

As substâncias tóxicas, também designadas por factores antinutricionais (FAN) são, na sua maioria, produtos de metabolismo secundário das plantas, que terão surgido no decurso do processo evolutivo e que a selecção natural preservou, talvez por actuarem como "mecanismos" de defesa contra pragas e doenças (20, 38).

No seu conjunto constituem um grupo numeroso e deversificado de substâncias, que guardam uma estreita relação com as plantas em que ocorrem e que podem estar na origem de alterações metabólicas graves nos animais que as ingerem. Tais alterações traduzem-se normalmente por quebras de produtividade e, nalguns casos, pela morte dos próprios animais (23).

A maior parte dos FAN são veiculados directamente pelo alimento. Outros, porém, são o resultado da transformação de substâncias, à partida não tóxicas, no rúmen ou no fígado dos animais (caso das isoflavonas e dos nitratos, por exemplo).

Os FAN são mais frequentes nas leguminosas do que nas gramíneas ou em qualquer outra família de plantas forrageiras como tem sido amplamente demonstrado, principalmente na Austrália.

A concentração de FAN nas plantas varia com a fase de desenvolvimento e o órgão considerado. Porém, as condições climáticas e pedológicas em que

as plantas se desenvolvem, e a frequência e intensidade de desfoliação, também são normalmente referidos como elementos condicionantes (18).

Os efeitos dos FAN dependem dos compostos implicados, da sua concentração nas plantas, do tipo de animal, da duração do consumo, etc. Alguns distúrbios, porém, são uma consequência da combinação de vários factores. É o caso do timpanismo espumoso, que parece estar associado à presença de, pelo menos, proteínas facilmente fermentescíveis e saponinas (23).

3 — MECANISMOS DE DEFESA E LIMITES DE TOXICIDADE

Como se sabe, os ruminantes dispõem de mecanismos de desintoxicação que, em muitos casos, lhes permitem atenuar os efeitos dos FAN. Assim, a mimosina, da *Leucaena leucocephala*, não afecta os ruminantes no Hawaii, mas afecta-os na Austrália e na Nova Guiné. Isto resulta da existência de uma bactéria especializada na degradação da mimosina, na pança dos primeiros (23).

Assim se vê como os resultados da experimentação com FAN não são frequentemente generalizáveis a condições diferentes daquelas em que são obtidos, o que naturalmente dificulta o estudo destas questões.

Os limites de toxicidade dos factores antinutricionais não são ainda suficientemente conhecidos. No entanto, nos últimos anos, esta matéria tem sido objecto de uma atenção particular, registando-se já avanços consideráveis (21).

No estudo dos efeitos dos FAN, em geral recorre-se, numa primeira fase, a animais de laboratório e só depois a ruminantes, em condições reais de exploração. A utilização de fêmeas gestantes no despiste de FAN também parece ser interessante, devido à elevada sensibilidade dos factos, em particular nos primeiros estádios de desenvolvimento (27).

4 — SITUAÇÃO ACTUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

Em Portugal ainda estão por identificar, de forma sistematizada, os FAN presentes em pastos e forragens.

A identificação dos FAN, seguida de uma hierarquização baseada nos riscos a eles associados, permitirá detectar linhas de orientação para estudos futuros e estabelecer prioridades.

Na fase actual dos nossos conhecimentos e para as condições do nosso País, cremos que os compostos fenólicos (especialmente os estrogénicos), as

saponinas, os glicosidos cianogénicos e os glicosinolatos das forragens são substâncias que merecem uma atenção particular. Também os alcalóides, pelos efeitos depressivos no consumo e larga representatividade, deverão ser objecto de estudo prioritário.

5 — SUBSTÂNCIAS TÓXICAS, SEUS EFEITOS E PLANTAS EM QUE OCORREM

Neste trabalho reúnem-se elementos bibliográficos sobre a natureza, a concentração e os efeitos de diversos tipos de compostos, com indicação das plantas em que têm sido observados.

No quadro 1 faz-se uma tentativa de sistematização da informação recolhida, com o objectivo de facilitar a consulta. Os compostos considerados referem-se então de forma mais descritiva, nas secções que se seguem.

5.1 — Compostos fenológicos

Os compostos fenológicos caracterizam-se por possuírem uma anel benzénico na molécula, ao qual se ligam um ou mais radicais hidroxílicos.

Neste grupo podemos considerar os derivados simples (ácidos hidroxibenzóicos e cinâmicos, cumarinas, etc.) e os flavonóides (antocianinas, flavonas, isoflavonas, cumestanos, etc.) (17).

Os cumestanos e as isoflavonas (ou os seus derivados após transformação no rúmen ou no fígado) apresentam actividade estrogénica e podem intervir no comportamento reprodutivo dos animais em pastoreio (39). As isoflavonas estão presentes, entre outras, em plantas do género *Trifolium*. Os seus estrogénios mais activos são a formomonetina, a genisteína, a diadzeína e a biochanina A (23). Os cumestanos não parecem conduzir a diminuições de fertilidade tão acentuadas como as das isoflavonas, ocorrendo especialmente em espécies dos géneros *Medicago* e *Melilotus* (33).

Hegarty (23) refere que os estrogénios das forragens afectam mais a fertilidade dos ovinos do que a dos bovinos e que as contaminações das pastagens por fungos podem agravar o problema.

Existem outros compostos fenológicos, presentes nas forragens, que não se incluem na classificação anterior. É o caso dos polifenóis, que são polímeros relativamente complexos. A sua estrutura química vai desde o flavo-

nóide simples (em C_{15}) até estruturas poliméricas do tipo das lenhinas e dos taninos (16).

Os taninos são um elemento antinutricional importante, devido, sobretudo, à sua capacidade para precipitar as proteínas. Os taninos reduzem a palatabilidade, a ingestibilidade e a digestibilidade das forragens (31). Embora os animais possam desenvolver mecanismos de adaptação aos taninos (por exemplo produzindo saliva mais rica em substâncias azotadas), a sua ingestão excessiva e prolongada pode causar toxicidade (34).

Alguns autores (5, 29, 30) atribuem propriedades benéficas aos taninos. A baixa incidência de casos de timpanismo com as leguminosas que os contêm em doses elevadas e a sua capacidade para proteger da degradação ruminal a fracção azotada dos alimentos são exemplos disso (16).

5.2 — Saponinas e outros glicósidos

As saponinas e outros glicósidos são produtos do metabolismo secundário das plantas e apresentam frequentemente propriedades antinutricionais para os animais que as consomem.

Os glicósidos esteróidicos são compostos que resultam da combinação de um açúcar — a D-glucose é o mais comum — com um grupo álcool de natureza diversa. Neste grupo incluem-se, por exemplo, os glicósidos cardíacos e as saponinas, que são produtos com capacidade para danificar membranas celulares (12). As saponinas estão presentes em muitas forragens, tendo sido mais estudadas nas leguminosas, em particular em *Medicago sativa* L. Sabe-se que têm capacidade para formar espumas estáveis, o que contribui para a ocorrência de timpanismo nos ruminantes (4).

Os glicósidos cianogénicos e os glicosinolatos têm a capacidade de se tornar muito tóxicos após sofrerem a acção de enzimas específicas. É o caso do ácido cianídrico que bloqueia o último passo da cadeia respiratória nos tecidos. Os ruminantes são mais susceptíveis aos glicósidos cianogénicos e glicosinolatos do que os monogástricos, devido à maior capacidade que os microrganismos do rúmen têm para provocar a hidrólise enzimática destes glicósidos, com libertação de isotiocianato, tiocianato e cianeto de hidrogénio (39).

Os isotiocianatos são indutores de hipertiroidismo e o ácido cianídrico inibe as enzimas transportadoras de oxigénio aos tecidos, provocando asfixia interna e morte rápida do animal. Estes compostos são tanto mais letais quanto

mais concentrada for a dose ingerida. Os ovinos, por exemplo, apenas toleram cerca de 2 mg de HCN por kg e por hora, convertendo-o, no fígado, em tiocianato (39). Elevadas fertilizações azotadas e secas prolongadas parecem favorecer aumentos consideráveis de glicósidos cianogénicos e glicosinolatos nas forragens (7).

A floridizina é outro glicósido tóxico que parece reduzir a absorção de glucose no intestino e nos rins, induzindo assim sintomas característicos de diabetes nos aniamis que a ingiram. Este composto também parece funcionar como inibidor do acoplamento na fosforilação oxidativa para a síntese de ATP (12).

5.3 — Alcalóides

Os alcalóides são um vasto grupo de substâncias orgânicas com propriedades básicas e um átomo de azoto no seu anel heterocíclico. Segundo Harborne (19), é difícil definir com rigor este tipo de compostos, pouco frequentes nas plantas inferiores. O principal papel dos alcalóides, como metabolitos secundários, parece ser o da defesa contra predadores, devido à má palatabilidade das forragens que os possuem (6).

Dentre os alcalóides tóxicos para os ruminantes, os mais referidos são as pirrolizidinas e as quinolizidinas.

As primeiras ocorrem em espécies de *Crotalaria*, *Senecio*, *Heliotropium*, etc., e causam problemas hepáticos crónicos. Podem também levar à fotosensibilidade a à acumulação excessiva de cobre no fígado. Qualquer destes efeitos é letal em caso de intensa exposição à toxina (23).

As quinolizidinas são frequentes nas espécies amargas de *Lupinus*. A anagirina é uma das quinolizidinas presentes em *Lupinus* nos EUA. Esta toxina tem efeitos teratogénicos nos bovinos, provocando deformações profundas nos fetos (6). Estes são sobretudo susceptíveis à anagirina desde os 40 aos 75 dias de gestação (39). Nos ovinos tais deformações também se verificam. Segundo Wink e Witte (42), nos *Lupinus*, as folhas em desenvolvimento rápido são as zonas de síntese mais activas de quinolizidinas. Daí, estes compostos são translocados via floema para outras partes da planta, especialmente para as sementes. A taxa de degradação e de reposição de quinolizidinas é bastante elevada, verificando-se assim uma marcada variação diária na concentração destes compostos nos tecidos das plantas.

Os principais efeitos produzidos nos animais pela ingestão de quinolizidinas têm a ver com perturbações do sistema nervoso. Em animais de laboratório têm-se observado tremores, convulsões e dificuldades respiratórias. Em ovinos os sintomas são semelhantes (6).

A quinolizidina não se acumula no organismo animal. Os ruminantes podem consumir apreciáveis quantidades de *Lupinus*, durante períodos longos, desde que não ingiram doses com concentrações superiores às letais (39).

Nos EUA também foram detectadas baixas de produção associadas com ingestão de *Phalaris arundinacea*. As causas foram atribuídas a alcalóides de diversos tipos, cuja concentração na planta era directamente proporcional à gravidade do efeitos. Na Austrália, por sua vez, observaram-se distúrbios nervosos e falhas cardíacas graves em ovelhas consumindo *Phalaris aquatica*. As intoxicações mais graves, que conduzem rapidamente à morte, parece resultarem de alcalóides do tipo dimetil-triptamina; no entanto, no caso da evolução lenta, os compostos ainda não estão claramente identificados (23). O mesmo autor refere que o cobalto introduzido no rúmen tem constituído um método eficiente de prevenção da toxicidade por *Phalaris aquatica*.

Ainda nos EUA e durante o Verão, têm-se observado casos de toxicidade em bovinos consumindo *Phalaris arundinacea*. As consequências são a diminuição das quantidades ingeridas, dos aumentos de peso e da produção do leite, a par de uma elevação do ritmo respiratório (23). Este autor relaciona os efeitos com a presença de um alcalóide, a perlolina, que inibe o desenvolvimento de bactérias celulolíticas do rúmen.

5.4 — Proteínas

Dentre as proteínas com efeitos antinutricionais começa-se por referir as lectinas e os inibidores das proteases, que ocorrem sobretudo nas sementes das leguminosas.

A ingestão de lectinas parece conduzir à destruição de células no exterior das vilosidades intestinais a à redução da actividade enzimática nesta zona do tubo digestivo. Como consequência, a capacidade de digestão e de absorção reduz-se, o mesmo sucedendo às quantidades ingeridas (15). Lectinas isoladas de sementes de *Phaseolus vulgaris* provocaram, em cobaias, dilatação dos tecidos do intestino delgado, do fígado e do pâncreas; diminuição das reservas

de proteínas, lípidos e glicogénio; e abaixamento dos níveis de insulina e de glucose no sangue (37). Segundo Grant (15), é difícil determinar *in vitro* os níveis de toxicidade das lectinas. Estes parecem depender da sua concentração na dieta, do grau de destruição do aparelho digestivo do consumidor e da velocidade com que é introduzida na circulação sistemática. Assim, a avaliação da toxicidade sistémica das lectinas utilizando métodos *in vitro* conduz a estimativas pouco precisas. Segundo o mesmo autor, as sementes de leguminosas potencialmente tóxicas devem ser sujeitas a um tratamento térmico para desnaturação das lectinas, por exemplo a 100° C durante 10 a 20 minutos.

As sementes de muitas plantas superiores, como as leguminosas, apresentam substâncias inibidoras de proteases (2). A sua principal função parece ser a protecção da espécie contra possíveis predadores. Estes inibidores actuam formando complexos muito estáveis com as enzimas proteolíticas, reduzindo fortemente a sua actividade; contudo, a estabilidade do complexo formado depende da especificidade da enzima para o inibidor, e vice-versa. Por exemplo, um determinado inibidor pode actuar sobre tripsina de bovino e não inibir tripsina humana. Assim, ao testar uma forragem relativamente a inibidores de proteases, deverá haver o cuidado de considerar a espécie a que o alimento se destina. As proteínas que inibem as proteases, embora possam ser um factor antinutricional importante, não alteram de forma grave o metabolismo dos próprios animais.

Outro importante grupo de proteínas são as relacionadas com o timpanismo em ruminantes. Alguns autores (32) defenderam a hipótese de o timpanismo resultar do consumo de forragens ricas em determinada fracção proteica. As proteínas 18s (da fracção I), presentes em *Medicago sativa*, seriam as responsáveis pela espuma produzida no rúmen dos animais com timpanismo. No entanto, Jones e Lyttleton (28) mostraram que com as proteínas da fracção II, existentes no *Trifolium pratense*, também se formavam, *in vitro*, espumas relativamente estáveis. Mais recentemente admite-se que o timpanismo não pode resultar apenas de uma fracção de proteínas indutoras, sendo provável que se desencadeie devido à interacção complexa de vários factores, que terão a ver com as plantas ingeridas, os animais utilizadores, os microrganismos do rúmen, o próprio meio, etc. (23).

5.5 — Aminoácidos não proteicos

É vulgar classificar os aminoácidos (a.a.) em proteicos e não proteicos, embora esta classificação nem sempre seja a mais adequada. Os proteicos são

vinte (em rigor 17 aminoácidos, 1 iminoácido e 2 amidas); só um a.a. não proteico está regularmente presente nos tecidos das plantas: o ácido γ -aminobutírico, as restantes estruturas aparecem menos frequentemente. A maioria dos a.a. não proteicos apresentam estruturas análogas às dos proteicos e pensa-se que uma das suas funções seja a constituição de reservas azotadas na planta. Isto justifica-se em parte pelas elevadas concentrações de a.a. não proteicos nas sementes e pelo desempenho (por estes a.a.) de funções metabólicas importantes durante a germinação (19). Os a.a. não proteicos podem ter efeitos nos animais devido essencialmente à sua semelhança estrutural com os a.a. essenciais e os derivados neurotransmissores (10). A susceptibilidade a estes factores de toxicidade varia, no entanto, com o tipo de animal e a população microbiana em causa (10). A presença destes a.a. com propriedades tóxicas observa-se principalmente nas leguminosas. Segundo Hegarty (23) os a.a. não proteicos presentes em forragens e com efeitos tóxicos consideráveis são a mimosina, presente na *Leucaena leucocephala*, a indospicina, em *Indigofera* spp., e os a.a. que contêm selénio na sua estrutura. A mimosina parece não afectar os ruminantes que ingerem *Leucaena leucocephala* fora da Austrália e da Nova Guiné. Mas, nestes países, os bovinos que a ingerem apresentam baixos aumentos de peso, queda de pelo e, quando adultos, hipertiroidismo. Também são afectados de hipertiroidismo os ovinos e os bovinos recém-nascidos cujas mães tenham consumido *Leucaena leucocephala* durante a gestação. Nestas condições o aborto em ovinos é frequente. Segundo Jones *et al.* (26), a mimosina transforma-se no rúmen em 3-dihidroxipiridina (DHP) que induz o hipertiroidismo nos ruminantes. Fora da Austrália e da Nova Guiné os níveis de DHP no sangue dos ruminantes é muito mais baixo. Hoje sabe-se que isto se deve ao facto de existirem microrganismos no rúmen capazes de degradar o DHP, o que não acontece naqueles países (23). A indospicina (ácido-2-amidino-6-amino-hexanóico) foi isolado da *Indigofera spicata* (25). Esta toxina degrada o fígado dos ruminantes e faz diminuir a fertilidade nos bovinos (23).

Os a.a. não proteicos com estruturas análogas às dos a.a. proteicos podem ter um efeito tóxico, se a sua estrutura não for reconhecida (como um a.a. não proteico) e acabar por sabotar a cadeia de reacção metabólica onde pode chegar a ser integrado. É o que acontece em compostos análogos aos a.a. que contêm enxofre, muito frequentes nas *Brassica* spp. Um composto típico é o sulfóxido de S-metilcisteína, estruturalmente semelhante à metionona e que aparece na beterraba. Este composto provoca nos ruminantes uma forte anemia, após 1 a 3 semanas de ingestão exclusiva de beterraba. Alguns sinais precoces desta desordem alimentar são a perda de apetite e a diminuição da concentração

de hemoglobina no sangue (10). Alguns aminoácidos com enxofre, presentes em certas forragens, podem sofrer uma alteração na estrutura e causar danos nos consumidores. É o que se passa quando o enxofre é substituído por selênio, dando origem a Se-metilselenocisteína e selenocistationina presentes em plantas do género *Astragalus*. Os ruminantes que consomem este tipo de forragem apresentam, entre outros, problemas nas unhas, com consequente dificuldade de locomoção, aparentando dor (10). Existem ainda ruminantes que podem ser afectados de osteolatrismo após consumo de plantas pertencentes ao género *Lathyrus*. Os agentes causadores são aminoácidos que provocam perturbações no esqueleto, como, por exemplo, degenerescência das cartilagens dos ossos (39). O neurolatrismo verifica-se em animais consumidores de espécies dos géneros *Lathyrus* e *Vicia*. Este distúrbio está associado à presença de aminoácidos, do tipo do β -ciano-L-alanina, γ -glutamil- β -ciano-L-alanina, do α , γ -ácido-diaminobutírico, etc., que afectam o normal funcionamento do sistema nervoso (24).

5.6 — Nitratos e nitrocompostos

Muitas forragens, na sequência de fertilizações azotadas intensas e durante períodos de rápido crescimento, de baixa intensidade luminosa, de seca, etc, podem acumular quantidades elevadas de nitratos nos seus tecidos. A situação pode tornar-se grave, uma vez que os nitratos podem ser reduzidos a nitritos e provocar toxicidade nos ruminantes. Os casos de envenenamento mais graves têm-se verificado em animais que consomem forragens com elevados teores em nitratos, depois de períodos longos de jejum. A ingestão de doses subletais pode causar abortos, distúrbios digestivos e quebras de produção. A susceptibilidade dos ruminantes aos nitratos depende em parte da população microbiana existente no rúmen. As forragens com elevados teores de nitratos (não reduzidos a nitritos) podem originar envenenamento por metahemaglobina anémica se, no rúmen, a taxa de produção de amónia (através dos nitratos) for inferior à taxa de produção de nitritos (23). Segundo o mesmo autor, existem ainda compostos nítricos, derivados da glucose, que podem ser tóxicos. Estão especialmente presentes em leguminosas. É o caso, por exemplo, do 3-nitro-1-propil- β -D-glucopiranosídeo presente em plantas de *Astragalus* spp. A variedade de forragens onde estes nitrocompostos podem existir é pequena, no entanto, este facto deve ter-se em conta na avaliação das forragens.

5.7 — Compostos acetilénicos

Um exemplo de compostos acetilénicos é a oenantoxina, que ocorre no conhecido "embudo" (*Oenhanto crocata*), planta responsável por casos de mortalidade nos animais que a consomem.

5.8 — Oxalatos

Muitas plantas que contêm oxalatos são consumidas avidamente por ruminantes. Hegarty (23) refere prejuízos consideráveis em animais devido à ingestão de *Oxalis pescaprae*, na Austrália, e de *Halogeton glomeratus*, nos EUA. Sabe-se que os ruminantes são capazes de suportar níveis crescentes de ingestão de oxalatos, devido à adaptação degradativa dos microrganismos do rúmen. No entanto, se a capacidade dos microrganismos para decompor oxalatos for saturada, os efeitos tóxicos fazem-se sentir. Na presença de doses excessivas de oxalato pode ocorrer uma diminuição da concentração de cálcio no sangue. A deposição excessiva de oxalato de cálcio nos túbulos dos rins também pode provocar a morte dos animais.

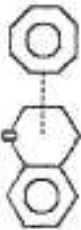


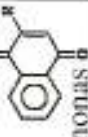
5.9 — Compostos de flúor

O ácido fluoracético é um agente tóxico presente em plantas dos géneros *Dichapetalum*, *Gastrolobium*, *Oxylobium*, etc. (23). Os compostos de flúor não se acumulam, com frequência, nos vegetais. No entanto, quando tal sucede, como nos géneros atrás referidos, podem ser um factor de risco para potenciais consumidores. A toxicidade do ácido fluoracético deve-se ao facto de este poder entrar no ciclo de Krebs em lugar do ácido acético. É então metabolizado o ácido fluorcítico que não é aceite como substrato da enzima aconitase (como seria o ácido cítrico), provocando a paragem do ciclo respiratório na célula (33).

5.10 — Compostos de selénio



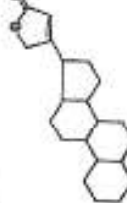

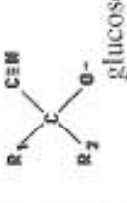
Os compostos de selénio ocorrem frequentemente nas plantas forrageiras em níveis compatíveis com a vida dos animais. No entanto, algumas espécies vegetais têm tendência para acumular selénio, tornando-se potencialmente perigosas para a saúde animal. De grande risco são as plantas do género *Astragalus*, pelas elevadas concentrações em selénio que normalmente apresentam.

QUADRO 1 — Tentativa de sistematização de compostos considerados depressivos da produtividade animal, com indicação de efeitos e de plantas em que ocorrem.

COMPOSTOS	MOLÉCULAS OU SUBSTÂNCIAS ACTIVAS	EXEMPLOS	EFEITOS NOS RUMINANTES ⁽⁴⁾	PLANTAS EM QUE OCORREM	REFERÊNCIAS ⁽⁵⁾
		cumestanos	Actividade estrogénica - Redução da fertilidade - Incremento da proteinogénese	<i>Medicago sativa</i> , <i>Melilotus alba</i> , <i>Trifolium alexandrinum</i> , <i>T. pratense</i> , <i>T. repens</i> .	WONG (43) HEGARTY (23) MCDONALD (33) SMOLENSKI <i>et al.</i> (39)
		isoflavonas	Actividade estrogénica mais intensa que a dos cumestanos, com efeitos idênticos, embora agravados.	<i>Trifolium pratense</i> , <i>T. repens</i> , <i>T. subterraneum</i> .	WONG (43) HEGARTY (23) MCDONALD (33) SMOLENSKI <i>et al.</i> (39)
COMPOSTOS FENÓLICOS	núcleo flavonóide		Precipitação de proteínas (da saliva no rúmen...) - Adstringência com redução da ingestibilidade. - Efeito benéfico na prevenção do timpanismo.	<i>Hordeum vulgare</i> , <i>Sorghum</i> sp., <i>Lotus</i> sp., <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Vicia faba</i> .	WONG (43) GRIFFITHS (16) MARQUARDT (34)
		taninos ⁽⁵⁾			
	 poliflavonóide cumarinas	dicumarol (por transformação das cumarinas)	Hemofilia - Hemorragias gastrointestinais e outras.	<i>Melilotus</i> spp.	The Merck Veterinary Manual, 1979.
 quinonas	hipericina	Fotosensibilização (primária) e suas consequências.	<i>Hypericum perforatum</i> .	ABREU (1)	





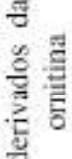
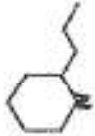
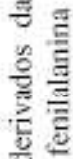
(continua)

QUADRO 1 — (1ª continuação)

COMPOSTOS	MOLÉCULAS OU SUBSTÂNCIAS ACTIVAS	EXEMPLOS	EFEITOS NOS RUMINANTES (4)	PLANTAS EM QUE OCORREM	REFERÊNCIAS (3)
SAPONINAS	 esteróide	digitogenina	Possível formação de espumas estáveis no rúmen. Hemólise dos glóbulos vermelhos.	<i>Digitalis</i> sp.	HEFTMANN e MOSETTIG (22)
	 trepenóide	oleaninas	Possível formação de espumas estáveis no rúmen. Hemólise dos glóbulos vermelhos.	<i>Lotus glaberrimus</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium repens</i> .	BIRK (2) BONDI <i>et al.</i> (4)
GLICÓSIDOS CARDÍACOS		digitoxigenina	Estimulação cardíaca	<i>Digitalis lanata</i> , <i>D. purpurea</i> , <i>Strophantus</i> spp. (5)	DUFFUS e DUFFUS (12)
GLICOSINOLATOS	 glucose	sinigrina	Bócio, inibição da respiração celular, intoxicação hepática e renal (1)	<i>Raphanus sativus</i> , <i>Brassica napus</i> , <i>B. oleracea</i> .	TAPPER e REAY (40) DUCAN e MILNE (11)
GLICÓSIDOS CIANOGENÍCOS	 glucose	lotaustralina	Após hidrólise dão origem a ácido cianídrico que actua como inibidor da respiração celular e como toxina do fígado e dos rins.	<i>Lotus</i> sp., <i>Trifolium repens</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Sorghum vulgare</i> .	TAPPER e REAY (40) MCDONALD (33)

(continua)

QUADRO 1 (2ª continuação)

COMPOSTOS	MOLÉCULAS OU SUBSTÂNCIAS ACTIVAS	EXEMPLOS	EFEITOS NOS RUMINANTES (12)	PLANTAS EM QUE OCORREM	REFERÊNCIAS (13)
	 <p>amina</p>	triptamina	Marcha cambaleante. Falhas cardíacas, morte súbita.	<i>Phalaris</i> spp.	CULVENOR (8) HEGARTY (23)
	 <p>pirrolizidinas</p>	lasiocarpina	Intoxicação hepática (pode levar à fotossensibilização)	<i>Amsinkia</i> spp. (3), <i>Crotalaria</i> spp. (5), <i>Cynodundactilum</i> , <i>Ehirium plantagineum</i> , <i>Heliotropium</i> spp., <i>Senecio</i> spp., <i>Panicum repens</i> .	CULVENOR (8) HEGARTY (23)
	 <p>quinolizidinas</p>	lupanina	Inapetência. Convulsões. Inibição dos movimentos respiratórios. Teratogenia.	<i>Lupinus</i> spp.	CULVENOR (8) HEGARTY (23) CHEEKE e KELLY (6)
ALCALÓIDES	 <p>derivados da ornitina</p>	perfolina	Descoordenação motora. Convulsões. Aceleração dos movimentos respiratórios.	<i>Festuca arundinacea</i> , <i>Lolium perenne</i> .	CULVENOR (8)
	 <p>derivados da ornitina</p>	atropina	Actuam sobre o sistema nervoso vegetativo.	<i>Hyoscyamus niger</i> , <i>Datura Stramonium</i> .	Referido por: FERNANDES <i>et al.</i> (13)
	 <p>derivados da ornitina</p>	conina	Salivação excessiva. Agitação, contrações tetânicas, dilatação das pupilas. Diarreia e meteorismo eventualmente.	<i>Conium maculatum</i> .	Referido por: FERNANDES <i>et al.</i> (13)
	 <p>derivados da fenilalanina</p>	morfina	Efeitos semelhantes aos do ópio.	<i>Papaver</i> spp.	Referido por: FERNANDES <i>et al.</i> (13)

(continua)

QUADRO 1 (3ª continuação)

COMPOSTOS	MOLÉCULAS OU SUBSTÂNCIAS ACTIVAS	EXEMPLOS	EFEITOS NOS RUMINANTES ⁽⁴⁾	PLANTAS EM QUE OCORREM	REFERÊNCIAS ⁽⁵⁾
PROTEÍNAS E GLICOPROTEÍNAS	lectinas	concanavalina - A	Insuficientemente estudadas nos ruminantes, danos graves nos monogásticos (nomeadamente degradação do epitélio intestinal).	<i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Glycine max</i> .	GRANT (15) PUSZIAI (37)
	inibidores de protease	inibidores da tripsina	Redução ou inibição da actividade proteolítica.	<i>Glycine max</i> , <i>Pisum sativum</i> , <i>Vicia faba</i> , <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Oryza sativa</i> .	BIRK (2) BOISEN (3) VAN OORT <i>et al.</i> (41)
	inibidores da tiamina	tiaminase	Diminuição grave da produção e distúrbios do sistema nervoso.	<i>Equisetum sp.</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> .	MCDONALD (33) GILL (14)
	proteínas facilmente solúveis fracções 1 e 2	proteínas citoplasmicas dos trevos ou da luzerna	Prováveis precursores de timpanismo.	<i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>T. repens</i> .	HEGARTY (23) MCDONALD (33)
	toxalbumina	ricina	Tristeza, espasmos e descoordenação motora, diarreia, morte.	<i>Ricinus Communis</i> .	Referido por: FERNANDES <i>et al.</i> (13)

(continua)

QUADRO 1 (4ª continuação)

COMPOSTOS	MOLÉCULAS OU SUBSTÂNCIAS ACTIVAS	EXEMPLOS	EFEITOS NOS RUMINANTES ⁽⁴⁾	PLANTAS EM QUE OCORREM	REFERÊNCIAS ⁽⁵⁾
AMINOÁCIDOS NÃO PROTEICOS	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	mimosina	Hipertiroidismo (em adultos). Queda de pêlo. Quebras de produção.	<i>Leucaena leucocephala</i> ⁽³⁾ ,	HEGARTY (23)
		indospicina	Toxicidade, degradação hepática.	<i>Indigofera spicata</i> ⁽³⁾ ,	HEGARTY (23)
		sulfóxido de S - metilcisteína	Perda de apetite. Anemia. Diminuição da produção.	<i>Brassica sp.</i>	D'MELLO (10)
COMPOSTOS AZOTADOS NÃO AMINADOS	NO ₃ ⁻	nitrato	Precursor de nitritos (tóxicos). Metahemoglobina anémica. Gastroenterites.	<i>Avena sativa</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Zea mays</i> .	HEGARTY (23) MCDONALD (33)
	NO ₂ ⁻	3 nitro - 1 - propanol	(Precusores de nitritos). Metahemoglobina anémica. Gastroenterites, alcalose sanguínea.	<i>Astragalus sp.</i> , <i>Indigofera spicata</i> ⁽³⁾ ,	SMOLENSKI <i>et al.</i> (39)
COMPOSTOS ACETILÉNICOS	álcool polinsaturado do acetilénico	oemantoxina	Marcha cambaleante. Morte súbita.	<i>Oenhantho crocata</i> .	Referido por: FERNANDES <i>et al.</i> (13)

(continua)

QUADRO 1 (5ª continuação)

COMPOSTOS	MOLÉCULAS OU SUBSTÂNCIAS ACTIVAS	EXEMPLOS	EFEITOS NOS RUMINANTES ⁽⁴⁾	PLANTAS EM QUE OCORREM	REFERÊNCIAS ⁽⁵⁾
OXALATOS	$C_2O_4^{2-}$	oxalato de sódio (aq.)	Hipocalcémia aguda e lesões renais devido a oxalato de cálcio (s).	<i>Beta</i> spp., <i>Cenchrus ciliaris</i> ⁽³⁾ , <i>Oxalis</i> spp., <i>Pennisetum</i> spp. ⁽³⁾ , <i>Setaria</i> spp., <i>Chemopodium album</i> .	HEGARTY (23) MCDONALD (33)
COMPOSTOS DE FLÚOR	F-R	ácido flúor acético	"Sabotagem" do ciclo de Krebs com inibição da respiração celular.	<i>Dichapetalum</i> spp. ⁽³⁾ , <i>Gastrolobium</i> spp. ⁽³⁾ , <i>Oxylobium</i> spp. ⁽³⁾	HEGARTY (23) MCDONALD (33)
COMPOSTOS DE SELÊNIO	$R_2 - Se - R_1$	Se-metilselenocisteína	Anemia. Queda de pêlo. Descoordenação motora.	<i>Astragalus</i> sp., <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>T. repens</i> .	MCDONALD (33) SMOLENSKI <i>et al.</i> (39)

⁽¹⁾ Após hidrólise dão origem a compostos cujos isotiocianatos (que provocam bócio) e o ácido cianídrico (que actua como inibidor da respiração celular e como toxina do fígado e dos rins).

⁽²⁾ Os autores citados referem-se essencialmente aos compostos químicos e aos seus efeitos.

⁽³⁾ Plantas tropicais ou subtropicais (exóticas).

⁽⁴⁾ Efeito causado pelos compostos em geral e não apenas pelo composto referido a título de exemplo, em particular.

⁽⁵⁾ Também abundantes em folhas e frutos de *Quercus* spp. provocando, para além dos efeitos comuns, dependência, gastroenterites, obstrução e eventual morte.

A presença de FAN nas plantas constitui, na maioria dos casos, uma defesa contra predadores. A diminuição do teor desses compostos (por melhoramento genético) valoriza as plantas como alimentos dos animais mas, por outro lado, torna-as mais susceptíveis a pragas e doenças. Será assim necessário analisar esta questão numa perspectiva alargada, considerando todos os aspectos envolvidos.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — ABREU, J. M. — *O Problema da Fotossensibilização em Ovinos. Subsídios para o Estudo do Fenómeno em Portugal*. Relatório final de Curso. Lisboa, Instituto Superior de Agronomia da U.T.L., 1969.
- 2 — BIRK, Y. — *Protein protease inhibitors of plant origin and their significance in nutrition*. In: "First Workshop on ANF in Legume Seeds". Wageningen, Netherlands, Pudoc, 1989, p. 83-94.
- 3 — BOISEN, S. — *Comparative studies on trypsin inhibitors in legumes and cereals*. In: "First Workshop on ANF in Legume Seeds". Wageningen, Netherlands, Pudoc, 1989, p. 118-120.
- 4 — BONDI, A.; BIRK, Y.; GESTEINER, B. — *Forage saponins*. In: "Chemistry and biochemistry of herbage". London, Academic Press, 1973, vol. 1, p. 511-528.
- 5 — BUTLER, L. G. *et al.* — *Interaction of protein with sorghum tannin mechanism, specificity and significance*. "Journal of the Association of Oil Chemists", vol. 61, 1984, p. 916-920.
- 6 — CHEEKE, P. R.; KELLY, J. D. — *Metabolism, toxicity and nutritional implications of quinolizidine (lupin) alkaloids*. In: "First Workshop on ANF in Legume Seeds". Wageningen, Netherlands, Pudoc, 1989, p. 189-201.
- 7 — CROWDER, L. V. — *Herbage quality and nutritive value*. In: "Tropical grassland husbandry", New York, Longman, 1982, p. 346-384.
- 8 — CULVENOR, C. C. — 1973. *Alkaloids*. In: "Chemistry and biochemistry of herbage". London, Academic Press, 1973, vol. 1, p. 375-446.
- 9 — CUTLER, A. J.; CONN, E. — *The synthesis, storage and degradation of plant natural products. Cyanogenic glycosides as an exemple*. In: CREASY, L.; RAZDINA, G. (ed.) — "Recent advances in phytochemistry: Cellular and subcellular localization in plant metabolism". Vol. 16. 1981, p. 249-271.
- 10 — D'MELLO, J. P. F. — *Toxic amino-acids*. In: "Anti-nutritional factors, potentially toxic substances in plants". 1989. (Aspects of Applied Biology, vol. 19), p. 29-50.

- 11 — DUNCAN, A. J.; MILNE, J. A. — *Glucosinolates*. In: "Anti-nutritional factors, potentially toxic substances in plants". 1989. (Aspects of Applied Biology, vol.19), p. 75-92.
- 12 — DUFFUS, C. M.; DUFFUS, J. H. — *Carbohydrate metabolism in plants*. New York, Longman, 1984.
- 13 — FERNANDES, T.; LIMA, M. S.; MARTINS, F. L. — *Doenças de Origem Alimentar em Ovinos e Caprinos*. In: "1^{as} Jornadas sobre Sanidade Ovina e Caprina", Mirandela, Maio 1983.
- 14 — GILL, M.; BEEVER, D. E.; OSBURN, D. F. — *The feeding value of grass and grass products*. In: "Grass: its production and utilization", 2nd ed. Oxford, Blackwell Scientific Publishers, 1989, p. 89-129.
- 15 — GRANT, G. — *Anti-nutritional effects of dietary lectins*. In: "Anti-nutritional factors, potentially toxic substances in plants". 1989. (Aspects of Applied Biology, vol. 19), p. 51-74.
- 16 — GRIFFITHS, D.W. — *Polyphenolics and their possible effects of nutritional value*. In: "Anti-nutritional factors, potentially toxic substances in plants". 1989. (Aspects of Applied Biology, vol. 19), p. 93-103.
- 17 — HARBORNE, J. B. — *Biochemical systematics: The use of chemistry in plant classification*. In: "Progress in Phytochemistry". Vol. 1. Interscience Publishers, 1968, p. 545-588.
- 18 — HARBORNE, J. B. — *Biosynthesis and function of anti-nutritional factors in plants*. In: "Anti-nutritional factors, potentially toxic substances in plants". 1989. (Aspects of Applied Biology, vol. 19), p. 21-28.
- 19 — HARDOBE, J. B. — *Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plant analysis*. London. Chapman and Hall, 1973.
- 20 — HASLAM, E.; LILLEY, T.; McMANUS, J. — *Plant polyphenols and their association with proteins*. In: "Plant resistance to insects". American Chemical Society, 1983, p. 123-137.
- 21 — HEANEY, R. K.; FENWICK, G. R. — *The analysis of anti-nutritinal factors*. In: "Anti-nutritional factors, potentially toxic substances in plants". 1989. (Aspects of Applied Biology, vol. 19), p. 1-20.
- 22 — HEFTMANN, E.; MOSETTIG, E. — *Biochemistry of steroids*. London, Chapman and Hall. Ltd., 1960.
- 23 — HEGARTY, M. P. — *Deleterious factors in forages affecting animal production*. In: "Nutritional limits to animal production from pastures". CSIRO, Commonwealth Agric. Bureaux U.K., 1981, p. 133-150.

- 24 — HEGARTY, M. P.; PETERSON, P. J. — *Free amino acids, bound amino acids, amines and ureides*. In: "Chemistry and Biochemistry of Herbage". Vol. 1. London, Academic Press, 1973, p. 2-62.
- 25 — HEGARTY, M. P.; POUND, A. W. — *Indospicine, a hepatotoxic amino acid from Indigofera spicata: isolation, structure and biological studies*. "Australian Journal of Biological Sciences", vol. 23, 1970, p. 831-842.
- 26 — JONES, R. J.; BLUNT, C. G.; NURNBERG, B. I. — *Toxicity of Leucaena leucocephala: the effect of iodine and mineral supplements on penned steers fed a sole diet of Leucaena*. "Australian Veterinary Journal", vol. 54, 1978, p. 387-392.
- 27 — JONES, R.J.; HEGARTY, M. P. — *Screening pasture plants for possible toxic effects on livestock*. In: "Forage evaluation: concepts and techniques". American Forage and Grassland Council, CSIRO, 1980, p. 237-247.
- 28 — JONES, W. T.; LYTTLETON, J. W. — *Bloat in cattle. Further studies on the foaming properties of soluble leaf proteins*. "New Zealand Journal of Agricultural Research", vol. 15, 1972, p. 267-278.
- 29 — JONES, W. T.; LYTTLETON, J. W. — *Bloat in cattle. A survey of legume forages that do and do not produce bloat*. "New Zealand Journal of Agricultural Research", vol. 14, 1971, p. 101-105.
- 30 — KENDALL, W. A. — *Factors affecting foams with forage legumes*. "Crop Science", vol. 6, 1966, p. 487-489.
- 31 — KUMAR, R.; VAITHIYANATHAN, S. — *Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves*. "Animal Feed Science and Technology", Amsterdam, vol. 30, 1990, p. 21-38.
- 32 — McARTHUR, J. M.; MILTMORE, J. E. — *Bloat investigations. Studies on soluble proteins and nucleic acids in bloating and non-bloating forages*. "Canadian Journal of Animal Science", vol. 49, 1969, p. 69-75.
- 33 — McDONALD, I. W. — *Detrimental substances in plants consumed by grazing ruminants*. In: "World animal science. B1 — Grazing Animals". Amsterdam, Elsevier, 1981, p. 349-360.
- 34 — MARQUARDT, R. R. — *Dietary effects of tannins, vicine and convicine*. In: "First Workshop on ANF in Legume Seeds". Wageningen, Netherlands, Pudoc, 1989, p. 141-155.
- 35 — MARTEN, G. C. — *Effect of deleterious compounds on animal preference for forage and on animal performance*. In: "Forage Evaluation: Concepts and Techniques". American Forage and Grassland Council, CSIRO, 1980, p. 225-235.
- 36 — MARTEN, G. C.; JORDAN, R. M.; RISTAU, E. A. — *Performance and adverse response of sheep during grazing of four legumes*. "Crop Science", vol. 30, 1990, p. 860-866.

- 37 — PUSZTAI, A. — *Biological effects of dietary lectins*. In: "First Workshop on ANF in Legume Seeds". Wageningen, Netherlands, Pudoc, 1989, p. 17-29.
- 38 — ROSENTHAL, G. A. — *L-canavanine and L-canaline: protective allelochemicals of certain leguminous plants*. In: "Plant resistance to insects". Nevada, American Chemical Society, 1983, p. 279-290.
- 39 — SMOLENSKI, S. J.; KINGHORN, A. D.; BALANDRIN, M. F. — *Toxic constituents of legume forage plants*. "Economic Botany", vol. 35, 1981, p. 321-355.
- 40 — TAPPER, B. A.; REAY, P. F. — *Cyanogenic glycosides and glucosinolates*. In: "Chemistry and biochemistry of herbage". Vol. 1. London, Academic Press, 1973, p. 447-476.
- 41 — VAN OORT, M. G.; HAMER, R. J.; SLAGER, E. A. — *Analysis of residual trypsin inhibitor activity in feed flour*. In: "First Workshop on ANF in Legume Seeds". Wageningen, Netherlands, Pudoc, 1989, p. 10-13.
- 42 — WINK, M.; WITTE, L. — *Turnover and transport of quinolizidine alkaloids. Diurnal fluctuations of lupanine in the phloem sap, leaves and fruits of Lupinus albus L.* "Planta", vol. 161, 1984, p. 519-524.
- 43 — WONG, E. — *Plant phenolics*. In: "Chemistry and Biochemistry of Herbage". London, Academic Press, 1973, p. 265-322.