

CAPÍTULO 26

FARELO DE AMENDOIM NA ALIMENTAÇÃO DE GADO DE LEITE

Fernando Pimont Pôssas¹, Lúcio Carlos Gonçalves²,
Flávia Cardoso Lacerda Lobato³, Fernanda Samarini Machado⁴

RESUMO

O amendoim é um alimento rico em óleo, proteínas e vitaminas, o qual é muito utilizado na alimentação humana e na produção de biodiesel, gerando diversos coprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal. Os principais coprodutos do amendoim utilizados na alimentação animal são o óleo, as tortas, os farelos, as cascas, as peles, além das plantas que restam da cultura no campo após a colheita dos grãos de forma conservada, como silagem ou feno. O maior desafio da utilização dos coprodutos do amendoim na alimentação animal e humana é a grande incidência de contaminação por micotoxinas, principalmente, a aflatoxina. Devido à utilização de amendoim na alimentação humana, existe a grande preocupação em reduzir a presença dessas toxinas por meio de programas de incentivo de melhoria na qualidade do amendoim. Dessa forma, podem-se também produzir coprodutos de melhor qualidade para a alimentação animal.

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea*) é um alimento rico em óleo, proteínas e vitaminas dos complexos B e E (Freire et al., 2005). É muito apreciado na alimentação humana, podendo ser consumido tanto na forma *in natura* como processada, fazendo parte da dieta de várias populações do mundo, especialmente América do Norte, África e Ásia (Freire et al., 2000). O amendoim também pode ser utilizado para extração do óleo, sendo empregado na alimentação humana, na indústria de conservas e em produtos medicinais (Marconato, 2006).

É uma planta originária da América do Sul, de uma região compreendida entre as latitudes 10° e 30° Sul, sendo que mais de 80 espécies silvestres, anuais e perenes, ocorrem no Brasil, Paraguai, Bolívia, Argentina e Uruguai. O Brasil é o país que abriga o maior número de espécies, cerca de 63, sendo que 43 dessas são exclusivas (Krapovickas e Gregory, 1994). A difusão do amendoim se iniciou pelos índios para as diversas regiões da América Latina, América Central e México. No século XVIII, foi introduzido na Europa e, no século XIX, difundiu-se do Brasil para a África e do Peru para a China, Índia, Japão e Filipinas (Fagundes, 2002).

¹ Médico Veterinário, MSc., Doutorando em Nutrição Animal, Escola de Veterinária da UFMG, Caixa Postal 567, CEP 30.123-970, Belo Horizonte, MG, Bolsista CNPQ. fpimont@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo, DSc., Prof. Associado Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, Caixa Postal 567, CEP 30.123-970, Belo Horizonte, MG. luciocg@vet.ufmg.br

³ Médica Veterinária, MSc. em Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG, Caixa Postal 567, CEP 30.123-970, Belo Horizonte, MG. lobato.fafa@gmail.com

⁴ Médica Veterinária, MSc., DSc. Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610. Dom Bosco. CEP 36038-330, Juiz de Fora, MG. fernanda@cnpqgl.embrapa.br

De acordo com o United States Department of Agriculture - USDA (2009), o amendoim é a quarta maior cultura oleaginosa do mundo (8,67% da produção mundial), ficando atrás, na projeção da safra mundial de 2008/2009, da soja (54,21%), da colza (14,35%) e do algodão (10,36%). A projeção de produção para a safra 2008/2009 é de 35,01 milhões de toneladas de amendoim com casca, sendo que 68,57% serão produzidos no continente asiático, 21,08% na África, 10% nas Américas, 0,26% na Europa e 0,09% na Oceania. A China é a maior produtora mundial de amendoim, sendo responsável por 39,14%, seguida por Índia (20,8%) e Estados Unidos (6,8%). O Brasil é o 18º produtor mundial de amendoim, com 0,7% da produção.

A produção brasileira é feita em duas safras, a das águas (correspondendo aos meses de outubro a março na região Sudeste) e a da seca ou safrinha (de fevereiro a julho). Em 2008, foram plantados no Brasil cerca de 113085 hectares (ha) de amendoim, sendo desses 88801ha na primeira safra (78,52%). A produção de amendoim em casca foi de cerca de 296600 toneladas (t), sendo 256879t (86,60%) na primeira safra, a qual apresentou um crescimento de 25% em relação à primeira safra de 2007. Dessa forma, a média de produção do amendoim em casca foi de 2623 t/ha, sendo 2893 t/ha na primeira e 1636 t/ha na segunda safra (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2009).

Na safra brasileira de 2007, a região Sudeste se destacou com 76% (185400t) da produção nacional de amendoim em casca, sendo o estado de São Paulo responsável por 75% (183000t) da produção brasileira. A região Centro-Oeste foi a segunda maior produtora, produzindo cerca de 11,44% da produção nacional, sendo o estado do Mato Grosso o segundo maior produtor do Brasil, com 8,57% (20900t). A região Sul produziu 7,18% da produção nacional, e o estado do Paraná foi o terceiro maior produtor do Brasil. Por fim, a região Nordeste produziu 5,38%, com destaque para a Bahia, o quarto maior produtor do país (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2007). A produção de amendoim no estado de São Paulo concentra-se nas regiões Alta Mogiana e Alta Paulista, sendo áreas de renovação de canaviais e de pastagens (Martins e Perez, 2006).

Devido à grande preocupação mundial com o meio ambiente, a produção de biodiesel tem chamado a atenção de diversos países, entre eles o Brasil. O biodiesel é um combustível biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre e compostos aromáticos, podendo ser utilizado para promover a redução da emissão de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos quando utilizado em substituição ao diesel convencional (Storck Biodiesel, 2008, citado por Abdalla et al., 2008). A produção brasileira de biodiesel vem crescendo bastante nos últimos anos devido aos programas de incentivo do governo federal. O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel obriga a adição de 3% de biodiesel a todo óleo diesel comercializado no Brasil (Brasil, 2005).

Existem diversas oleaginosas que podem ser utilizadas para a produção de biodiesel, sendo que, a partir desse processo, ocorre a produção de diversos coprodutos (farelos e tortas, por exemplo), que podem gerar renda aos produtores e ser utilizados na

1. COMPOSIÇÃO DO AMENDOIM

O amendoim *in natura* é muito utilizado na alimentação humana. O fruto do amendoim é composto pelo pericarpo ou casca (28 a 30%), pelo perisperma ou tegumento, que é a película fina que envolve o endosperma (1,45 a 3,22%), pelo embrião (1,8 a 2,6%), e pela amêndoa (67,70 a 71,88%) (Peixoto, 1972). A composição química do amendoim é de aproximadamente 91,90% de matéria seca, 15,94% de proteína bruta, 29,71% de fibra em detergente neutro, 14,04% de fibra em detergente ácido e 9,48% de matéria mineral, sendo 0,11% de cálcio e 0,74% de fósforo (Valadares Filho et al., 2006). O teor de óleo do amendoim varia em torno de 49% (Abdalla et al., 2008).

Caldas et al. (2002) avaliaram a presença de micotoxinas em diversos alimentos utilizados na alimentação humana na região do Distrito Federal. Foi observada a presença de aflatoxinas em 39% das amostras de amendoim cru analisadas, sendo que 37,4% das amostras de produtos derivados do amendoim tiveram contaminação por aflatoxinas. Sabino et al. (1999) avaliaram 137 amostras de amendoim e produtos derivados obtidos no período de janeiro de 1995 a dezembro de 1997, coletados no estado de São Paulo, sendo que 62 amostras (45,3%) foram positivas para aflatoxinas.

2. ÓLEO DE AMENDOIM

O óleo de amendoim pode ser extraído por diversas técnicas, com diferenças na eficiência. Os métodos mais utilizados são por meio de extração mecânica por prensagem, extração por solventes e por enzimas. Dessa forma, são originados coprodutos com variações nas composições.

O óleo do amendoim pode ser utilizado na alimentação humana e animal, assim como para a produção de biodiesel. Comparando com outros óleos de origem vegetal, principalmente o de algodão, o de amendoim é livre de fosfatídeos e de outros constituintes não oleosos (Barreto et al., 2009).

Devido à grande preocupação ambiental, precisa-se pensar em formas de se reduzir a liberação de metano no ambiente. Grainger (2008), realizando estudos na Austrália e no Canadá, observou que, para cada 1% de acréscimo de gordura na dieta de ruminantes, pode-se reduzir em até 6% a quantidade de metano produzido por quilo de matéria seca consumida.

Outro fator relevante no uso de gorduras na dieta de ruminantes é que se consegue aumentar a densidade energética da dieta e reduzir os níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis, diminuindo os riscos de acidose metabólica nos animais. Esse fator é importante em vacas leiteiras de alta produção, às quais são fornecidas dietas com alta relação concentrado:volumoso. Além disso, o uso de gorduras na dieta de vacas leiteiras pode ser interessante em casos em que os animais apresentam ingestão de matéria seca reduzida, aumentando, assim, a ingestão de energia. A

suplementação lipídica superior a 5% da ingestão de matéria seca pode comprometer o consumo de matéria seca, devido a mecanismos reguladores da ingestão de matéria seca ou também pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos (Berchielli et al., 2006).

A composição de ácidos graxos varia de acordo com as variedades. Na Tabela 2, tem-se a composição de ácidos graxos do óleo de amendoim comparado com outras fontes de óleos vegetais. Pode-se observar que o óleo de amendoim é rico em ácidos graxos insaturados, sendo os ácidos oleico e linoleico os principais deles.

O ácido linoleico conjugado (CLA) é um composto que tem recebido grande atenção devido ao fato de ser anticarcinogênico, reduzindo, assim, a incidência de tumores em animais (Parodi, 1997). Além disso, alguns estudos em animais têm demonstrado um efeito positivo do CLA sobre a redução no risco de incidência de doenças cardiovasculares (Lee et al., 1994). O CLA é encontrado em alimentos oriundos de ruminantes, sendo o leite de vacas a maior fonte de CLA na dieta de humanos. Com isso, existe um grande interesse em aumentar a concentração desse composto em produtos de origem animal para a alimentação humana, como o leite e a carne.

Tabela 2. Composição de ácidos graxos (%) de várias fontes de óleo vegetal.

| Ácido graxo | Fontes | | | | | |
|---------------------------------|--------|---------|----------|-------|-------|----------|
| | Milho | Algodão | Amendoim | Colza | Soja | Girassol |
| Palmitico (C _{16:0}) | 11,67 | 28,33 | 11,38 | 3,49 | 11,75 | 6,08 |
| Esteárico (C _{18:0}) | 1,85 | 0,89 | 2,39 | 0,85 | 3,15 | 3,26 |
| Araquídico (C _{20:0}) | 0,24 | 0 | 1,32 | 0 | 0 | 0 |
| Behênico (C _{22:0}) | 0 | 0 | 2,52 | 0 | 0 | 0 |
| Ligocérico (C _{24:0}) | 0 | 0 | 1,23 | 0 | 0 | 0 |
| Oleico (C _{18:1}) | 25,16 | 13,27 | 48,28 | 64,40 | 23,26 | 16,93 |
| Linoleico (C _{18:2}) | 60,60 | 57,51 | 31,95 | 22,30 | 55,56 | 73,73 |
| Linolênico (C _{18:3}) | 0,48 | 0 | 0,93 | 8,23 | 6,31 | 0 |
| Insaturados (%) | 86,24 | 70,78 | 81,16 | 94,93 | 85,13 | 90,66 |
| Saturados (%) | 13,76 | 29,22 | 18,84 | 5,07 | 14,87 | 9,34 |

Fonte: Adaptado de Ma e Hanna (1999).

O CLA é obtido a partir de uma bio-hidrogenação incompleta no rúmen dos ácidos graxos da dieta. Quando a bio-hidrogenação é incompleta, o CLA pode escapar do rúmen e ser absorvido no trato gastrointestinal e, conseqüentemente, ser utilizado pela glândula mamária na síntese de gordura do leite. Alguns estudos mostram que a concentração de CLA na gordura do leite depende da presença de ácidos graxos insaturados na dieta (McGuire et al., 1996). Na Tabela 2, pode-se observar que o amendoim possui mais de 80% de ácidos graxos insaturados, podendo ser uma boa fonte na dieta de vacas leiteiras para a produção de CLA na gordura do leite.

Kelly et al. (1998) compararam a capacidade de três diferentes fontes de óleo vegetal em produzir CLA na gordura do leite de vacas. Foram fornecidos 5,3% da ingestão de matéria seca dos óleos de amendoim, girassol e linhaça. As concentrações de ácidos

graxos podem ser vistas na Tabela 3. Os pesquisadores não observaram diferença ($P>0,10$) na produção de leite nem no teor de gordura do leite entre os tratamentos, porém o teor de gordura do leite médio entre os tratamentos foi baixo (2,25%). Esses baixos teores de gordura do leite normalmente ocorrem quando altos níveis de óleos vegetais são incluídos na dieta. Entretanto, houve diferença ($P<0,001$) entre a concentração de CLA na gordura do leite entre os tratamentos. As vacas que receberam óleo de girassol apresentaram maior concentração de CLA (2,44g/100g de gordura), porém não houve diferença ($P>0,10$) entre os tratamentos com óleo de amendoim (1,33g/100g de gordura) e óleo de linhaça (1,67g/100g de gordura). Todos os tratamentos obtiveram concentrações de CLA na gordura do leite maiores que a concentração de CLA normalmente encontrada (3 a 6mg/g de gordura do leite).

Tabela 3. Composição de ácidos graxos (g/100g de óleo) das fontes de óleo da dieta.

| Ácido graxo | Fonte de óleo da dieta | | |
|-------------|------------------------|----------|---------|
| | Amendoim | Girassol | Linhaça |
| 16:0 | 12,3 | 4,0 | 6,5 |
| 18:0 | 3,2 | 5,4 | 4,0 |
| 18:1 | 51,5 | 21,2 | 22,7 |
| 18:2 | 30,2 | 69,4 | 15,4 |
| 18:3 | - | - | 51,4 |
| Outros | 2,7 | - | - |

Fonte: Kelly et al. (1998).

O CLA encontrado na gordura é originado da bio-hidrogenação parcial do ácido linoleico no rúmen e da síntese endógena no tecido adiposo e na glândula mamária (Leite e Lanna, 2009). Alguns genótipos de amendoim apresentam maiores níveis de ácido linoleico do que os níveis apresentados no estudo de Kelly et al. (1998); com isso, o óleo de amendoim pode ser uma boa alternativa para a manipulação da dieta de vacas leiteiras visando ao aumento na concentração de CLA na gordura do leite.

3. TORTA DE AMENDOIM

Segundo Barreto et al. (2009), a extração do óleo do amendoim mecanicamente origina a torta gorda; já quando a extração é feita por solventes, origina-se a torta magra. Assim, os diferentes métodos de extração produzem coprodutos com diferentes teores residuais de óleo, contribuindo para a obtenção de tortas com maiores ou menores valores energéticos. As tortas de oleaginosas são mais ricas em extrato etéreo do que os respectivos farelos (Nunes, 1991).

Evangelista et al. (2004) avaliaram a composição das tortas de amendoim e de mamona obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. Os resultados para a torta de amendoim podem ser vistos na Tabela 4. Para o teor de PB, a torta de amendoim obtida por extração por etanol obteve o menor valor, porém, no caso do farelo de mamona, não houve diferença entre os métodos. Já para os teores de EE,

embora o método a frio tenha sido o mais eficiente para extração do óleo para o farelo de amendoim, no caso do farelo de mamona, este método foi o menos eficiente. Entre os métodos com etanol e hexano, não houve diferença entre os tratamentos. Essas variações são de grande importância para a alimentação de vacas leiteiras, uma vez que os níveis de extrato etéreo na dieta não devem ultrapassar de 6 a 7%, sendo que níveis acima desses valores podem resultar em redução do consumo de matéria seca e afetar a fermentação ruminal (National Research Council - NRC, 2001).

Outro fator que deve ser considerado na avaliação da composição química das tortas é o fato de que podem ocorrer elevadas temperaturas no processo de extração do óleo, modificando, assim, a qualidade dos coprodutos, reduzindo a digestibilidade da proteína e a disponibilidade de aminoácidos (Tafari e Rodrigues, 1984). Dessa forma, os coprodutos podem ter diferenças na sua composição e em seu valor nutricional. Na Tabela 5, é apresentada a composição química da torta de amendoim obtida por Oliveira et al. (2005).

Tabela 4. Teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM) da torta de amendoim cultivar-tatu, obtidos por três métodos de extração do óleo (etanol, hexano e a frio).

| Composição química (% na matéria seca) | Etanol | Hexano | Frio | Média |
|---|---------|---------|---------|-------|
| PB | 33,13 b | 38,35 a | 37,87 a | 36,45 |
| EE | 47,84 a | 44,19 b | 39,86 c | 43,95 |
| FDN | 6,50 b | 9,68 b | 29,47 a | 15,22 |
| FDA | 2,07 b | 4,36 b | 19,32 a | 8,59 |
| MM | 3,34 b | 2,85 a | 2,67 a | 2,95 |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Fonte: Adaptado de Evangelista et al. (2004).

Na Tabela 5, pode-se observar que o farelo de amendoim possui altos níveis de proteína bruta, sendo classificado como um alimento proteico, podendo, assim, ser um eventual substitutivo ao farelo de soja e ao farelo de algodão na alimentação de vacas leiteiras. Além disso, possui alto teor de extrato etéreo, constituindo uma boa fonte energética para vacas leiteiras. Porém, como discutido anteriormente, esses valores de extrato etéreo são variados de acordo com o método de extração do óleo. Os teores de fibra são elevados, o que pode comprometer a digestibilidade do alimento. Um cuidado especial quanto ao uso da torta de amendoim se deve à possível contaminação desse alimento pelo fungo *Aspergillus flavus*, que produz a toxina aflatoxina, cujo limite tolerado pela ANFAR é de 0,5mg/kg do concentrado. Para o uso em vacas leiteiras, o limite de inclusão deve ficar entre 20 e 30% do concentrado (Oliveira et al., 2005).

Tabela 5. Composição química (% da matéria seca) da torta de amendoim.

| Composição química | |
|----------------------------|-------|
| Matéria seca | 94,01 |
| Proteína bruta | 34,73 |
| Extrato etéreo | 11,62 |
| Fibra em detergente neutro | 31,95 |
| Fibra em detergente ácido | 21,18 |
| Matéria mineral | 14,40 |
| Extrato não nitrogenado | 38,48 |
| Cálcio | 0,08 |
| Fósforo | 0,40 |

Fonte: Oliveira et al. (2005).

Devido aos elevados teores de gordura das tortas, elas podem ser utilizadas nas dietas de vacas leiteiras para diminuir a quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis, reduzindo, assim, o risco de acidose metabólica das vacas, e também para diminuir a quantidade de metano liberado no meio ambiente.

É de grande importância o conhecimento da composição química dos coprodutos que estão sendo utilizados nas dietas para se evitar erros na formulação, já que grandes variações nos teores de extrato etéreo e digestibilidade da proteína bruta podem existir de acordo com o método de extração do óleo.

4. FARELO DE AMENDOIM

O farelo de amendoim é obtido após a extração do óleo do amendoim e é um produto caracterizado por ter alto teor de proteína. Na Tabela 6, tem-se a composição química do farelo de amendoim em comparação com o farelo de soja e o farelo de algodão, que são outras duas fontes proteicas bastante utilizadas no Brasil em dietas de vacas leiteiras.

Ao avaliar a Tabela 6, pode-se observar que o farelo de amendoim apresenta maior teor de PB do que os farelos de soja e de algodão. Além disso, o farelo de amendoim apresenta maior NDT do que o farelo de algodão e menor do que o farelo de soja. O menor valor encontrado para NDT para o farelo de algodão se deve ao fato de este apresentar maiores valores de FDN e FDA. Porém, é importante ressaltar que esses valores são influenciados pelos níveis de inclusão de casca nos farelos; assim, podem-se encontrar farelos de amendoim com maiores níveis de inclusão de casca e, conseqüentemente, menores valores de PB, maiores valores de FDN e FDA e menores valores de NDT. Isso mostra a importância de se fazer análises laboratoriais dos coprodutos antes de sua inclusão na dieta de vacas leiteiras, evitando-se, assim, erros no balanceamento.

Tabela 6. Composição química (% da matéria seca) do farelo de amendoim, farelo de soja e farelo de algodão.

| Composição química* | Fontes | | |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | Farelo de amendoim ¹ | Farelo de soja ² | Farelo de algodão ² |
| MS | 92,3 | 88,61 | 89,95 |
| PB | 51,8 | 48,78 | 40,90 |
| EE | 1,4 | 1,71 | 1,87 |
| NDT | 74,8 | 81,54 | 68,31 |
| FDN | 21,4 | 14,62 | 34,92 |
| FDA | 13,5 | 9,86 | 24,19 |
| MM | 5,8 | 6,32 | 6,82 |
| Ca | 0,20 | 0,34 | 0,24 |
| P | 0,64 | 0,58 | 1,00 |

*Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE); nutrientes digestíveis totais (NDT); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); matéria mineral (MM); cálcio (Ca); fósforo (P).
Fonte: ¹NRC (2001); ²Valadares Filho et al. (2006).

Por ser um alimento proteico, não basta avaliar o teor de proteína, é importante também avaliar a sua qualidade pela composição de aminoácidos da proteína. Na Tabela 7, tem-se o perfil de aminoácidos do farelo de soja e de amendoim. Dentre os aminoácidos que compõem as proteínas, dez são considerados essenciais ou indispensáveis: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Os aminoácidos essenciais são assim chamados por não serem sintetizados pelos tecidos do animal, ou se sintetizados, não ocorrerem em taxas suficientes para manter os requerimentos, principalmente quando em estágios de crescimento ou em altos níveis de produção. Segundo o NRC (2001), para vacas leiteiras, os principais aminoácidos limitantes são lisina e metionina.

Tabela 7. Composição de aminoácidos essenciais (AAE) (% da proteína bruta) do farelo de amendoim e do farelo de soja.

| AAE | Farelo de amendoim | Farelo de soja |
|--------------|--------------------|----------------|
| Arginina | 11,07 | 7,38 |
| Histidina | 2,42 | 2,77 |
| Isoleucina | 3,27 | 4,56 |
| Leucina | 6,40 | 7,81 |
| Lisina | 3,34 | 6,28 |
| Metionina | 1,17 | 1,45 |
| Fenilalanina | 4,85 | 5,26 |
| Treonina | 2,69 | 3,98 |
| Triptofano | 0,98 | 1,27 |
| Valina | 3,94 | 4,69 |
| AAE (%PB) | 40,13 | 45,43 |

Fonte: NRC (2001).

Na Tabela 7, pode-se observar que o farelo de amendoim apresenta menores concentrações de todos os aminoácidos essenciais do que o farelo de soja, com exceção da arginina. Dessa forma, o farelo de amendoim é composto por 40,13% de sua proteína bruta em aminoácidos essenciais, enquanto o farelo de soja possui 45,43%. Dentre os aminoácidos limitantes, devem-se destacar os baixos níveis de lisina e metionina presentes no farelo de amendoim.

Goes et al. (2004) avaliaram diversos alimentos concentrados utilizados na alimentação de bovinos pela técnica de digestibilidade *in situ*, sendo que, dos alimentos avaliados, três deles são classificados como concentrados proteicos: o farelo de amendoim (58,4% de PB), o farelo de soja (47,9% de PB) e o glúten de milho (62,2% de PB). Os parâmetros de degradabilidade da matéria seca e da proteína bruta são mostrados na Tabela 8. Os autores observaram que o farelo de amendoim apresentou o maior valor de b (fração potencialmente degradável) (67,3%) para a matéria seca entre os alimentos proteicos, com uma taxa de degradação de 7,7%/h, caracterizando o alimento como potencialmente degradável no rúmen. Além disso, a degradabilidade efetiva (DE) do farelo de soja foi 17% maior que a do farelo de amendoim, porém com uma menor taxa de degradação. Para a degradabilidade da proteína bruta, o farelo de amendoim obteve a maior DE entre os alimentos, sendo 48% superior ao farelo de soja. A partir desses dados, os autores concluíram que o farelo de amendoim pode agir como um substituto ao farelo de soja para proteína degradada no rúmen.

Tabela 8. Fração solúvel (a), potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), coeficiente de determinação (r^2), fração indegradável (l) e degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h.

| Parâmetros de degradação da matéria seca | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Alimento | a (%) | b (%) | c | r^2 | l (%) | DE | | |
| | | | | | | 2%/h | 5%/h | 8%/h |
| Glúten de milho | 11,9 | 60,3 | 0,021 | 0,99 | 27,97 | 42,3 | 29,3 | 24,1 |
| Farelo de soja | 34,5 | 64,7 | 0,066 | 0,97 | 0,8 | 84,1 | 71,3 | 63,7 |
| Farelo de amendoim | 20,0 | 67,3 | 0,077 | 0,97 | 12,7 | 73,4 | 60,8 | 52,9 |

| Parâmetros de degradação da proteína bruta | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Alimento | a (%) | b (%) | c | r^2 | l (%) | DE | | |
| | | | | | | 2%/h | 5%/h | 8%/h |
| Glúten de milho | 0,2 | 94,9 | 0,005 | 0,85 | 4,9 | 18,7 | 8,5 | 5,5 |
| Farelo de soja | 9,4 | 86,8 | 0,062 | 0,96 | 3,8 | 74,9 | 57,4 | 47,3 |
| Farelo de amendoim | 20,9 | 75,0 | 0,300 | 0,94 | 4,1 | 91,2 | 85,2 | 80,1 |

Fonte: Adaptado de Goes et al. (2004).

Por ser uma fonte de proteína degradável no rúmen (PDR), o potencial de uso do farelo de amendoim para vacas leiteiras de alta produção como única fonte proteica da dieta fica limitado, de forma que é preciso utilizar associada a ela uma fonte rica em proteína não degradável no rúmen (PNDR), como, por exemplo, os resíduos de cervejaria e o farelo de glúten de milho -60. Essas fontes de PNDR devem apresentar um bom perfil de aminoácidos essenciais, principalmente lisina e metionina. Dessa forma, pode-se atender a exigência de proteína metabolizável das vacas e maximizar o potencial produtivo dos animais. Quanto ao uso de farelo de amendoim na alimentação animal, deve-se levar em consideração o risco da presença de aflatoxinas.

5. PELE DO AMENDOIM

A pele do amendoim é um coproduto da produção de amendoins descascados, que passam por um processo de "branqueamento" mecânico, em que as peles são removidas e secas. A pele do amendoim constitui uma porcentagem relativamente pequena do amendoim descascado e do peso do grão, resultando em baixo volume disponível para a alimentação animal. Apresenta como característica altos teores de extrato etéreo e de proteína bruta, e relativamente baixos teores de fibra (Hill, 2002). Porém, um fator limitante para sua utilização é o nível de tanino presente, como poderá ser visto no decorrer deste tópico, além do risco de contaminação por aflatoxinas.

Na Tabela 9, tem-se a composição química da pele de amendoim. Pode-se observar que a pele de amendoim possui altos níveis de extrato etéreo, o que pode contribuir para o aumento da densidade energética da dieta de vacas leiteiras de alta produção, além de possuir níveis de proteína mais altos do que alguns alimentos energéticos, como polpa cítrica, milho e sorgo.

Tabela 9. Composição química (% da matéria seca) da pele de amendoim.

| Composição química | Média |
|----------------------------|-------|
| Matéria seca | 92,6 |
| Proteína bruta | 17,6 |
| Extrato etéreo | 21,4 |
| Cinzas | 2,5 |
| Fibra em detergente neutro | 33,8 |
| Fibra em detergente ácido | 23,9 |
| Lignina | 5,6 |
| Tanino | 21,0 |

Fonte: Adaptado de Hill (2002).

West et al. (1993) avaliaram a influência de diferentes níveis de inclusão de pele de amendoim sobre a ingestão de matéria seca, a produção e composição do leite e o metabolismo da proteína em vacas em lactação. Os níveis de inclusão utilizados foram 0, 8, 16 e 24% da ingestão de matéria seca. Quanto ao consumo de matéria seca, os autores observaram uma redução com a inclusão de 24%, que pode ter ocorrido devido ao alto nível de extrato etéreo (7,9%) da dieta. Outro fator que pode levar à depressão do consumo é o teor de tanino, uma vez que a dieta apresentou 6,2% de tanino. Os níveis de inclusão de 8 e 16% de pele de amendoim apresentaram a maior produção de leite, no entanto a proteína do leite diminuiu com o aumento da inclusão. A redução da proteína do leite pode ter ocorrido devido à formação de complexos de tanino-proteína, reduzindo a digestibilidade da proteína (Kumar e Singh, 1984), já que houve redução na quantidade de NH_3 ruminal e também redução na digestibilidade da proteína bruta. McBrayer et al. (1983) também observaram redução na digestibilidade da proteína bruta com o aumento da inclusão (0, 10 e 20% da ingestão de matéria seca) da pele de amendoim na dieta. A partir dessas avaliações, West et al. (1993) concluíram que a inclusão de 16% de pele de amendoim pode melhorar o desempenho de vacas leiteiras, desde que a dieta contenha níveis de proteína bruta

acima do recomendado pelo NRC (2001) para compensar a redução da digestibilidade causada pelos níveis de tanino.

6. CASCA DE AMENDOIM

As cascas de amendoim são obtidas após separação mecânica dos grãos. Assim, as cascas constituem aproximadamente 20% das vagens secas e do peso dos grãos, resultando em grande volume de resíduo. A casca de amendoim tem sido utilizada como fonte de fibra na dieta de bovinos, combustível para caldeiras, cama para frangos de corte, adubação de solos, entre outros (Hill, 2002). Durante o processo de retirada da casca, fragmentos de grãos são incluídos juntamente, aumentando o valor nutritivo do coproduto (Uttley et al., 1974). Na Tabela 10, tem-se a composição química média da casca de amendoim.

Na Tabela 10, pode-se observar que a casca de amendoim é um alimento altamente fibroso, com baixo valor nutricional. Barton et al. (1974) compararam a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da casca de amendoim com diversos alimentos ricos em fibra, inclusive forragens. Os resultados encontrados podem ser vistos na Tabela 11. A casca de amendoim é um alimento de baixa digestibilidade, visto que a DIVMS é menor que de outros coprodutos fibrosos, como a casca de soja e a casca de semente de girassol, e também menos digestível que forragens em estágio de maturidade de oito semanas. Dessa forma, o uso de casca de amendoim na dieta de vacas leiteiras fica limitado, sendo ela utilizada apenas para aumentar a concentração de fibra na dieta para manter a função ruminal adequada.

Tabela 10. Composição química (% da matéria seca) da casca de amendoim.

| Composição química | Casca de amendoim |
|----------------------------|-------------------|
| Matéria seca | 90,25 |
| Proteína bruta | 5,20 |
| Extrato etéreo | 0,52 |
| Fibra em detergente neutro | 96,11 |
| Fibra em detergente ácido | 90,35 |
| Lignina | 12,08 |
| Matéria mineral | 2,22 |
| Cálcio | 0,32 |
| Fósforo | 0,01 |

Fonte: Valadares Filho et al. (2006).

Tabela 11. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de coprodutos e de forragens.

| Alimento | DIVMS |
|------------------------------|-------|
| Casca de amendoim | 24,2 |
| Casca de soja | 69,6 |
| Casca de semente de girassol | 45,8 |
| Coastal bermuda (8 semanas) | 59,0 |
| Pensacolá (8 semanas) | 61,1 |

Fonte: Adaptado de Barton et al. (1974).

Alguns estudos com a utilização de tratamentos químicos sobre a casca de amendoim foram conduzidos com o intuito de aumentar a digestibilidade. Foram utilizados cloreto de sódio, amônia, hidróxido de sódio, hipocloreto de cálcio, dentre outros. Barton et al. (1974) avaliaram a influência de diversos tratamentos químicos sobre a DIVMS e a digestibilidade *in vitro* da celulose da casca de amendoim e observaram que apenas o tratamento com hipocloreto de cálcio foi eficiente em aumentar a DIVMS (40% vs 24,2%). Os autores concluíram que a baixa digestibilidade da casca de amendoim pode ser devido a uma propriedade específica da fração da celulose, já que os autores compararam a digestibilidade da celulose da casca de amendoim com a de outras fontes de fibra, e a celulose da casa de amendoim apresentou a menor digestibilidade (52,1%).

Pelo fato de a utilização da casca de amendoim ocorrer exclusivamente como fonte de fibra na dieta, é importante preocupar-se com o tamanho de partícula adequado para que se mantenha a função da estimulação da ruminação. Utley et al. (1974) compararam o efeito do tamanho de partícula da casca de amendoim com inclusão de 20% na dieta de bois sobre o ganho de peso diário, a digestibilidade da dieta e a incidência de abscessos hepáticos. Foram utilizadas cascas de amendoim inteiras, finamente moídas e finamente moídas e peletizadas. Os autores observaram que a digestibilidade da matéria seca, a da proteína bruta e a da fibra bruta não foram afetadas pela forma de fornecimento da casca de amendoim, além disso os animais alimentados com casca de amendoim inteira tenderam a ter maior ganho de peso diário. O exame *pos mortem* desses animais revelou a incidência de abscessos hepáticos de 3,7%, 56% e 59%, para os tratamentos com cascas de amendoim inteiras, finamente moídas e finamente moídas e peletizadas, respectivamente. Assim, ao incluir casca de amendoim como fonte de fibra na dieta de vacas leiteiras, deve-se levar em consideração a forma física desse alimento para que se mantenha a função de estimular a ruminação e a manutenção da função ruminal.

Um fator importante a ser considerado quanto ao uso de casca de amendoim na alimentação de vacas leiteiras é quanto à presença de aflatoxinas. Gonzalez et al. (2008) isolaram fungos presentes nas cascas de amendoim da região de Junqueirópolis - SP. Os principais fungos isolados foram *Fusarium* spp. (78,75 %), *Rhizopus* spp. (14,1 %) e *A. flavus* (11,75 %). No solo foram isolados *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. e *Aspergillus flavus*, entre outros. A presença de *A. flavus* e de aflatoxinas nas amostras revela a importância do controle das cascas de amendoim antes de sua utilização. Boas práticas agrícolas são indicadas como forma de prevenção, uma vez que a contaminação das vagens ocorreu antes da colheita.

7. SILAGEM DE AMENDOIM

Após a colheita, a planta do amendoim surge como uma opção para a alimentação animal, podendo ser ensilada para a conservação desse excesso de forragem produzida. Johnson Jr. et al. (1979) avaliaram o valor nutritivo da silagem da planta do amendoim com e sem tratamento com ácido propiônico e formaldeído. As

composições da planta *in natura* e ensilada podem ser vistas na Tabela 12. O alto conteúdo de extrato etéreo da silagem de amendoim é um fator limitante para que seja utilizada como única fonte de volumoso para vacas leiteiras, assim os autores utilizaram em seus estudos silagem de milho e silagem de amendoim como fontes de volumoso na proporção de 1:1. A planta do amendoim colhida para ensilagem foi composta de 66% de folhas e caules, 30% de vagens e sementes e 4% de raízes. Os autores observaram que o tratamento da silagem com ácido propiônico e formaldeído alterou o perfil de fermentação da silagem de amendoim, e a silagem tratada apresentou menor pH (4,5 vs 5,24), maior produção de ácido láctico e menor produção dos ácidos acético e butírico ($P < 0,05$). Além disso, os autores observaram que as digestibilidades aparentes da proteína bruta e do extrato etéreo foram relativamente maiores para as dietas que receberam o volumoso na proporção de 1:1 de silagem de milho:silagem de amendoim do que as dietas que receberam silagem de milho exclusivamente. Isso indica que a silagem da planta de amendoim pode ser usada como fonte de volumoso para bovinos, sendo uma boa fonte de proteína, energia e fibra. Os autores concluíram que o tratamento com ácido propiônico e formaldeído alterou o perfil de fermentação da silagem, porém as respostas de consumo e digestibilidade animal das silagens tratadas e não tratadas foram similares.

Tabela 12. Composição média da planta de amendoim (% da matéria seca) antes e após a ensilagem, tratada e não tratada com uma mistura de ácido propiônico e formaldeído.

| Composição | Antes da ensilagem | | Após ensilagem | |
|----------------------------|--------------------|---------|----------------|---------|
| | Não tratada | Tratada | Não tratada | Tratada |
| Matéria seca | 32,6 | 33,3 | 31,5 | 32,7 |
| Proteína bruta | 15,4 | 16,0 | 15,2 | 15,4 |
| Extrato etéreo | 13,0 | 12,7 | 14,7 | 13,2 |
| Total de açúcares | 13,8 | 13,4 | 8,4 | 10,9 |
| Fibra em detergente neutro | 53,0 | 45,7 | 54,1 | 48,6 |
| Fibra em detergente ácido | 43,5 | 39,0 | 46,2 | 40,8 |
| Lignina | 7,7 | 8,1 | 8,5 | 8,8 |
| Cinzas | 7,3 | 6,5 | 8,0 | 6,5 |

Fonte: Johnson Jr. et al. (1979).

8. AFLATOXINAS

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos, sendo um dos maiores grupos de toxinas naturais contaminantes de alimentos e rações. São substâncias de estruturas diversificadas e muitas destas atuam como precursores de substâncias causadoras de intoxicações tanto em humanos quanto em animais. Dentre as micotoxinas conhecidas, a aflatoxina apresenta-se como a toxina mais estudada e melhor compreendida pela ciência em relação às demais. As aflatoxinas (AF) são um grupo de micotoxinas produzidas principalmente pelo *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, sendo que as espécies *Penicillium puberulum* e *Aspergillus nomius* também podem produzir aflatoxinas (Wilson e Payne, 1994; Hollinger e

Ekperigin, 1999). As aflatoxinas são cumarinas substituídas, lipofílicas, de baixo peso molecular, tendo efeitos anticoagulantes, incolores, inodoras, insípidas, solúveis em solventes orgânicos, resistentes ao calor, frio, luz e são degradadas apenas pelo metabolismo hepático.

Várias espécies de fungos podem colonizar o amendoim, porém os seguintes fungos são os mais significativos produtores de aflatoxinas e outras toxinas: *Aspergillus flavus* (produtores de aflatoxinas B₁ e B₂), *A. parasiticus* (B₁, B₂, G₁ e G₂), *A. nomius*, *Penicillium citrinum*, *P. variable* e *P. frequentans* (Fonseca, 2004). Após a ingestão, são quase 100% absorvidas no intestino, passando para o sangue, onde aproximadamente 90% ligam-se à albumina. O fígado é o principal sítio de detoxificação, por vias oxidativas, mas a mucosa gástrica e os microrganismos ruminais e entéricos são capazes de reduzir a toxicidade das AF (Galtier, 1998). Dentre estas aflatoxinas, a AFB₁ é a mais importante por ser produzida em quantidades superiores às demais e também por apresentar maior toxicidade

Relatos de casos de micotoxicoses são registrados desde tempos antigos, porém a iniciativa de pesquisar as causas destas intoxicações só teve início na década de 60, depois da morte de cem mil perus em granjas nos arredores de Londres, devido a uma necrose hepática aguda, apresentando ainda hiperplasia dos ductos biliares depois de consumirem farelo de amendoim contaminado com fungos do gênero *Aspergillus*. As pesquisas subsequentes identificaram e isolaram aflatoxinas (Ramos e Hemhdéz, 1997).

O crescimento fúngico e a contaminação com aflatoxinas ocorrem a partir de uma interação entre fungo, hospedeiro e ambiente, sendo que vários fatores ambientais favorecem essa interação. Os principais fatores ambientais que influenciam a formação de micotoxinas são: umidade relativa, umidade do grão, temperatura, carga de insetos, práticas pré e pós-colheita, sanidade da planta, condições da colheita, da secagem, das chuvas pós-colheita, do transporte, do armazenamento, dentre outros (Fonseca, 2004). A temperatura ideal para o crescimento destes fungos vai de 15 a 40°C, e os níveis de umidade de 20 a 25%, quando a produção máxima de micotoxina pode ser alcançada (Marquardt, 1996). Na Figura 1, são apresentados alguns fatores ambientais que influenciam na contaminação de alimentos por micotoxinas.

A prevenção da contaminação dos alimentos com *Aspergillus* é o melhor método para eliminar a presença de AFB₁, entretanto a contaminação dos alimentos é de difícil controle. Algumas estratégias podem ser adotadas para que se evite a contaminação dos alimentos por AFB₁ após a colheita. Alguns destes métodos envolvem a identificação precoce e a eliminação dos cereais altamente contaminados com aflatoxinas. Um deles se faz pelo uso de irradiação ultravioleta, como um teste de triagem de rápida execução e de baixo custo, pois alimentos altamente contaminados exibem fluorescência, sendo rapidamente descartados, mas esta técnica só é útil em alimentos altamente contaminados, não sendo eficaz em níveis de contaminações mais baixas, mas que, ainda assim, podem causar danos à saúde animal e humana. Outras técnicas de detecção são mais eficientes, porém mais complexas e de maior

custo, como: cromatografia em camada delgada, gasosa, líquida e de minicoluna, e o teste ELISA (Pennington, 1986; Duncan e Hagler Jr., 1999).

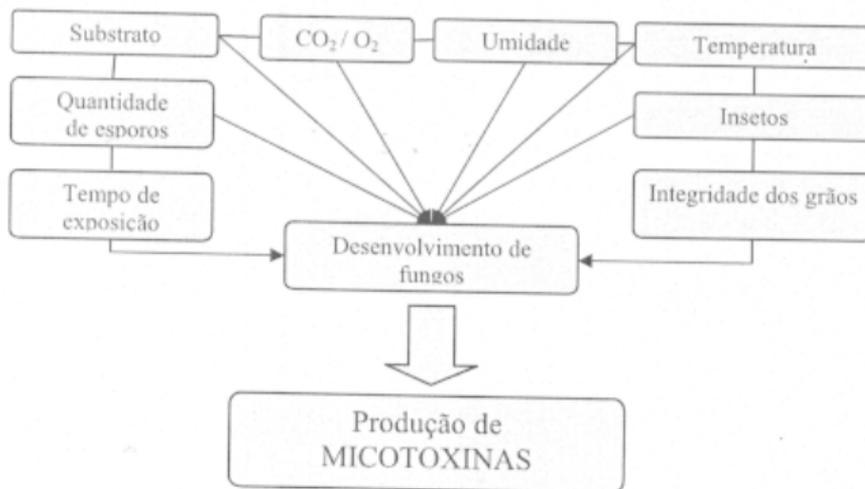


Figura 1. Fatores ambientais que influenciam no crescimento dos fungos e na produção de micotoxinas.

Fonte: Adaptado de Marquardt (1996).

As aflatoxinas alteram a síntese de proteínas por inibirem a síntese de RNA mensageiro e a atividade da RNA polimerase dependente do DNA (Oswald e Coméra, 1998; Santurio, 1999). Comprometem o metabolismo hepático das gorduras, levando à degeneração gordurosa e à necrose, à redução do fluxo biliar e a prejuízos na absorção de nutrientes (Tung et al., 1975; Santurio, 1999). AFB1 é carcinogênica para humanos e animais devido à interferência com a síntese de ácidos nucleicos e proteínas, produzida pela ligação com o material genético e alteração estrutural e de função biológica, isto devido ao funcionamento inadequado dos ribossomos que posteriormente levará à degranulação do retículo endoplasmático. Esta alteração na síntese proteica e dos ácidos nucleicos tem como consequência o aparecimento de neoplasias (Castegnaro e McGregor, 1998; Santurio, 1999).

Aves, suínos, bovinos, equinos, ovinos e caninos são os animais mais susceptíveis à aflatoxicose aguda (Carvalho, 1995). Os sinais clínicos ocorrem de forma aguda e crônica, sendo dependentes de dose e tempo de exposição. Os animais manifestam depressão, inapetência, ataxia, convulsões, dispneia, epistaxe, icterícia, lesões renais, fezes com sangue fluido, hemorragias devido à falha na coagulação sanguínea causada pela hipoprotrombinemia e depleção de outros fatores de coagulação, e a morte ocorre em um a três dias. Na forma crônica, os alimentos contaminados são ingeridos em períodos maiores, de quatro a sete dias ou até semanas. Ocorre inapetência, anemia, fraqueza, diminuição no ganho de peso e retardo do crescimento, distensão abdominal e icterícia discreta (Meronuck, 1994).

O limite máximo de aflatoxinas permitido varia de acordo com a legislação de cada país. No caso do Brasil, o limite máximo para alimentos destinados à alimentação humana é de 20µg/kg de aflatoxinas totais (AFB₁ + AFB₂ + AFG₁ + AFG₂) para milho grão, farinha de milho, amendoim, ou pasta de amendoim; no caso de leites, o limite para a aprovação do lote é de 0,5µg/L para AFM₁ para leite fluido, e de 5,0µg/kg para AFM₁ para leite em pó (Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2002). Para o MAPA, o valor máximo admitido para alimentos destinados à alimentação animal é de 50µg/kg (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 1988).

Muitos métodos de detoxificação têm sido sugeridos, como a utilização de métodos físicos de separação dos grãos mofados por densidade específica, a qual apresenta uma eficiência na redução da concentração inicial de AF de 70 a 90% (Vasanthi e Bhat, 1998). Segundo Christensen et al. (1977), o método de tratamento por calor é ineficaz, pois as aflatoxinas são termoestáveis e não são completamente destruídas, permanecendo no alimento mesmo depois de passarem por temperaturas altas como as alcançadas em autoclaves.

A extração de AF pelo uso de solventes tem sido feita para sementes oleaginosas, como amendoim e algodão (Dollear, 1969). Apesar de ser uma técnica eficiente na remoção da AF, apresenta algumas desvantagens que inviabilizam a utilização do processo, já que o material tratado por esse método só pode ser aproveitado para alimentação animal, além do que essa técnica é limitada pelo alto custo e por problemas relacionados à venda dos reagentes, sendo alguns de comercialização restrita (Rustom, 1997).

O tratamento com amônia aparece como o mais utilizado pela indústria e o mais eficaz na remoção da AF. De acordo com Eaton e Groopman (1994), o processo de amoniação utilizando hidróxido de amônio ou amônia gasosa mostrou reduções dos níveis de AF em milho, amendoim, caroço de algodão e subprodutos do algodão maiores que 99%. A eficácia do processo está diretamente relacionada com quantidade de amônia utilizada, tempo de reação, temperatura e pressão, e utilização da amônia com formaldeído. As desvantagens do processo são relacionadas principalmente com as estruturas utilizadas durante o procedimento, pois a amônia tem alto poder corrosivo. Além disso, alguns efeitos na qualidade dos alimentos são atribuídos ao processo, como o aumento no nitrogênio total e no nitrogênio não proteico, a diminuição do nitrogênio solúvel e, principalmente, a diminuição nos conteúdos de aminoácidos (cistina, metionina e especialmente lisina) (Eaton e Groopman, 1994). Na Tabela 13, são apresentados alguns parâmetros e aplicações da amoniação.

Dollear et al. (1968) avaliaram diferentes métodos de detoxificação do farelo de amendoim e suas conseqüentes alterações na composição química dos farelos, (Tabela 14). Observou-se que a qualidade da proteína foi alterada nos tratamentos que envolveram altas temperaturas, como hidróxido de sódio, metilalanina e ozônio. O tratamento com 90% de acetona e 10% de água foi o mais eficiente em reduzir a quantidade de aflatoxinas, sem afetar a qualidade da proteína.

Tabela 13. Parâmetros e aplicações do processo de amoniação.

| Parâmetros | Procedimentos | |
|------------------|------------------------------------|---|
| | Alta pressão / Alta temperatura | Pressão atmosférica / Temperatura ambiente |
| Amônia (%) | 0,5 – 2 | 1 – 5 |
| Pressão (PSI) | 35 – 50 | Atmosférica |
| Temperatura (°C) | 80 – 120 | Ambiente |
| Tempo | 20 – 60 min | 14 – 42 d |
| Umidade (%) | 12 – 16 | 12 – 16 |
| Alimento | Algodão, amendoim, milho | Algodão, milho |
| Aplicação | Indústria | Propriedade |

Fonte: Eaton e Groopman (1994)

Tabela 14. Composição dos farelos de amendoim obtidos por diferentes métodos de detoxificação.

| (%) | Controle | | Tratamento por inativação | | | Extração |
|--------------------------------------|----------|-----------------------|---------------------------|--------|--------|--------------------------|
| | Original | Hidróxido de sódio | Metilalanina | Ozônio | Amônia | 90% acetona, 10% água |
| Umidade | 7,22 | 6,86 | 8,86 | 6,30 | 7,90 | 9,74 |
| Óleo | 0,75 | 0,49 | 0,26 | 0,28 | 0,63 | 0,16 |
| Nitrogênio | 9,82 | 9,67 | 10,20 | 9,96 | 10,39 | 10,14 |
| Fibra bruta | 5,0 | 4,9 | 4,9 | 4,3 | 4,8 | 5,0 |
| Nitrogênio sol. | 82,4 | 55,9 | 60,5 | 59,2 | 70,0 | 79,6 |
| Disponibilidade da lisina g/16g N | 2,8 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,8 |
| Aflatoxinas (ppb) | 111,0 | 17,0 | < 5,0 | 18,0 | < 5,0 | 0,0 |

Fonte: Adaptado de Dollear et al. (1968).

Não há tratamento para a aflatoxicose, e o uso de adsorventes, como aluminossilicatos, bentonita, filossilicatos e zeólitas, tem sido uma alternativa para a prevenção de quadros de aflatoxicose, pois tais materiais promovem a quelação das AF no trato gastrointestinal, diminuindo sua absorção. Mas a utilização destas substâncias requer estudos mais aprofundados, pois suspeita-se que seu uso prolongado pode levar à indisponibilização de minerais e vitaminas, provocando redução da *performance* do animal (Ramos e Hemhdez, 1997).

Assim, algumas medidas de boas práticas agrícolas devem ser tomadas para se evitar a contaminação dos produtos e coprodutos do amendoim, já que a maior parte da contaminação ocorre durante a permanência da cultura no campo.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto à utilização dos coprodutos do amendoim na alimentação de vacas leiteiras, deve-se ter cuidado com o nível de contaminação por aflatoxinas do alimento. Devido ao uso do amendoim na alimentação humana e aos programas de prevenção de contaminação por aflatoxinas, tende-se a reduzir os níveis de contaminação dos coprodutos.

O amendoim ainda é um produto de característica regional no Brasil, sendo que, devido ao crescimento da indústria do biodiesel, a tendência é de se aumentar a produção brasileira, elevando, assim, a produção nacional de amendoim e de seus coprodutos.

Devido à grande variação na composição dos cultivares e dos métodos de extração do óleo, é importante que se façam análises laboratoriais para a determinação da composição química dos coprodutos utilizados, de forma que se possa ter mais segurança na formulação da dieta dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos de biodiesel na alimentação de ruminantes. *Rev. Bras. Zootec.* v.37, supl. esp., p.260-268, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução nº 274 de 15 out. 2002. *Diário Oficial da União*, Brasília, 16 out. 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/274_02rdc.html>. Acessado em: 10 abr. 2009.

BARRETO, A.N.; VALE, D.G.; FERREIRA, D.S. et al. O cultivo do amendoim. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivodoAmendoim/>. Acessado em 06 abr. 2009.

BARTON, F.E.; AMOS, H.E.; ALBRECHT, W.J. et al. Treating peanut hulls to improve digestibility for ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.38, p.860-866, 1974.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

BRASIL. Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel e sobre a adição de biodiesel ao óleo diesel. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acessado em 10 abr. 2009.

CALDAS, E.D.; SILVA, S.C.; OLIVEIRA, J.N. Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana. *Rev. Saúde Públ.*, v.36, p.319-323, 2002.

CARVALHO, E. C. Q. Micotoxinas e alimentos: implicações na saúde humana e animal. *Rev. Bras. Clín. Vet.*, v.2, p.27-31, 1995.

CASTEGNARO, M.; MCGREGOR, D. Carcinogenic risk assessment of mycotoxins. *Rev. Méd. Vét.*, v.149, p.671-678, 1998.

CHRISTENSEN, C.M.; MIROCHA, C.J.; MERONUCK, R.A. Molds, mycotoxins and mycotoxicoses. *Cereal Foods World*, v.22, p.513-519. 1977.

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Quarto levantamento de avaliação de safra 2006/2007. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acessado em: 6 abr. 2009.
- DOLLEAR, F.G. Detoxification of aflatoxins in foods and feeds. In: GOLDBLATT, L.A. (Ed.). *Aflatoxin*. New York, NY: Academic Press, 1969. p.360-387.
- DOLLEAR, F.G.; MANN, G.E.; CODIFER, L.P. et al. Eliminations of aflatoxins from peanut meals. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, v.45, p.862-865. 1968.
- DUNCAN, H.E.; HAGLER Jr. W.M. Aflatoxins and other mycotoxins. National Corn Handbook. 1999. 11p. Disponível em :< <http://www.agcom.purdue.edu>>. Acessado em: 7 abr. 2009.
- EATON, D.L.; GROOMPMAN, J.D. *The toxicology of aflatoxins: human health, veterinary, and agricultural significance*. San Diego, CA: Academic Press, 1994.
- EVANGELISTA, A.R., ABREU, J.G.; PERON, A.J. et al. Composição química de tortas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e mamona (*Ricinus communis*, L.) obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEO, GORDURAS E BIODIESEL. 1., 2004. Varginha, MG. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_01/index.html>. Acessado 6 abr. 2009.
- FAGUNDES, M.H. Sementes de amendoim: alguns comentários. 11p. 2002. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/semente_de_amendoim_internet.pdf>. Acessado em: 5 abr. 2009.
- FONSECA, H. Micotoxinas em amendoim. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE ESPECIALISTAS EM *Arachis*. 4., 2004, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, Embrapa, 2004. p.81-85.
- FREIRE, R.M.M.; NARAIN, N.; MOREIRA, R.A. et al. Avaliação proteica da farinha desengordurada de genótipos de amendoim. *Rev. Oleag. Fibr.*, v.4, p.193-199, 2000.
- FREIRE, R.M.M.; NARAIN, N.; SANTOS, R.C. Aspectos nutricionais de amendoim e seus derivados. In: SANTOS, R.C. (Ed.): *O agronegócio do amendoim no Brasil*. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2005. p.389-420.
- GALTIER, P. Biological fate of mycotoxins in animals. *Rev. Méd. Vét.*, v.149, p.549-554, 1998.
- GOES, R.H.T.B., MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados usados como suplementos para novilhos. *Ciênc. Agrotec.*, v.28, p.167-173, 2004.

GONÇALEZ, E.; SOUZA, T.N.; ROSSI, M.H. et al. Avaliação da microflora e ocorrência de micotoxinas em cascas de amendoim em diferentes estágios de maturação da vagem. *Ciênc. Agrotec.*, v.32, p.1380-1386, 2008.

GRAINGER, C. *GIA methane*: Increasing fat can reduce methane emissions. *GIA Newsl.*, n.10, p.5, 2008.

HILL, G.M. Peanut by-products fed to cattle. *Vet. Clin. N. Am. Food Anim Pract.*, v.18, p.295-315, 2002.

HOLLINGER, K., EKPERIGIN, H.E. Mycotoxicosis in food producing animals. *Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract.*, v.15, p.133-165, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2009. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em: 07 abr. 2009.

JOHNSON Jr, J.C.; BUTLER, J.L.; WILLIAMS, E.J. Composition and nutritive value of whole plant peanuts (*Arachis hypogaea*, L.) ensiled with and without propionic acid-formaldehyde treatment. *J. Dairy Sci.*, v.62, p.1258-1263, 1979.

KELLY, M.L.; BERRY, J.R.; DWYER, D.A. et al. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.*, v.128, p.881-885, 1998.

KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W.C. Taxonomia del gênero *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia*, v.8, p.1-186, 1994.

KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. *J. Agric. Food Chem.*, v.32, p.447-453, 1984.

LEE, K.N.; KRITCHEVSKY, D.; PARIZA, M.W. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, v.108, p.19-25, 1994.

LEITE, L.C.; LANNA, D.P.D. Avanços no estudo do metabolismo de lipídeos: perfil da gordura depositada na carne ou secretada no leite de ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. 2., 2009. Pirassununga, SP. *Anais...* Pirassununga: USP/FZEA, 2009. p.147-164.

MA, F.; HANNA, M.A. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technol.*, v.70, p.1-15, 1999.

MARCONATO, F.E. Produção e custos do amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEO, GORDURAS E BIODIESEL. 3., 2006, Varginha, MG. Disponível em: http://oleo.ufla.br/anais_02/index.html. Acessado em: 6 abr. 2009.

- MARQUARDT, R.R. Effects of molds and their toxins on livestock performance: a western canadian perspective. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.58, p.77-89, 1996.
- MARTINS, R.; PEREZ, L.H. Amendoim: Inovação tecnológica e substituição de importações, Brasil, 1996-2005. *Inf. Econ.*, v.36, p.7-19. 2006.
- McBRAYER, A.C.; UTLEY, P.R.; LOWREY, R.S. et al. Evaluation of peanut skins (testa) as a feed ingredient for growing-finishing cattle. *J. Anim. Sci.*, v.56, p.172-183. 1983.
- McGUIRE, M.A.; McGUIRE, M.K.; GUY, M.A. et al. Effect of dietary lipid concentration on content of conjugated linoleic acid (CLA) in milk from dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, v.74, suppl. 1, p.266, 1996. Abstract.
- MERONUCK, R.A. Mycotoxins in feed. *Feedstuffs Ref. Issue*, v.66, n.30, p.163-166, 1994.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria nº 7 de 9 nov. 1988. Estabelece padrões mínimos das diversas matérias-primas empregadas na alimentação animal. *Diário oficial da União*, Brasília, 14 nov. 1988. Seção 1, p.21968.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7.ed. rev.. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.
- NUNES, I.J. Alimentos usados em nutrição animal. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG*, n.5, p.27-46, 1991.
- OLIVEIRA, A.A.G.; PEREIRA, J.; ALVARENGA, T.M.P. Análises bromatológicas e mineralógicas das tortas de amendoim, girassol e mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEO, GORDURAS E BIODIESEL. 2., 2005, Varginha, MG. Disponível em: http://oleo.ufla.br/anais_01/index.html. Acessado em: 6 abr. 2009.
- OSWALD, I.P.; COMÉRA, C. Immunotoxicity of mycotoxins. *Rev. Méd. Vét.*, v.194, p.585-590, 1998.
- PARODI, P.W. Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *J. Nutr.*, v.127, p.1055-1060, 1997.
- PEIXOTO, A.R. *Plantas oleaginosas herbáceas*. Sao Paulo: Nobel, 1972. 171p.
- PENNINGTON, L.J. Thin layer chromatography and densitometric determination of aflatoxins in mixed feeds containing citrus pulp. *J. Assoc. Offic. Analyt. Chem.*, v.69, p.690- 696, 1986.

PROAMENDOIM. Programa de autorregulação e expansão do consumo de amendoim. Disponível em: <http://www.proamendoim.com.br/site/abicab_associacao.php>. Acessado em: 06 abr. 2009.

RAMOS, A.J.; HEMHDEZ, E. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.65, p.197-206, 1997.

RUSTOM, I.Y.S. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chem.*, v.59, p.57-67, 1997.

SABINO, M.; MILANEZ, T.V.; LAMARDO, L.C.A. et al. Occurrence of aflatoxins in peanuts and peanuts products consumed in the state of São Paulo/Brazil from 1995 to 1997. *Rev. Microbiol.*, v.30, p.85-88, 1999.

SANTURIO, J.M. Micotoxinas: quais são, como atuam e como evitá-las. In. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 4., 1999, São Paulo. *Anais...* Piracicaba: ESALQ, 1999. (Palestra ministrada).

TAFURI, M.L.; RODRIGUES, M.T. Subprodutos das indústrias de óleo na alimentação animal. *Inf. Agropec.*, v.10, n.119, p.43-48, 1984.

TUNG, H.T.; WYATT, R.D.; THAXTON, P. et al. Concentration of serum proteins during aflatoxicosis. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, v.34, p.320-326, 1975.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2009. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>>. Acesso em: 5 abr. 2009.

UTLEY, P.R.; LOWREY, R.S.; CORMICK, W.C. *Peanut hulls a source of roughage in cattle finishing diets*. Tifton, GA: University of Georgia College of Agriculture, Coastal Plain Station, 1974. (Tifton Research Bulletin, 154).

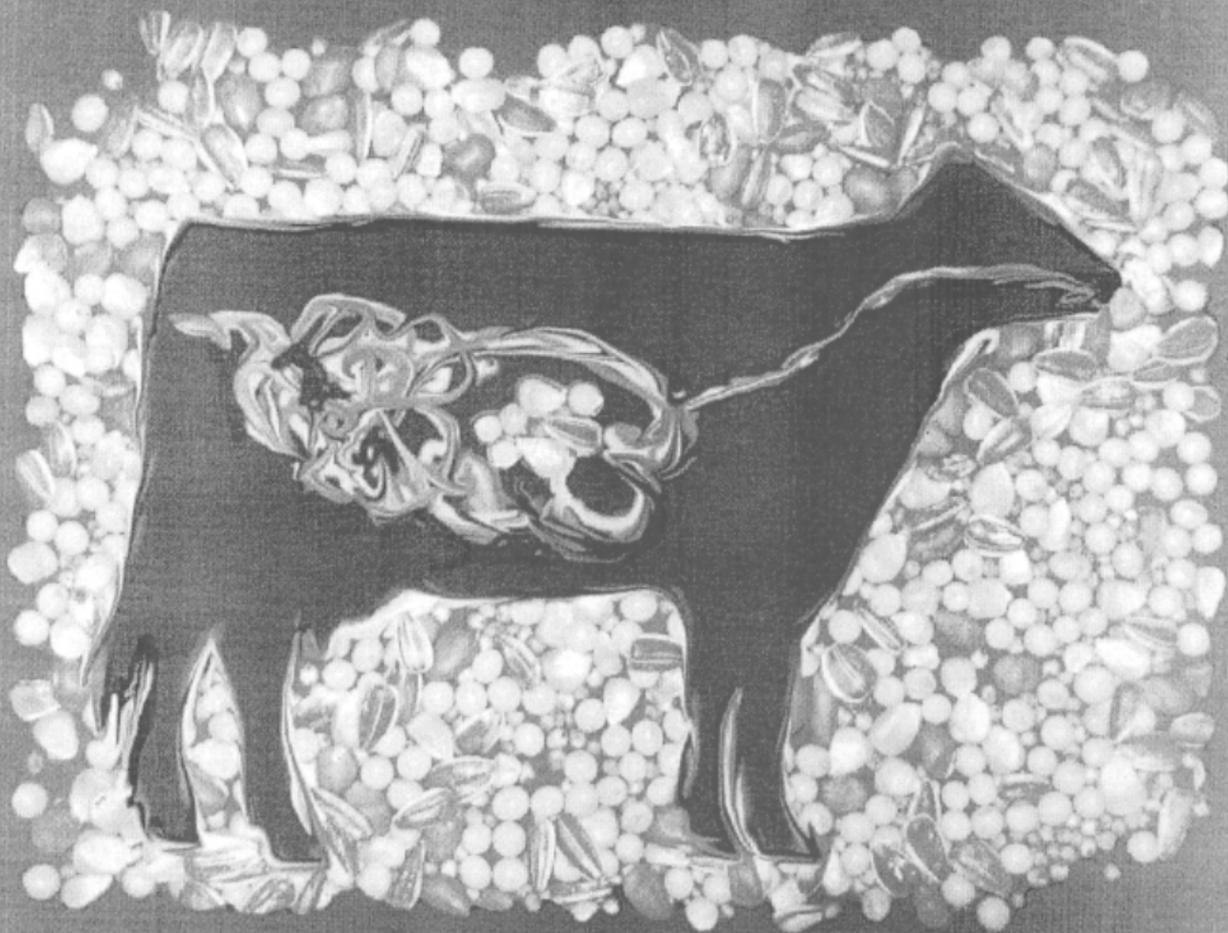
VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES K.A.; S.C.; ROCHA Jr, V.R. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 239p.

VASANTHI, S.; BHAT, R.V. Mycotoxins in foods: Occurrence, health & economic significance and food control measures. *Indian J. Med. Res.*, v.108, p.212-224, 1998.

WEST, J.W.; HILL, G.M.; UTLEY, P.R. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.590-599, 1993.

WILSON, D.M.; PAYNE, G.A. Factors affecting *Aspergillus flavus* group infection and aflatoxin contamination of crops. In: EATON, D.L.; GROPMAN, J.D. (Ed.). *The toxicology of aflatoxins: human health, veterinary and agricultural significance*. San Diego, CA: Academic Press, 1994. p.309-325.

Alimentos para Gado de Leite



Editores:
Lúcio Carlos Gonçalves
Iran Borges
Pedro Dias Sales Ferreira

Lúcio Carlos Gonçalves
Iran Borges
Pedro Dias Sales Ferreira

ALIMENTOS PARA GADO DE LEITE

FEPMVZ-Editora
Belo Horizonte
2009

A414 Alimentos para gado de leite / Editores: Lúcio Carlos Gonçalves, Iran Borges,
Pedro Dias Sales Ferreira. – Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.
568 p. : il.

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-87144-36-2

1. Bovino de leite – Alimentação e rações. 2. Bovino de leite - Nutrição.
3. Nutrição animal. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Borges, Iran. III. Ferreira,
Pedro Dias Sales.

CDD – 636.214 085 2