




Nutrição animal,
principais ingredientes e
manejo de aves e suínos





Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos

Regis Regina
Coordenador

Autores

Regis Regina
Gustavo J. M. M. de Lima
Alfredo Navarro de Andrade
Cláudio Bellaver
Antonio Gilberto Bertechini
Alba K. Fireman
Karina Ferreira Duarte
Otto Mack Junqueira
Ronaldo Linares Sanches

Apoio



abipecs

Realização

Cargill

Fundação Cargill

Copyright © Fundação Cargill 2010

Coordenação geral

Fundação Cargill

Apoio

União Brasileira de Avicultura (Ubabef)

Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (Abipecs)

Coordenação editorial

Rosania Mazzuchelli

Projeto gráfico e capa

Walter Mazzuchelli

Preparação e revisão

Mineo Takatama

Produção editorial e produção gráfica

AGWM Editora e Produções Editoriais

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Regina, Regis (coordenador)

Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos /
coordenador Regina Regis. — São Paulo : Fundação Cargill, 2010.

Vários autores

ISBN 978-85-7467-017-1

1. Aves – Nutrição 2. Nutrição animal 3. Suínos – Nutrição
I. Regina, Regis.

10-04867

CDD-636.0852

Índices para catálogo sistemático

1. Aves e suínos : Nutrição animal 636.0852

Todos os direitos reservados à

Fundação Cargill

Avenida Morumbi, 8.234

04703-002 – São Paulo – SP – Brasil

Tel.: (11) 5099-3257 – Fax: (11) 5099-3258

www.cargill.com.br

fundacao_cargill@cargill.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que possibilitaram a edição deste livro, principalmente meus companheiros e coautores, que abrilhantaram a produção desta obra, e, tenho certeza, muito auxiliará técnicos, estudantes e pessoas que atuam na área de nutrição e manejo de animais. Meu agradecimento especial a Marcelo Martins, Cléver Ávila, Denise Cantarelli e Denyse Barreto, que tornaram possível a realização deste livro; e a Rosania Mazzuchelli, pela edição. Também agradeço o apoio da União Brasileira de Avicultura (Ubabef) e da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (Abipecs), por terem acreditado no projeto.

À minha esposa Maria Helena D'Abreu Regina, que muito me incentivou e me auxiliou na confecção deste livro, meu muito obrigado.

Regis Regina

Sumário

capítulo

1

capítulo

2

capítulo

3

capítulo

4

capítulo

5

capítulo

6

capítulo

7

Apresentação 8

Introdução 10

Principais ingredientes da nutrição animal 13

Regis Regina

O milho e sua qualidade na
produção de dietas para aves e suínos 85

Regis Regina, Gustavo J. M. M de Lima, Alfredo Navarro de Andrade

Farinhas e gorduras de origem animal 127

Cláudio Bellaver

Vitaminas 155

Regis Regina

Minerais 173

Regis Regina, Antonio Gilberto Bertechini

A escolha de aditivos para alimentação
animal na indústria de aves e suínos 207

Alba K. Fireman

Manejo e alimentação de
aves e suínos 249

Karina Ferreira Duarte, Otto Mack Junqueira

Sobre os autores 412

apresentação

A Fundação Cargill tem como missão "preparar as próximas gerações para serem bem-sucedidas na educação, no trabalho e na vida". Essa missão inclui também a preocupação e o cuidado em publicar obras técnicas a respeito dos mais variados assuntos ligados à agricultura, à agropecuária e ao agronegócio.

Desde a década de 1970 já foram publicados 230 títulos e distribuídos gratuitamente mais de 230.000 exemplares para bibliotecas, instituições de ensino, órgãos públicos, pesquisadores, professores, alunos universitários e áreas ligadas à agricultura.

A obra *Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos* tem a finalidade de fornecer dados técnicos a produtores, estudantes e profissionais ligados à área de nutrição animal. A realização desse projeto só foi possível graças ao apoio das reconhecidas associações União Brasileira de Avicultura (Ubabef) e Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (Abipecs) e ao empenho do Dr. Regis Regina, que trabalhou durante meses para tornar possível a publicação de um livro de qualidade que pudesse servir de referência no meio acadêmico e áreas afins.

Marcelo Martins

Presidente

introdução

Sem dúvida o Brasil se tornou uma potência no agronegócio, como grande produtor de grãos, e também de aves, suínos e bovinos. Nossos resultados na produtividade desses animais são excelentes e comparáveis aos melhores do mundo, e para alcançar essa performance foi necessário trabalhar com a melhor tecnologia possível. Genética, nutrição, manejo, controle sanitário e boas instalações têm sido o ponto-chave do sucesso. Por causa disso estamos exportando carnes desses animais para centenas de países, com qualidade e competitividade. Podemos afirmar com toda a certeza que a nutrição animal é uma tecnologia de ponta e grande responsável pelos resultados positivos, tanto na parte produtiva como na econômica.

Este livro traz informações técnicas a produtores, profissionais, estudantes de agronomia, de veterinária e de zootecnia e a todos que atuam nessa área, com informações sobre os principais ingredientes utilizados na nutrição animal, bem como especificações e considerações sobre manejo e nutrição de aves e suínos. Como colaboradores, contamos com vários profissionais de grande conhecimento e atuação nessa área, a quem muito agradeço.

Regis Regina

1

Principais ingredientes da nutrição animal

Regis Regina
Médico-veterinário

INTRODUÇÃO

A nutrição animal é uma tecnologia de precisão em que a qualidade dos ingredientes e suas especificações nutricionais devem ser exatamente conhecidas. Frangos com crescimento saudável e acelerado, poedeiras com altíssimas produções, suínos com excelente desenvolvimento e carne de qualidade, tudo isso é resultado de uma perfeita nutrição, genética, manejo, instalações e, por fim, rigoroso controle sanitário. A alimentação desses animais deve estar na medida certa, para evitar contaminações com o meio ambiente, como fósforo, nitrogênio e outros materiais indesejáveis presentes no solo. Por tudo isso, o conhecimento dos ingredientes e sua qualidade e especificações nutricionais é a chave do sucesso.

Para a perfeita nutrição, podemos classificar os ingredientes em produtos de origem vegetal, de origem animal, energéticos, fibrosos, vitaminas, minerais, aminoácidos, aditivos etc., como se pode observar no quadro ao lado.

Para verificar as principais composições químicas nutricionais desses ingredientes utiliza-se o método de Weende, que analisa: umidade, teor de nitrogênio total (proteína), gordura, fibra bruta, cinzas e extrativos não nitrogenados. Os aminoácidos são moléculas orgânicas formadas por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Alguns deles podem conter minerais, como enxofre, e são denominados "aminoácidos sulfurados". Os aminoácidos se unem através de ligações peptídicas, formando a proteína. Para que as células produzam proteínas, elas necessitam de aminoácidos, que são divididos em essenciais e não essenciais.

Os aminoácidos essenciais são aqueles que não podem ser sintetizados pelo corpo, mas obtidos pela ingestão de alimentos que contêm esses aminoácidos, ou adquiridos de forma sintética são: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina (adicionais essenciais para as aves: alanina, ácido aspártico, glicina e serina). Os aminoácidos não essenciais são aqueles que podem ser sintetizados pelo próprio corpo: alanina, ácido aspártico, citrulina, cisteína, cistina, ácido glutâmico, glicina, prolina, serina, tirosina (James R. Gillespie, 1987). A glutamina passa a ser aminoácido importante para animais em situações de *stress*.

QUADRO 1

Classificação dos ingredientes

Proteicos vegetais	Proteicos animais	Energéticos vegetais e animais	Fibrosos	Vitaminas	Minerais	Aminoácidos	Aditivos
Farelo de amendoim	Farinha de vísceras de aves	Milho	Casca de soja	A	Calcário	Lisina	Enzimas
Farelo de algodão	Farinha de carne e ossos	Sorgo	Casca de arroz	D	Fosfato bicálcico	Metionina	Promotoras
Farelo de girassol	Plasma sanguíneo	Mandioca	Casca de aveia	E	Fosfato monocálcico	Cistina	Pigmentantes
Farelo de soja	Farinha de penas	Milheto	Farelo de trigo	K	Farinha de ostras	Arginina	Acidificantes
Farelo de canola	Farinha mista de aves	Gordura de aves	Raspa de mandioca	C	Fontes de ferro, iodo, selênio, manganês	Leucina	Antioxidantes
Produtos de destilaria	Farinha de sangue	Sebo bovino	Polpa cítrica	Complexo B	Cobre	Triptofano	Antifúngicos
Outros	Farinha de peixes	Óleos vegetais	Feno				
	Hemácias	Gordura de coco	Outros	Outras	Outros	Isoleucina	Probióticos
	Outros	Outros	-			Outros	Outros

Fonte: Regis Regina.

Para a verificação de aminoácidos, vitaminas, ácidos graxos etc., as análises são realizadas em HPLC e NIRs. A armazenagem de todos os ingredientes, tanto os sólidos quanto os líquidos, é extremamente importante para manter a qualidade deles e deve seguir as normas técnicas para esse processo. Para os ingredientes líquidos, além dos equipamentos para perfeita armazenagem, são necessários injetores com calibração correta. Um controle de qualidade perfeito é peça fundamental em todos os processos para assegurar a qualidade dos ingredientes e dos produtos acabados.

INGREDIENTES

1. ARROZ



Arroz.

O arroz é uma gramínea da família *Poaceae*, do gênero *Oryza*, com várias espécies, entre as quais a *Oryza punctata* e a *Oryza sativa*, esta última a espécie mais conhecida e considerada a terceira maior cultura mundial, só perdendo do milho e da soja. A produção mundial de arroz está ao redor de 619 milhões de toneladas e sabe-se que esse ingrediente é alimento básico de 2,5 bilhões de pessoas. O arroz é originário da China e tem como finalidade a nutrição humana, pois, nos países asiáticos, constitui o principal alimento.

TABELA 1

Principais países produtores de arroz em casca

	Países produtores	Produção (milhões de toneladas)
1	China	185,40
2	Índia	129,00
3	Indonésia	54,00
4	Bangladesh	40,00
5	Vietnã	36,30
6	Tailândia	27,00
7	Mianmar	24,50
8	Filipinas	15,00
9	Brasil	13,00
10	Japão	10,00

Fonte: *Almanaque do arroz*. Disponível em <www.almanaquedoarroz.com.br>.

No Brasil, o arroz faz parte da alimentação diária da população, misturado a outras iguarias, como feijão, carne e legumes; por isso o Brasil é um grande produtor e consumidor desse cereal. O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor do país, responsável por 46% da produção nacional, seguido pelo Mato Grosso e por Santa Catarina.

TABELA 2

Principais Estados brasileiros produtores de arroz (em percentual)

	Estados produtores	%
1	Rio Grande do Sul	46,00
2	Mato Grosso	16,00
3	Santa Catarina	8,00
4	Maranhão	5,00
5	Tocantins	4,00
6	Pará	1,00
7	Outros	17,00

Fonte: *Almanaque do arroz*. Disponível em <www.almanaquedoarroz.com.br>.

A variedade produzida no Brasil é o grão longo fino, ou agulhorda, preferido nos principais mercados brasileiros. A produtividade média do arroz irrigado no sul é ao redor de 7 toneladas de grãos com casca por hectare.

1.1. Arroz para alimentação animal

O cultivo do arroz é direcionado à alimentação humana e somente o excedente da produção e os seus subprodutos são destinados à nutrição animal. O grão de arroz é constituído de aproximadamente 20% de casca, 70% de endosperma e 10% de farelo e germen. Nas camadas do tegumento e do germen é que se encontram os lipídeos.

Os subprodutos são os seguintes:

- **Quirera ou quebrados de arroz:** são os grãos quebrados, originados do processo de seleção do arroz para consumo humano. Esse produto tem proteína bruta similar à do milho, ao redor de 8,5%, porém com menor teor de gordura, de energia metabolizável para aves, e de alguns importantes aminoácidos, como a metionina. A quirera pode substituir parte do milho, porém com menor preço comparativo. A inclusão desse ingrediente nos alimentos para aves e suínos varia de acordo com especificações das fórmulas, podendo chegar a 20%. A quirera de arroz é excelente ingrediente para uso em alimentos extruzados, pois aumenta muito a expansão dos produtos. Ela também melhora o índice de durabilidade dos peletes (IDP) das rações peletizadas, pelo alto potencial de amido em sua composição.
- **Farelo integral de arroz branco (engordurado):** é o produto originário do polimento do grão de arroz sem casca. Consiste no pericarpo e/ou película que cobre o grão, estando presentes germen, fragmentos de arroz (quirera fina) e pequenas quantidades de casca com granulometria similar à do farelo. É um excelente produto, com 13% de proteína e cerca de 15% de extrato etéreo e 8% de fibra bruta, além de ser rico em fósforo. As enzimas lipolíticas, as quais são ativadas no ato do polimento do grão de arroz, hidrolizam os triglicérides do produto, aumentando a quantidade de ácidos graxos livres e dificultando o refino do óleo. Essas reações



FOTÁLIO SANCHES

Quirera de arroz.

desencadeiam o processo de rancidez oxidativa e hidrolítica do farelo; por isso esse ingrediente tem que ser utilizado o mais rápido possível ou, quando armazenado, deve ser-lhe adicionado antioxidantes. Se o produto sofrer a peroxidação, esse ingrediente adquire odor rançoso, destruindo as vitaminas, aminoácidos e a palatabilidade. Outro problema a ser verificado é a maior quantidade da inclusão de casca de arroz, ocasionando maior perda das propriedades nutricionais. Para aquisição desse ingrediente, é importante verificar se sofreu peroxidação ou maior adição de cascas. Nas épocas de safras de arroz, esse ingrediente é facilmente encontrado.

- **Farelo desengordurado de arroz, ou farelo de arroz (solvente):** é o produto obtido do farelo integral de arroz branco após a extração do óleo por solventes. Excelente produto para nutrição animal, com aproximadamente 15,5% de proteína, 10% de fibra bruta e 1,81% de fósforo total. Esse ingrediente tem especificações nutricionais similares às do farelo de trigo. É excelente ingrediente como fonte de fósforo e muito utilizado nas rações de bovinos, poedeiras nas fases de crescimento, bem como na linha de suínos, em cuja alimentação participa com cerca de 20%.



Farelo desengordurado de arroz, ou farelo de arroz solvente.

- **Farelo integral de arroz parbolizado (engordurado):** é o produto originário do polimento realizado no beneficiamento do grão de arroz parbolizado (tratado termicamente). Consiste no pericarpo e/ou película que cobre o grão, estando presentes gérmen, fragmentos de arroz e pequenas quantidades de casca com granulometria similar à do farelo. Esse ingrediente é bastante utilizado no sul do país, principalmente nas épocas de safra e beneficiamento.
- **Casca de arroz moída:** consiste na casca do grão de arroz finamente moída, de granulometria homogênea e livre de pó. Deve ser utilizada apenas como veículo de aditivos e suplementos. A casca de arroz, por causa do alto teor abrasivo e suas baixas propriedades nutricionais, não é indicada para nutrição animal.

2. AVEIA

A aveia é uma gramínea da família *Poaceae*, do gênero *Avena*, com várias espécies, sendo as principais: *A. sativa* (aveia comum), *A. strigosa*, *A. abyssinica*, *A. barbata*, *A. muda*. A aveia é um cereal de excelentes propriedades nutricionais, muito utilizada na nutrição humana por ser considerada um ingrediente saudável. Sua fibra solúvel, a betaglucana, ajuda no bom funcionamento intestinal e na manutenção de níveis adequados do colesterol. Os grãos de aveia podem substituir o milho nas rações, mas são pouco utilizados na nutrição animal por causa do alto custo, com exceção das rações de equinos, principalmente os de corrida, na forma "achatada ou machacada". Pode-se utilizar até 30% desse ingrediente nas dietas dos equinos. A casca da aveia é empregada nos alimentos para ruminantes como fonte de fibra solúvel. A produção brasileira de aveia em grãos tem aumentado bastante, impulsionada pelo maior consumo; em 2009, a produção foi de 236.026 toneladas (IBGE, 2009). Os maiores produtores mundiais são Rússia, Canadá, Estados Unidos, Alemanha e Suécia. A aveia pode ser cultivada para a produção de grãos, bem como utilizada como forrageira de inverno.

A aveia forrageira produzida no inverno é importante para a nutrição dos gados de leite e de corte, principalmente no período seco, quando as pastagens e as capineiras sofrem a perda do valor nutritivo. A produtividade varia de 10 a 30 toneladas por hectare, com 2% a 6% de matéria seca, e suporta bastante o "stress hídrico e geadas". A aveia como planta forrageira pode ser utilizada pelos animais, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), nas seguintes formas:

- **Pastejo:** quando a aveia atinge 30 cm, mantendo a taxa de lotação de 0.5 a 2.0 unidades animais por hectare.
- **Feno:** para a produção de feno, a aveia forrageira deve ser cortada quando atingir a fase de emborrachamento, podendo ser obtido de 3 a 6 toneladas de feno por hectare, com 14% a 17% de proteína bruta e digestibilidade de 58% a 60%. Seu uso é recomendado para animais de maior exigência nutricional, principalmente bovinos e equinos.

- **Silagem de aveia:** ainda pouco utilizada também pelo alto custo. O corte deve ser no estágio de floração, quando apresenta maior equilíbrio entre os teores de açúcares, matéria seca, proteína bruta e digestibilidade.

A aveia também é utilizada na nutrição animal, nas seguintes formas:

- **Aveia branca laminada ou achatada (*Avena sativa*):** consiste no grão integral (despontado) de aveia branca laminada ou achatada.
- **Aveia preta laminada ou achatada (*Avena strigosa*):** consiste no grão integral (despontado) de aveia preta laminada ou achatada.
- **Casca de aveia:** consiste na casca que envolve os grãos de aveia, obtida do beneficiamento para consumo humano.

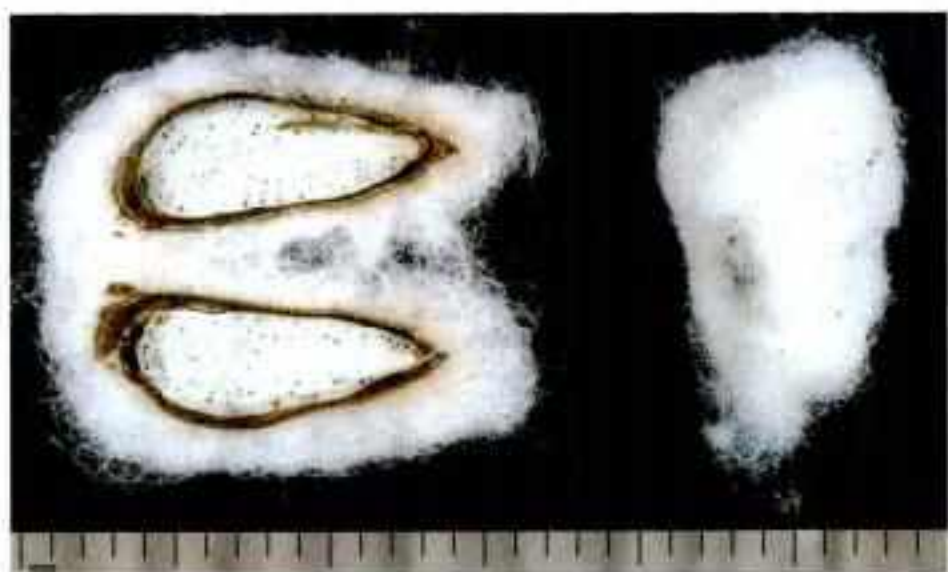
TABELA 3
Parâmetros de qualidade

Parâmetros	Unidade	Aveia branca laminada	Aveia preta laminada	Casca de aveia
Umidade (máximo)	%	13,00	13,00	12,00
Proteína bruta (mínimo)	%	11,00	11,00	2,00
Extrato etéreo (mínimo)	%	3,00	3,00	–
Fibra bruta (máximo)	%	13,00	15,00	40,00
Matéria mineral (máximo)	%	5,00	5,00	5,00
Peso específico	kg/m ³	500,00	450,00	–
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00	20,00

Fonte: Compêndio brasileiro de alimentação animal.

3. ALGODÃO

A planta do algodão (algodoeiro) é um arbusto de grande valor econômico, cultivada comercialmente em mais de setenta países. Sabe-se que essa planta foi domesticada pelo homem há mais de quatro mil anos. Pertence à família *Malvaceae*, gênero *Gossypium* e espécie *Gossypium hirsutum*. O alto valor econômico está nas fibras para as indústrias têxteis, na nutrição humana como óleos comestíveis, e, na nutrição animal, como grãos e farelos. Atualmente são cultivados no mundo dois tipos de algodoeiro: o arbóreo (*Gossypium arboreum*) e o herbáceo (*Gossypium herbaceum*), o qual corresponde a quase 90% da produção para fins comerciais. A produção de algodão herbáceo em caroço no Brasil, em 2009, foi de 2,94 milhões de toneladas, com previsão de aumento de 6,2% para 2010, segundo o IBGE. Suas folhas são grandes, de cinco lobos, e as sementes, contidas em cápsulas e envolvidas por fibras denominadas "linters" ou plumas. A semente contém em média de 55% a 60% de caroço e de 40% a 45% de linter, que, depois de retirada a casca, resulta um ingrediente de 40% de proteína bruta e de 35% a 40% de lipídeos. Trata-se, então, de um alimento altamente proteico e energético. Na cápsula, encontrada no interior das sementes, há um elemento tóxico para animais monogástricos, principalmente suínos, aves e



Algodão.

RONALDO SANCHEZ

coelhos, denominado "gossipol". Nos farelos, o teor de gossipol total geralmente está ao redor de 1% e apenas 0,1% é considerado gossipol livre. Esse elemento é um alcaloide polifenólico, de cor amarelada e rosada. No processamento das sementes, as glândulas se rompem e liberam o gossipol. Esse alcaloide, ao se combinar com a lisina, interfere na assimilação deste aminoácido, causando danos ao desenvolvimento de várias espécies animais. O gossipol também se complexa com os sais de ferro, que também deixam de ser absorvidos. Poedeiras, quando nutridas com alimentos de alto percentual de farelo de algodão, podem apresentar mancha escura nos ovos, cujo aspecto, desagradável, pode desvalorizar o produto. Aves e suínos, nas fases iniciais, são bastante sensíveis ao elevado teor de gossipol. A inclusão de farelo de algodão 36% para frangos e suínos nas fases iniciais é de 3% a 5% e nas fases de crescimento e engorda, no máximo de 8%.

Para a produção de óleo, são retiradas as plumas e os grãos, prensados mecanicamente, resultando no óleo bruto de cor escura devido aos pigmentos que acompanham o gossipol, e no ingrediente sólido denominado "torta gorda", com aproximadamente 5% de óleo em seu interior, conseqüentemente com maior teor de energia. A extração por meio de solventes resulta em farelos proteicos com 1% de óleo e a casca de algodão, que é alimento destinado a ruminantes, com alto teor de fibras. A torta e a casca têm coloração marrom-escura, com a presença de linter, e o farelo solvente é mais claro, com tons marrom-claros. A torta, o farelo e a casca de algodão constituem excelentes ingredientes para bovinos, pois, além das fontes nutricionais, são altamente palatáveis. Da mesma forma que ocorre no processo da soja, o excesso de aquecimento durante a extração pode alterar as propriedades nutricionais do farelo.

3.1. Subprodutos do algodão

De acordo com o *Compêndio brasileiro de alimentação animal*, temos:

- **Farelo de algodão (solvente):** é o produto obtido do caroço descortiado do algodão após a extração do óleo por solvente e moagem fina.

- **Farelo de algodão com casca (solvente):** consiste no produto obtido do caroço do algodão após a extração do óleo por solvente e moagem fina. Permite-se nesse produto a adição de cascas e resíduos da refinação do óleo, desde que seja respeitado o nível de fibra bruta.
- **Torta de algodão:** é o produto obtido do caroço do algodão após a extração parcial do seu óleo por processo de prensagem mecânica (*expeller*).
- **Casca de algodão (moída):** é a casca do caroço do algodão após moagem.

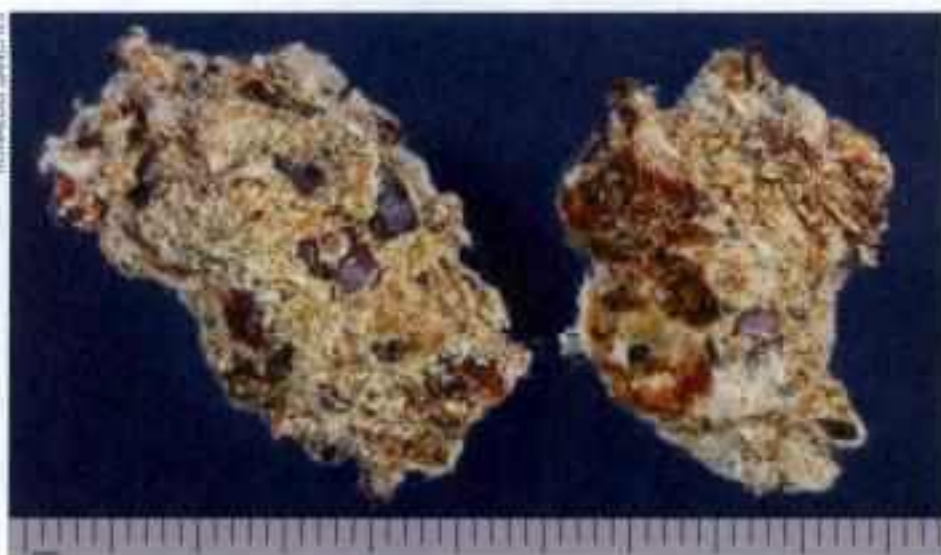
TABELA 4

Produtos do algodão – Parâmetros de qualidade

Parâmetros	Unidade	Farelo de algodão solvente	Farelo de algodão com casca	Torta de algodão	Casca de algodão
Umidade (máximo)	fb	12,00	12,00	12,00	12,00
Proteína bruta (mínimo)	%	38,00	28,00	23,00	3,00
Fibra bruta (mínimo)	%	18,00	25,00	23,00	42,00
Extrato etéreo (mínimo)	%	0,40	0,40	6,00	0,40
Matéria mineral (máximo)	%	6,50	8,00	6,00	8,00
Cálcio (máximo)	%	0,15	0,15	0,25	–
Fósforo (mínimo)	%	0,90	0,90	0,90	–
Gossipol total (máximo)	%	0,12	0,12	–	–
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00	20,00	20,00

Fonte: *Compêndio brasileiro de alimentação animal*.

O caroço integral de algodão vem sendo utilizado na alimentação de ruminantes como fonte de proteínas e energia por causa do alto teor de óleo. Algumas pesquisas indicam que o excesso desse



Torta de algodão.

ingrediente na dieta de ruminantes pode alterar o sabor e o aroma da carne. Dietas de até 20% de algodão não apresentaram nenhum problema, mas com inclusões superiores a 30% em alguns testes houve piora do sabor da carne. O caroço de algodão extrusado tem sido utilizado, pois esse processo de produção melhora bastante a digestibilidade deste ingrediente.

4. AMENDOIM

O amendoim tem bastante importância econômica pela produção de óleo, bem como pelos subprodutos para nutrição humana e animal. A origem do nome é "mandu'wi", que na língua tupi significa "enterrado". Como classificação científica, essa planta pertence à família *Fabaceae*, espécie *Arachis hypogaea*. Os colonizadores portugueses, quando chegaram ao Brasil, verificaram que os índios já plantavam e consumiam esse ingrediente. Os índios também foram responsáveis pela difusão dessa cultura aos países vizinhos e também à América Central, e, no século XVIII, essa planta foi introduzida na Europa. Posteriormente, no século XIX, foi levada do Brasil para outros países, como África, Filipinas, Índia e China. As principais variedades plantadas no Brasil são o tatu, o tatuf e o roxo. A planta do amendoim tem caule pequeno, folhas trifolioladas, flores amarelas e abundantes,

e raízes que medem entre 30 e 50 centímetros. O processo de frutificação é diferente, pois, após as flores serem fecundadas, produzem frutos nas raízes, embaixo da terra. Atualmente os maiores produtores mundiais de amendoim são Brasil, Índia, China, Estados Unidos e alguns países africanos, principalmente a Nigéria. O Brasil, no ano de 2009, produziu 295.704 toneladas desse ingrediente, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor brasileiro. Cabe lembrar que o Brasil já foi um dos maiores produtores mundiais dessa planta e devido a vários problemas a produção desse grão caiu pela metade atualmente. O amendoim possui elevado valor nutricional, pois suas sementes podem ter alto teor de óleo, ao redor de 37% a 40%. Segundo vários pesquisadores, o óleo, quando preparado tecnicamente, conserva-se muito bem, não ficando rançoso com facilidade, como pode suceder com outros óleos. Sua composição é bastante interessante, o que torna o óleo de fácil digestão, utilizado diretamente para consumo humano ou na indústria de enlatados, como sardinhas, atuns etc. O óleo de qualidade superior deve ser extraído de sementes maduras e secas, pois se extraído antes do amadurecimento, resultará num óleo de qualidade inferior. Quando refinado tecnicamente, o óleo é usado na indústria farmacêutica como veículo em produtos injetáveis. Por outro lado, o óleo de qualidade inferior é usado como lubrificantes ou em saboarias.



Amendoim.

TABELA 5

Teores de ácidos graxos do óleo de amendoim

ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS (%)	
C16 - Palmítico	10,53
C18 - Estéarico	2,76
ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS (%)	
C18,1 - Oleico	43,28
C18,2 - Linoleico	37,30
C20 - Eicosanoico	1,15
C22 - Docosanoico	3,48

Observação: Verificação dos ácidos graxos com retirada do óleo por hexana e verificação por cromatografia gasosa.

4.1. Colheita, secagem e armazenagem

Esses itens são de muita importância para evitar a proliferação de toxinas fúngicas, que causam prejuízos incalculáveis a todas as espécies animais. Essas toxinas reduzem o ganho de peso, aumentam a conversão alimentar, induzem à queda de imunidade nos animais com suscetibilidade a outras doenças e ao aumento de mortalidade.

4.1.1. Colheita

A maturação da planta ocorre ao redor de 100 a 110 dias para as variedades tatu e tatuf e 120 dias para o roxo. Esse período pode variar em virtude do clima, fertilidade do solo etc. A época certa da colheita é denunciada pelo amarelamento das folhas. Confirma-se o ponto exato da colheita arrancando-se várias plantas e abrindo as vagens, que devem ter pontos escuros no seu interior. Nas vagens verdes, o interior delas encontra-se totalmente branco. O ponto correto de maturação para a colheita é importantíssimo, pois, além de maior peso, aumenta o teor de óleo e de farelos e apresenta melhor qualidade de ambos. O arrancamento das plantas deve ser executado em dias ensolarados e pode ser manual, em pequenas propriedades, ou mecanizada, nas maiores

áreas de plantio. A secagem ou cura do amendoim é um trabalho de suma importância, pois dela dependerá a qualidade final dos grãos e o impedimento da contaminação fúngica, principalmente por aflatoxinas, bastante comum nesse tipo de grãos, principalmente os mal processados. No momento da colheita, a umidade das vagens está entre 35% e 40% e depois da secagem ela deverá se situar ao redor de 10% a 11%.

4.1.2. Secagem

Na secagem comum as plantas são colocadas em leiras, com as vagens voltadas para cima. Em dias de sol, as vagens secam em poucos dias. Caso chova nesse período, as vagens podem apodrecer, contaminar-se com aflatoxinas e originar um produto final de baixa qualidade. Outro processo de secagem é o artificial, realizado nas empresas que produzem o óleo de amendoim, com utilização de secadores profissionais. Também é ponto importante, pois secagem rápida com alta temperatura pode causar excesso de tostagem nas sementes, resultando um sabor desagradável. Por outro lado, a secagem lenta, a baixa temperatura, pode causar contaminação por fungos e rancificação do óleo das sementes.

4.1.3. Armazenagem

É importante que as sementes sejam corretamente armazenadas para a manutenção de suas qualidades e evitar possíveis contaminações. Para isso os armazéns devem ser limpos, secos e ventilados, e as embalagens, armazenadas sobre estrados, com poucos sacos nas pilhas para não amassar os grãos.

4.1.4. Farelos

O processo para a obtenção do farelo se faz por meio mecânico ou prensagem, ou por extração do óleo por solventes. O processo resulta em dois tipos de farelo: o processado sem a casca resulta em um produto de alta qualidade, ao redor de 48% de proteína; o outro tipo é o processado com casca, que resulta em um produto de qualidade inferior, com alto percentual de fibras. O óleo é de excelente qualidade, tanto pela sua digestibilidade como pelos ácidos graxos. O farelo de amendoim sem casca é excelente alimento proteico, porém com níveis menores de lisina e triptofano se comparado com



Farelo de amendoim.

o farelo de soja. A inclusão do farelo de amendoim de 48% nos alimentos para frangos, poedeiras e suínos, nas fases iniciais, é ao redor de 5% e nas rações de crescimento e engorda, até 10%.

5. AÇÚCAR

O açúcar pertence ao grupo dos hidratos de carbono ou carboidratos, que são solúveis em água e cuja forma mais simples consiste em sacarose (dissacarídeo). Os carboidratos são substâncias orgânicas que têm funções estruturais da membrana celular, com fornecimento significativo de energia nos animais sob a forma de glicogênio. A sacarose é formada pela junção da molécula de glicose com a da frutose, produzida pela planta, no processo da fotossíntese. A sacarose está presente em muitas plantas, especialmente na cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*) e na beterraba (*Beta vulgaris*). O suco, ou garrapa, da cana-de-açúcar contém ao redor de 20% de sacarose, enquanto o da beterraba, 18%, e a cana-de-açúcar apresenta maior produtividade e menor custo de produção comparativamente com a da beterraba, motivo de nossas exportações de açúcar para países europeus. O açúcar, além de ser fonte de energia para os animais, é extremamente palatável para eles e utilizado principalmente nas rações pré-iniciais e iniciais de leitões.

O uso nos alimentos animais pode variar de 3% a 5%, dependendo das especificações nutricionais de cada alimento; porém, o alto custo desse ingrediente impede sua ampla utilização.

5.1. Formas de apresentação do açúcar

- **Açúcar mascavo (açúcar bruto):** é o açúcar petrificado, de coloração entre o caramelo e o marrom, resultante da cristalização do mel do engenho (que é a fase de fabricação do açúcar na forma líquida, imediatamente anterior à fase de cristalização) e contém grande teor de melaço.
- **Açúcar demerara:** açúcar granulado de coloração amarela, resultante da purgação do açúcar mascavo, com teor de melaço em sua composição.
- **Açúcar refinado granulado:** açúcar puro, sem corantes, umidade ou empeltramento, com cristais bem definidos e granulometria homogênea. Esse açúcar é bastante utilizado em confeitos e na indústria farmacêutica em xampes.
- **Açúcar refinado amorfo:** açúcar de dissolução rápida, granulometria fina e branca excelente, utilizado no consumo doméstico.

6. BABAÇU

O babaçu (*Orbignya phalerata martiana*) é uma planta da família das palmáceas, também conhecida como coco-de-palmeira, baguaçu e pindoba. É muito comum em alguns Estados do Norte e Nordeste, principalmente no Maranhão, onde é considerada planta nativa. É uma planta de grande utilidade, pois seus frutos, quando maduros, são comestíveis e de suas sementes oleaginosas extrai-se o óleo empregado na alimentação e agora bastante pesquisado para a produção de biocombustíveis. Do seu broto extrai-se o palmito, e suas folhas são utilizadas para confecção de esteiras, chapéus e outros objetos. Os frutos do babaçu são ovais e alongados, de coloração

castanha, produzidos em cachos pêndulos. A polpa farinácea e oleosa envolve de três a quatro sementes oleosas. O principal produto do babaçu de valor comercial são as amêndoas, extraídas pelo sistema manual, que, em muitos casos, representam a subsistência de milhares de famílias, principalmente no Maranhão. Apesar da tentativa de inventar e implementar máquinas para esse processo, a quebra dos cocos é feita ainda pelas mulheres, chamadas "quebradeiras de coco". Após a retirada da casca, as amêndoas são enviadas às indústrias locais de esmagamento, as produtoras de óleo cru. O óleo representa 65% da amêndoa e é utilizado para fabricação de sabões, glicerina, e óleos comestíveis, depois de refinado. Outro processo, o produto secundário industrial, é a torta de babaçu ou farelo de babaçu, utilizados na nutrição animal.

6.1. Ingredientes do babaçu para alimentação animal

- **Torta de babaçu:** produto obtido da polpa (amêndoa) do babaçu, após a extração parcial do óleo por prensagem mecânica (*expeller*).
- **Farelo de babaçu (solvente):** produto obtido da polpa (amêndoa) do babaçu, após a extração do óleo por solvente e moagem fina.

TABELA 6

Parâmetros de qualidade

Parâmetros	Unidade	Torta de babaçu	Farelo de babaçu
Umidade (máximo)	%	12,00	12,00
Proteína bruta (mínimo)	%	18,00	20,00
Extrato etéreo (mínimo)	%	5,00	0,80
Fibra bruta (máximo)	%	30,00	25,00
Matéria mineral (máximo)	%	10,00	8,00
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00

Fonte: *Compêndio brasileiro de alimentação animal*.

Esses ingredientes têm sido de grande utilidade aos criadores de gados de leite e de corte, de caprinos e ovinos, principalmente nos períodos de estiagem no Nordeste; porém, poucos estudos científicos foram feitos principalmente com relação à digestibilidade desse ingrediente. Fernanda Albuquerque Merlo, Norberto Mario Rodriguez e outros fizeram experimentos sobre "degradabilidade *in situ* da torta de babaçu" em carneiros, portadores de cânulas no rúmen, alimentados com feno de Tifton 85 e torta de babaçu. Observaram baixa degradabilidade de todas as frações fibrosas, especialmente da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA), provavelmente decorrente do alto teor de lignina na torta (12,24%). Estudos mostram a possibilidade de melhor processamento com maior retirada da casca, o que trará benefícios nutricionais às tortas e farelos. Por causa do excesso de fibra nos farelos, a inclusão nas rações de monogástricos é reduzida.

7. CANOLA

Dois cientistas canadenses, Baldur Stefansson e Richard Downey, desenvolveram a canola através da modificação genética da colza (*Brassica napus*), ingrediente que contém muita toxidez para consumo humano e animal. O questionamento nutricional do azeite de colza ocorreu na década de 1950 em virtude do alto grau de ácido erúico, considerado muito tóxico para o consumo. O azeite de colza, com alto percentual de ácido erúico e glucosinolatos, foi utilizado erroneamente na Espanha em 1981, onde esse óleo industrial foi utilizado no lugar do azeite, causando a morte de 650 pessoas e ferimentos e queimaduras em mais de 20.000. Mesmo as plantações de colza através de pólen e fungos ocasionam problemas alérgicos e respiratórios, conjuntivites, principalmente em pessoas idosas residentes próximo à cultura. O óleo de colza é atualmente utilizado na Europa como biodiesel e é mais caro que o diesel de petróleo. Após a modificação, aquela planta originou a canola (de *CAN*adian *Oil* *L*ow *A*cid, que em inglês significa "óleo canadense de baixo teor de ácido"). O óleo de canola é também conhecido como LEAR (*L*ow *E*rucic *A*cid *R*apeseed), que é a semente de colza com baixo teor de ácido (menos de 2%). Atualmente o óleo de canola é considerado um óleo saudável por causa do baixo conteúdo de gordura



Canola.

saturada e do excelente sabor. Os grãos da canola possuem cerca de 40% de óleo e de 20% a 25% de proteína. Após o processo da retirada do óleo, o que sobra constitui o farelo de canola, utilizado na nutrição animal. O farelo de canola apresenta alguns fatores goitrogênicos. A proporção de tanino também é elevada, podendo chegar a mais de 2%, nível que pode influir negativamente no resultado da criação de frangos, poedeiras etc. Outro fator que deve ser levado em conta é o maior teor de ácido fítico, que interfere na absorção de outros minerais, até mesmo o zinco. Experimentos realizados por D. L. Zanoto, J. V. Ludke, A. L. Guidoni, P. C. Gomes, P. A. R. Brum e L. C. Ajala com 90 suínos machos e fêmeas, na fase de crescimento e engorda, utilizaram farelo de canola em substituição ao de soja na dieta. A substituição foi de 20%, 40%, 60% e 80%. Os suínos iniciaram o teste com média de 25,8 quilos e foram abatidos com 102,6 quilos. O melhor resultado foi a substituição de 40%. Taxas superiores a esse nível ocasionaram desempenho mais modesto. Sugere-se para dietas de frangos de corte, nas fases de crescimento e engorda, índice inferior a 10%.

7.1. Canola/colza (*Brassica napus*)

Farelo (solvente) é o produto obtido das sementes de canola após a extração do óleo por solvente e moagem. O fabricante deve indicar o teor máximo de ácido erúico.

TABELA 7
Parâmetros de qualidade

Parâmetros	Unidade	Níveis
Umidade (máximo)	%	12,00
Proteína bruta (mínimo)	%	35,00
Extrato etéreo (mínimo)	%	1,00
Fibra bruta (máximo)	%	15,00
Matéria mineral (máximo)	%	7,00
Cálcio (máximo)	%	0,60
Fósforo (mínimo)	%	0,80
Glucosinolato (máximo)	Micromoles/g	30,00
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00

Fonte: *Compêndio brasileiro de alimentação animal*.

8. COCO

O coco (*Cocos nucifera L.*) foi introduzido no Brasil em 1553 pelos portugueses e sua cultura hoje assume papel importante, especialmente na economia do Nordeste, principal produtor do país. Essa cultura é responsável por fornecer empregos, renda e alimentação para milhares de pessoas, além recuperar áreas degradadas em decorrência do desmatamento em algumas regiões costeiras nordestinas, em pleno estado de degradação. Atualmente, outras regiões do país, como o Norte e o Sudeste, também produzem coco em maior escala e com melhor tecnologia, utilizando variedades de maior produtividade. A produção de coco no Brasil passa de 1,5 bilhão de frutos anualmente, número que aumenta a cada ano em virtude do crescente consumo. O coco apresenta vários subprodutos: a água, para consumo *in natura*; o leite, utilizado na culinária; o coco ralado desidratado, utilizado em confeitaria e padaria; as fibras, para artesanatos e agricultura; e, finalmente, o farelo (copra), utilizado na nutrição de frangos, poedeiras, suínos e bovinos principalmente.

8.1. Farelo de coco

É o produto obtido da polpa seca do coco após a extração e moagem fina. A extração pode ser feita por processo mecânico (*expeller*) ou por extração por solventes. Esse ingrediente tem coloração marrom-clara, com partículas mais escuras provenientes das cascas. No Nordeste, onde a produção é maior, esse ingrediente é utilizado na alimentação de animais, substituindo parcialmente os proteicos, como o farelo de soja, e os energéticos, como o milho e o sorgo. A composição química média do farelo de coco com 90% de matéria seca é 21,85% de proteína bruta; 13,90% de fibra bruta; 3,5% de extrato etéreo; 0,18% de cálcio; 0,61% de fósforo total; 0,20% de fósforo disponível; 1.921 kcal/kg de energia metabolizável para aves; 3.030 kcal/kg de energia digestível para suínos; e 1.866 kcal/kg de energia líquida para suínos. Tem níveis de aminoácidos relativamente baixos, principalmente os sulfurados, com 0,62% de metionina + cistina. (Fonte: *Tabelas brasileiras para aves e suínos*.)

Foram feitos alguns experimentos com o emprego do farelo de coco nas dietas: Pezzato et al. obtiveram bons resultados com a alimentação de tilápia-do-nylo com a inclusão de 30% de farelo de coco na dieta. Guerreiro et al. (1980), em experimento, verificaram que a inclusão de 10% do farelo na dieta de alevinos de tilápia-do-nylo resultou em conversão igual ao tratamento-controle.

Os fatores negativos são o excesso de fibras e menor nível de aminoácidos, que devem ser, portanto, adicionados às dietas. A inclusão máxima desse ingrediente para frangos e suínos é de cerca de 5%. Trata-se também de uma boa opção para bovinos, principalmente na época de seca. A torta de coco, em virtude do alto percentual de gordura, rancifica com maior facilidade e apresenta odor desagradável, diminuindo assim sua palatabilidade.

9. GIRASSOL

O girassol pertence à família *Asteraceae* do gênero *Helianthus L.*, espécie *Helianthus annuus*. O girassol é originário da América do Norte e América Central, cultivado pelos povos indígenas para alimentação e, segundo dados, essa planta foi domesticada por volta

*Girassol.*

de 1000 a.C. Hoje, é cultivado em várias partes do mundo, principalmente na Rússia, na Hungria, nos Estados Unidos e na Argentina, que vêm se destacando como um dos maiores produtores mundiais. No Brasil a cultura está se expandindo bastante, principalmente na região Centro-Oeste. Essa planta foi introduzida na América do Sul no século XIX. A produção mundial de girassol vem crescendo bastante, principalmente para extração de óleo, de excelente qualidade, farelos e grãos para alimentação de pássaros. É uma planta que possui grande inflorescência do tipo capitulo, com 25 a 30 centímetros de diâmetro, e suas flores, polinizadas por insetos, dão origem aos frutos. A semente do girassol é do tipo aquênio, constituída pelo pericarpo, que é a casca e pelas sementes ou amêndoas. O número de aquênios pode chegar a mais de mil por capitulo e sua produtividade técnica está ao redor de 2.500 quilos de grãos por hectare, com prazo de maturação ao redor de 120 dias. Seu caule pode atingir até 3 metros de altura, sendo utilizado também para a produção de silagem de excelente valor nutritivo para ruminantes. O nome "girassol" foi dado à planta pelo heliotropismo, ou seja, a movimentação da planta em direção ao sol. O girassol é planta muito resistente ao frio e calor, tendo excelente capacidade de extrair água do solo e daí a sua resistência em períodos secos. Em média, para cada

100 quilos de grãos, de 40% a 45% se destinam à produção de óleo; 35%, para farelo e torta, e o restante dos grãos para pássaros, nutrição humana, na produção de biscoitos, tortas etc.

9.1. Usos do grão do girassol

- Produção de óleos comestíveis.
- Farelos e tortas para alimentação animal.
- Silagem da planta para nutrição de ruminantes.
- Alimentação de pássaros, principalmente psitacídeos.
- Produção de biodiesel.
- Elaboração de flores ornamentais.
- Cultivo para produção de mel e subprodutos.

9.2. Farelos de girassol

Existem dois processos para extração do óleo: a extração por solventes (hexano) e a frio (torta).

A extração por solvente é o produto obtido das sementes descascadas do girassol e do qual, após a extração do óleo e moagem fina, resulta o farelo solvente sem casca, que pode ser produzido: com 40% de proteína ou com 36% de proteína bruta, ambos indicados para todas as espécies animais. O farelo de girassol solvente com casca é o produto obtido das sementes de girassol após a extração de óleo por solventes e moagem fina. Resulta um produto com 28% de proteína bruta e maior percentual de fibras, ao redor de 25%, sendo indicado para equinos, caprinos e bovinos de corte e leite.

Do outro processo de extração a frio resulta a produção de torta de girassol, que é um produto com 20% de proteína e maior nível de extrato etéreo. Geralmente esse processo não é bastante tecnificado e pode apresentar muitas variações no conteúdo nutricional.

9.3. Semente de girassol

São grãos de girassol *in natura* ou moídos com 16,5% de proteína.



Farelo de girassol.

TABELA II
Especificações dos produtos do girassol

Parâmetros	Unidade	Sem casca		Com casca	Sementes
		40%	36%	28%	16,5%
Umidade (máximo)	%	12,00	12,00	12,00	10,00
Proteína bruta (mínimo)	%	40,00	36,00	28,00	18,50
Extrato etéreo (mínimo)	%	0,50	0,50	0,50	26,00
Fibra bruta (máximo)	%	16,00	20,00	25,00	32,00
Matéria mineral (máximo)	%	7,00	7,00	7,00	3,50
Cálcio (máximo)	%	0,50	0,50	0,50	0,30
Fósforo (mínimo)	%	0,80	0,80	0,80	0,60
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00	20,00	20,00

Fonte: *Compêndio brasileiro de nutrição animal*.

10. PRODUTOS LÁCTEOS

O leite é alimento necessário e indispensável para a fase inicial da vida de todos os animais. Os lácteos, também denominados "lacticínios", são os alimentos que incluem o leite e seus derivados devidamente processados. A maior parte dos alimentos processados para nutrição animal provém do leite de vaca, composto por água, 4,9% de lactose, 3,5% de proteínas, 3,7% de lipídeos (algumas raças de bovinos, como a Jersey, têm níveis elevados de lipídeos). Os produtos líquidos são direcionados principalmente aos bezerros, na forma de leite *in natura* ou de leite ou soro em pó, diluídos em água. Os produtos lácteos desidratados são utilizados nas rações de suínos nas fases pré-iniciais e iniciais ao redor de 6% a 10%, dependendo das especificações de cada alimento. O soro em pó é bastante aceito pelos produtores de rações, porém a capacidade de produção desse ingrediente ainda é pequena. Esse produto, com 12% de proteína, 4% de umidade, 0,75% de cálcio e 0,68% de fósforo disponível, tem sua proteína constituída principalmente por lactoalbumina e lactoglobulina e é indicado para todas as espécies animais, principalmente os suínos nas fases iniciais. Para nutrição animal, o leite em pó, tanto o integral como o desnatado, facilita o uso, a durabilidade e a armazenagem.

10.1. Processos de fabricação do leite e do soro em pó

No processo de fabricação, após o recebimento, o leite passa por aquecedores tubulares e vai para o concentrador, onde ocorre a evaporação de parte da água, o que faz restar 55% de umidade. Na etapa seguinte o leite é bombeado para a torre de secagem e pulverizado em seu interior contra um fluxo de ar quente, de cerca de 180°C. O ar quente, em contato com o leite pulverizado, absorve quase toda a umidade, transformando-o em pequenas partículas com baixo teor de umidade, que são impulsionadas às câmaras de secagem. A etapa seguinte consiste na separação da mistura ar/pó pelo sistema dos exaustores e o ar é retirado do pó pela força centrífuga através de equipamentos denominados ciclones. O leite em pó é enviado ao sistema de peneiras, que tem a finalidade de reter

as partículas maiores, para depois ser estocado em silos próprios e embalado para consumo.

O leite em pó integral contém 26% de gordura, 26% de proteína, 51% de lactose e 3,5% de umidade. O leite em pó desnatado possui 35% de proteína, 1,5% de gordura, 42% de lactose e 3,5% de água.

Fluxograma de produção de diversos produtos lácteos



11. MANDIOCA

A mandioca tem origem na região amazônica e é consumida pelos indígenas como alimento energético, por causa do alto teor de carboidratos de sua composição. Levada pelos europeus a várias partes do mundo, como fonte de alimentos para homens e animais e também destinado às indústrias, hoje é estudada como fonte de energia alternativa (biodiesel). A planta, em forma de arbusto, pertencente à família *Euphorbiaceae*, gênero *Manihot* e espécie *M. esculenta*, é conhecida como mandioca, aipim, macaxeira, maniva e maniveira, entre outros nomes. A produção brasileira de mandioca é de 26,6 milhões de toneladas (IBGE, 2009). Existem diversas variedades da planta, que se dividem em mandioca-doce, ou mansa, e mandioca-brava, amarga, ou venenosa, assim conhecida pela maior concentração de ácido

cianídrico em sua composição. O ácido cianídrico é venenoso, mas ele pode ser inativado por cozimento, secagem e torrefação. A mandioca-doce, ou mansa, é indicada para o uso culinário, e seu teor de ácido cianídrico não pode ultrapassar 50 miligramas da raiz fresca. A mandioca-brava, ou amarga, destinada à indústria, tem teor de ácido cianídrico superior e pode ultrapassar os 100 miligramas por quilo. No látex das raízes e do caule, a presença de um glicosídeo cianogênico, denominado "linamarina", em contato com enzimas digestivas, transforma esse látex em ácido cianídrico, com efeitos tóxicos.

11.1. Produtos e subprodutos da mandioca

Podemos destacar, para a nutrição animal, a mandioca integral, cortada em pedaços e secos, raspa integral ou farinha integral, raspa residual, após a retirada do amido, a folhagem triturada e seca ao sol, a silagem das folhas e ramas da mandioca etc. O uso da mandioca fresca e picada é comum na alimentação de ruminantes, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, pois é a maneira mais fácil e econômica, mas devem ser tomadas algumas precauções na sua manipulação.

11.1.1. Mandioca picada e seca

É importante que, após ser picada, deve secar ao sol, por um período mínimo de 24 horas, para que o princípio tóxico seja eliminado. Esse processo é o mais comum, e com menor custo, porém, dependendo das condições atmosféricas, como umidade do ar, chuvas e contaminações externas, a qualidade desse ingrediente é alterada. Pode ser utilizado o secador para esse processo, porém os custos tornam-se mais elevados.

11.1.2. Desidratação e secagem da parte aérea da planta (folhas e talos)

Esse processo é destinado a diminuir a umidade e aumentar a concentração de nutrientes, bem como reduzir o teor de ácido cianídrico a níveis seguros para alimentação de ruminantes. O processo consiste no corte das folhas e ramas mais tenras com a picadeira de forragens. Depois de triturado, o material é exposto ao sol em camadas e revolvido várias vezes ao dia. Depois de seco, pode ser armazenado ou oferecido aos animais.

11.1.3. Produção industrial de amidos de mandioca (fécula)

A fécula é o amido extraído das raízes da mandioca na forma de farinha. É uma farinha amilácea modificada através de fermentação natural, conhecida como polvilho, que pode ser classificado em doce ou azedo, de acordo com a acidez e a fermentação. Os teores de amido nas raízes de mandioca na base natural variam de 25% a 35%, dependendo da variedade da planta. O amido de mandioca é utilizado em fabricação de pães (misturado à farinha de trigo), confeitarias, confecção do pão de queijo, fabricação de papéis, indústria têxtil etc.

A produção do amido de mandioca é feita da seguinte forma: após o descarregamento das raízes, elas são lavadas e pré-descascadas num tambor giratório provido de fendas, por onde saem a terra e parte das cascas. A etapa seguinte consiste na retirada da casca, nos descascadores, que são equipamentos de forma cilíndrica dotados de pás giratórias, onde também recebem aspersão de água para complementar a limpeza. Depois de descascadas, as raízes passam por esteiras, onde são retiradas pedras e materiais lenhosos, e seguem para os picadores, que as cortam em pedaços de 3 a 5 centímetros. A principal etapa desse processo, que é a moagem, exige muito cuidado.

Existem dois tipos de amido no farelo: aquele que se encontra dentro das células e não foram suficientemente ralados, e o livre. Os dois tipos dependem do processo correto de moagem para serem recuperados. Na etapa seguinte, ou seja, na extração do amido, são utilizadas peneiras centrifugas de alta rotação. Nessa fase o amido ainda contém impurezas, que devem ser retiradas na fase de purificação, a que se seguem a desidratação, a secagem, a peneiragem e a embalagem. Após a produção do amido sobra a raspa de mandioca sem o amido, utilizada na alimentação de bovinos, caprinos e equinos, principalmente, como fontes de fibra.

11.1.4. Farelo de mandioca integral (farinha de mandioca)

É um dos principais subprodutos da mandioca e sua produção é muito simples. O processo deve se iniciar logo após a colheita, para evitar o escurecimento e a fermentação das raízes. Elas são lavadas, para retirada da terra, após o que se inicia o processo de descascamento. A retirada da casca elimina parcialmente as substâncias

tânicas, que escurecem a farinha, e também parte do ácido cianídrico presente nas entrecascas. Após o descascamento, o material é novamente lavado para a retirada das impurezas. A etapa seguinte consiste na ralação, cuja função é romper as células, liberar os grânulos de amido e permitir a homogeneização da farinha. Para reduzir a umidade da massa e o seu escurecimento, recorre-se à prensagem, que pode ser feita por prensas manuais ou hidráulicas. O suco resultante desse processo é denominado "manipueira", bastante tóxico e poluente. Uma tonelada de mandioca produz 300 litros de manipueira, que precisam ter tratamento especial para evitar contaminações ambientais. O processo seguinte é o esfarelamento e peneiragem, pois, ao sair da prensa, a massa está compacta, sendo necessária a sua descompactação através do esfarelador ou ralador. As partes grosseiras ficarão retidas e as finas seguirão para o próximo processo, que é a tostagem em fornos para eliminação do excesso de umidade e gelatinização parcial, de onde o produto sai com umidade entre 10% e 12%. Esse processo tem influência na qualidade final do produto, como cor, palatabilidade, aspecto e durabilidade. Os cuidados com armazenagem são também de grande importância para a conservação da farinha.

De acordo com o *Compêndio brasileiro de alimentação animal*, o **farelo de mandioca integral** é o produto seco obtido pelo processamento da raiz integral da mandioca e o **farelo de raspa de mandioca**, o produto seco, obtido após a extração do amido da mandioca.

O farelo integral de mandioca é utilizado nas rações de poedeiras, frangos de corte e suínos como ingrediente energético, em virtude do maior teor de amido. Os teores de proteína e aminoácidos são baixíssimos. A quantidade do farelo integral adicionado nas rações para frangos e suínos pode chegar a 25%. O uso do farelo de raspa de mandioca é reduzido por causa do alto teor de fibra, que se deve à retirada do amido.



Farelo de raspa de mandioca.

TABELA 9
Especificações dos farelos de mandioca

Parâmetros	Unidade	F. integral	F. de raspa
Umidade (máximo)	%	12,00	12,00
Proteína bruta (mínimo)	%	2,00	1,50
Extrato etéreo (mínimo)	%	0,30	0,30
Fibra bruta (máximo)	%	5,00	14,00
Matéria mineral (máximo)	%	3,00	2,00
Calcio (máximo)	%	0,20	0,30
Fósforo (mínimo)	%	0,03	0,02
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00
Amido (mínimo)	%	65,00	40,00
Ácido cianídrico	—	ausente	ausente

Fonte: *Compêndio brasileiro de alimentação animal.*

Fluxograma da produção de farinha de mandioca integral



12. MELAÇO DE CANA

Melaço de cana é o produto obtido durante a fabricação de açúcar da cana, apresentado na forma líquida ou desidratada (pó). O melaço é constituído de açúcares, alguns dos quais são bastante assimiláveis, como a frutose, a maltose e a sacarose, mas outros necessitam de mais tempo e ações enzimáticas mais intensas para a degradação. O melaço, por conter muito açúcar em sua composição, é uma fonte de energia muito palatável, principalmente para bovinos, porém pobre em proteínas, cuja quantidade gira em torno de 3%. De cor marrom-escuro, em forma de xarope, tem odor característico e muito agradável. Se misturado com alimentos grosseiros, como as variedades do capim-elefante, napier, fenos e outras palhadas, melhora sensivelmente a aceitabilidade por parte dos animais. Esse ingrediente também é utilizado para elaboração de silagens, incrementando a fermentação e as propriedades nutricionais. Em rações prontas para ruminantes, além de melhorar o aspecto e o odor do produto, minimiza o excesso de pó. O melaço líquido, com ureia adicionada, tem sido frequentemente utilizado em suplementos líquidos para bovinos de corte. Por conter excesso de potássio na composição, seu uso para monogástricos deve ser feito com cuidado, em pequeno percentual, pois pode provocar diarreias. Existem dois tipos de melaço para uso nas dietas dos animais: o líquido, com 26% de umidade, e o em pó, que sofre o processo industrial de desidratação e fica com a umidade ao redor de 7%. Para uso e armazenagem do melaço líquido, é necessário observar a quantidade de sólidos diluídos em água, verificados através do Grau Brix, que deve estar ao redor de 79,5°. Esse processo deve ser examinado pelo responsável pelo controle de qualidade durante o recebimento e armazenagem. O melaço pode ser utilizado nas rações como fontes de energia na proporção de 2% a 5%.

13. MAMONA

A mamona é uma planta da família *Euphorbiaceae*, do gênero *Ricinus* e espécie *R. communis*. Também é conhecida como carrapateira, ricino e bafureira. Provavelmente ela é originária da Ásia, chegou ao Brasil com os portugueses na época da colonização e foi plantada pelos escravos. A produção de mamona no Brasil é de 92.360 toneladas (IBGE, 2009). O principal produto que dela se obtém é o óleo, também chamado óleo de ricino, usado inicialmente na medicina humana como purgativo e atualmente na produção de biodiesel e na agricultura familiar, principalmente no Nordeste. O óleo de mamona tem característica singular, pois possui uma hidroxila (OH) ligada na cadeia de carbono que lhe confere alta viscosidade e solubilidade em álcool a baixa temperatura. A extração do óleo por solvente origina o farelo de mamona com 37% a 39% de proteína bruta, 8% de fibra bruta, 1,5% de extrato etéreo, 0,65% de cálcio e 1,0% de fósforo total. O farelo contém duas substâncias tóxicas, a ricina e a ricinina, e também o fator alergênico, que torna o ingrediente inadequado para a alimentação de monogástricos e restringe o uso na alimentação de bovinos após o processo de



Mamona.

destoxificação. Vários processos de destoxificação vêm sendo experimentados, porém sem muito sucesso e a alto custo. A obtenção de cultivares de mamona com baixo teor de ricina tem sido buscada através de melhoramento genético, mas ainda não se conseguiu nenhuma planta totalmente livre desse alcaloide, e, apesar do seu baixo nível, a destoxificação ainda é necessária. Nos Estados Unidos, o Departamento de Agricultura da Califórnia trabalha no desenvolvimento de mamoneira transgênica, na qual a síntese da ricina, da ricinina e do complexo alergênico CB-1A seja bloqueada, mas isso pode levar algum tempo. Para bovinos adultos, o uso do farelo de mamona, após a destoxificação, pode ser feito com proporção máxima de 7%, conforme estudo de alguns pesquisadores. O principal uso da torta de mamona em todo o mundo tem sido na adubação orgânica; e o óleo da mamona, por suas características, na produção de biodiesel, principalmente no Nordeste. O principal entrave à produção de biodiesel através do óleo da mamona é a competitividade com o óleo de soja, cuja produtividade é maior e o custo de produção, menor.

14. MILHETO

O milheto é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*, do gênero *Pennisetum*, e várias espécies, como *Pennisetum glaucum* e *Pennisetum americanum*, entre outras. É uma planta anual, de ciclo curto, porte ereto, alto, entre 2 e 3 metros, e florescimento ao redor de 60 dias, quando aparecem as panículas e conseqüentemente a formação dos grãos. Seu desenvolvimento é bastante rápido e vigoroso e as raízes podem atingir 2 metros de profundidade, servindo para descompactar o solo. É uma planta muito resistente à seca e às temperaturas mais altas, o que a torna ideal para plantio em regiões de pouca chuva e em terrenos arenosos. A plantação nas áreas de produção de soja, milho e algodão, principalmente, serve para a cobertura dos solos como biomassa em plantio direto. Com o melhoramento dessa planta, principalmente pela Embrapa e por produtores de sementes, o milheto também tem sido utilizado na produção de grãos com maior produtividade e excelentes níveis nutricionais. A variedade melhorada

também produz silagens de qualidade superior para ruminantes e plantio em piquetes para pastoreio direto e capineiras. A produtividade das variedades antigas é relativamente baixa, porém contribuiu para o melhoramento de novas variedades, como a ADR 300 e a ADR 500 e outras, cuja produtividade da massa verde, no ponto de dessecação, está ao redor de 45 toneladas por hectare.

Comparando as especificações de novas variedades com o sorgo de baixo tanino, o milheto tem nível nutricional superior a ele, principalmente em proteína e aminoácidos. Pode, então, fazer parte das dietas de todos os animais como um ingrediente alternativo de qualidade superior. Sua inclusão nos alimentos para frangos, poedeiras e suínos pode chegar a 60%. Os grãos do milheto são pequenos se comparados com os do sorgo, e seu emprego nas fábricas de rações causa problemas na moagem, como o uso de peneiras de menor calibre, o que resulta em menor produtividade nesse processo.

Com o melhoramento dessa planta, espera-se também maior uso desse ingrediente nas rações de aves e suínos, o que resultará em maior produtividade com menor custo.



RONALDO BARICHIEL

Plantação de milheto com paniculas e os grãos em maturação.

TABELA 10

Comparativo das especificações nutricionais de variedades de milho e sorgo

Especificações	Milho melhorado	Sorgo de baixo tanino
Umidade (%)	12,00	12,10
Proteína (%)	12,29	9,23
Extrato etéreo (%)	5,21	2,35
Fósforo (%)	0,26	0,26
Cálcio (%)	0,02	0,04
Fibra bruta (%)	2,80	2,23
Metionina (%)	0,25	0,15
Cistina (%)	0,20	0,17
Met+Cys (%)	0,45	0,32
Lisina (%)	0,33	0,20
Treonina (%)	0,44	0,31
Arginina (%)	0,60	0,36
Isoleucina (%)	0,53	0,37
Leucina (%)	1,20	1,20
Valina (%)	0,68	0,47
Histidina (%)	0,28	0,25
Fenilalanina (%)	0,63	0,51
Glicina (%)	0,38	0,35
Serina (%)	0,55	0,67
Prolina (%)	0,81	0,81
Alanina (%)	0,99	0,85
Ácido aspártico (%)	0,97	0,89
Ácido glutâmico (%)	2,53	2,31

Fonte: Horácio S. Rostagno.

15. POLPA CÍTRICA

Citrus sinensis (laranja); *Citrus reticulata* ou *deliciosa* (tangerina); *Citrus limon* (limão).

A citricultura é um dos mais importantes ramos do agronegócio do Brasil, com produção de 18,5 milhões de toneladas em 2009 (IBGE). O Brasil é o maior produtor da fruta, responsável por 30% da produção mundial. Cerca de 70% dessa produção é destinada à fabricação de sucos concentrados e 30%, consumida *in natura* ou em forma de outros sucos. Mais de 90% do suco concentrado é destinado à exportação, especialmente à Europa. As laranjas são analisadas, lavadas e selecionadas para extração do suco através de equipamentos de extração.

15.1. Produção da polpa cítrica peletizada (CPP)

Separadas do suco, dos bagaços, das cascas e das sementes, as polpas das laranjas são encaminhadas a silos próprios para garantir a não fermentação e a não proliferação de fungos e outros agentes contaminantes, que são triturados e recebem o óxido de cálcio (cal), para que o pH fique neutro, em torno de 7%. O processo seguinte consiste na secagem inicial, que é feita através de prensas, onde parte do líquido é retirada, e, posteriormente, a massa, levada aos secadores que operam com temperatura aproximada de 90°C. O produto resultante com a umidade de 11%, com baixíssimo peso específico, é encaminhado às peletizadoras para melhorar a densidade e as condições de armazenagem e transporte.

A polpa cítrica vem sendo utilizada há vários anos na alimentação animal, principalmente nos Estados Unidos e na Europa, como ingrediente de excelente valor biológico, energético, caracterizado pela alta digestibilidade. No Brasil, está sendo fornecida a bovinos de corte e de leite nas dietas e também como melhorador de silagens. Em pesquisas com novilhos fistulados, elaboraram-se várias dietas com diversos percentuais de polpa cítrica em substituição ao milho em até 40% da matéria seca do alimento. Comprovou-se que não houve nenhuma diferença. Pesquisadores confirmaram a rapidez da degradabilidade ruminal da CPP comparativamente com outros ingredientes e verificaram que a digestibilidade ruminal aparente em 24 horas foi de 79%, ao passo que a do milho laminado é de 75%.

Outra característica importante desse ingrediente é o alto teor de pectina, um carboidrato estrutural de alta degradação ruminal. Esse ingrediente está sendo utilizado também em menor escala em equinos, ovinos e frangas de postura em crescimento. Por causa do óleo da semente, de alto potencial odorífero, vacas leiteiras com consumo de CPP superior a 3 quilos por dia produziram leite com odor cítrico. Nos monogástricos, seu uso, principalmente nas fases de crescimento e engorda, é de cerca de 5%.

TABELA 11

Especificações nutricionais da polpa cítrica peletizada

Especificações	g/kg
Umidade	12,00
Proteína bruta	5,00
Extrato etéreo	1,50
Matéria mineral (máximo)	8,00
Fibra bruta	14,00
Aflatoxinas PPB (máximo)	20,00
Amido	0,25
Pectina	27,00

15.2. Características da CPP

A polpa cítrica contém péletes de coloração marrom-escuro, vítrea, com traços alaranjados.



Polpa cítrica.

16. SOJA

Um dos principais ingredientes da nutrição humana e animal é a soja. Ela pertence à família *Leguminosae* e ao gênero *Glycine*, que abrange cerca de quinze espécies. A espécie comercial chama-se *Glycine max*. Supõe-se que a antecessora selvagem tenha sido a *Glycine ussuriensis*, encontrada no nordeste da Ásia, especialmente nas margens do rio Amarelo, na China. Essa planta sofreu várias mutações por cruzamentos naturais com duas espécies selvagens. Segundo alguns autores, o período mais provável da sua domesticação ocorreu entre 1500 e 1020 a.C. Daí pode-se afirmar que muito antes de Cristo a soja já era utilizada como alimento pelos asiáticos. No final do século XIX, foram plantadas nos Estados Unidos variedades de soja cujo alto potencial despertou o interesse dos industriais de óleos daquele país. Pesquisadores americanos e canadenses fizeram pesquisas exaustivas com essa planta e obtiveram variedades de alto percentual de óleo nos grãos. Por causa das qualidades nutricionais e da possibilidade da colheita mecanizada, a cultura da soja alcançou uma fantástica expansão naquele país. Ao Brasil a soja chegou em 1881, trazida por Gustavo Dutra, então professor da Faculdade de Agronomia da Bahia. As sementes foram distribuídas ao Instituto Agrônomo de Campinas e a produtores rurais do Estado de São

RONALDO SAICHES



Soja.

Paulo. Nesse mesmo período houve o primeiro plantio da soja no Rio Grande do Sul, onde encontrou uma terra propícia para seu desenvolvimento. Desse Estado espalhou-se para as áreas de cerrados, principalmente em Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Hoje o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja. Estima-se que o Brasil aumente ainda mais a produção de soja, pela disponibilidade de novas áreas para plantio, ao contrário de outros países, como os Estados Unidos e a China, que não dispõem de áreas para plantio. Outro fator de crescimento é a produção em grandes áreas, principalmente na região de cerrados, com alta tecnologia e mecanização, resultando maior produtividade. Cultivares com maior produtividade e resistência às doenças são exaustivamente pesquisadas com grande sucesso por órgãos oficiais, universidades e companhias produtoras de sementes. Sistemas de transportes, por trens e por hidrovias, têm aumentado e influenciado a diminuição do custo de transportes. Assim, prevê-se um futuro promissor para a soja no Brasil.

16.1. Características nutricionais da soja

A soja é um ingrediente altamente proteico e com grande quantidade de óleo, o que a torna excelente fonte de energia, principalmente para aves e suínos. A proteína do grão de soja varia entre 35% e 37%, dependendo da região, do clima, da qualidade do solo etc. O teor de óleo é de aproximadamente 18%; fibra, 15%; e o restante é composto por açúcares, água etc. É rica em aminoácidos, principalmente lisina, imprescindível para o desenvolvimento dos animais. Os grãos, quando processados, resultam em farelos altamente proteicos e imprescindíveis para a nutrição animal. Nos alimentos de frangos de corte, o farelo de soja representa de 65% a 70% da proteína desse alimento. É também utilizado como fonte proteica em todas as espécies animais. Outros produtos que resultam do processamento dos grãos como fontes de energia são os farelos especiais, os óleos, a borra acidulada e a casca.

16.2. Fatores antinutricionais da soja sem processamento (crua)

A soja crua contém muitos fatores denominados "antinutricionais", que são altamente prejudiciais aos animais, principalmente os

monogástricos. Esses fatores são neutralizados por processo industrial altamente tecnificado. Após o correto processo, os produtos da soja tornam-se excelentes ingredientes, responsáveis pelo sucesso de toda a produção, como fontes de proteína, energia e fibras, principalmente. Os principais fatores antinutricionais da soja são:

- inibidores da quimiotripsina e tripsina (Kunitz e Bowman-Birk) ou inibidores da protease, que são compostos proteicos que inibem as enzimas pancreáticas, importantíssimas na digestão proteica, prejudicando assim o desenvolvimento dos animais. Com isso, o pâncreas, ao detectar menor concentração da tripsina no intestino delgado, aumenta a secreção dessa enzima, tornando-se bastante hipertrofiado;
- fatores alergênicos (glicinina e B conglucina), que reduzem também a absorção de nutrientes, como proteína e aminoácidos, causando efeitos graves nas microvilosidades intestinais, além de ocasionar problemas alérgicos;
- lectinas ou albuminas solúveis que interagem com as glicoproteínas nos glóbulos sanguíneos, provocando sua aglutinação. Também as lectinas combinam com as células da parede do intestino, prejudicando a absorção dos nutrientes;
- lipoxigenase e lipase, em combinação com ácido linoleico, podem ocasionar a oxidação e a rancificação da gordura do ingrediente;
- polissacarídeos não amídicos solúveis (PNAS), que reduzem o teor energético da soja. Essa ação pode ser minimizada através do uso de enzimas nos alimentos, causando a despolimerização e promovendo assim a melhor digestão dos polissacarídeos;
- ácido fítico, encontrado na soja, que reduz a absorção de zinco, cálcio, ferro e outros minerais. Por outro lado, o excesso de tostagem da soja ou superaquecimento, danifica as propriedades nutricionais desse ingrediente, causando a reação de Maillard (*Browning reaction*). Essa reação se dá quando, pelo excesso de tostagem, alguns açúcares complexam com os grupos de amina, como o aminoácido lisina, diminuindo consideravelmente a digestibilidade do ingrediente.

16.3. Mensuração dos fatores antinutricionais da soja

Existem vários métodos para mensurar os fatores antinutricionais da soja, entre os quais os mais comuns e apropriados são:

- **Atividade ureática ou índice de urease (variação Ph):** essa análise permite verificar a inativação da enzima urease, presente na soja crua ou mal processada, que é desativada pelo calor. No caso, o processo industrial é a tostagem e podemos verificar a qualidade desse processo pelo seguinte padrão analítico:

TABELA 12

Classificação	Atividade ureática
Muito boa	0,01 – 0,06
Boa	0,07 – 0,19
Regular	0,20 – 0,29
Ruim	acima de 0,29

Várias empresas de nutrição animal recebem os produtos da soja com ação ureática até 0,19. É aconselhável que o teste de solubilidade em KOH a 0,2% seja sempre acompanhado da análise do índice de atividade ureática (IAU).

- **A solubilidade em KOH:** o teste de solubilidade em KOH (hidróxido de potássio) a 0,2%, traz resultados em percentuais que nos informa:
 - aquecimento insuficiente, próximo de 90%;
 - aquecimento normal, 80% a 85%;
 - excesso de aquecimento, abaixo de 78%.
- **PDI:** ou índice de proteína dispersível em água, também tem sido usado para comprovação da qualidade do farelo.

16.4. Processamento da soja e seus produtos

Trata-se de item importante para a diferenciação dos produtos da soja e sua qualidade total, principalmente da desativação dos fatores antinutricionais.

A seguir, as etapas industriais para o processamento dos grãos de soja.

16.4.1. Classificação e secagem

Ao chegar à unidade processadora, a primeira fase consiste na classificação e verificação da umidade. No sistema de classificação são feitas as amostragens da carga, através da retirada de amostras por sonda pneumática, coletadas em vários pontos da carga. Num caminhão *truck*, são retiradas amostras em dez pontos diferentes. Essas amostras são homogeneizadas e enviadas para serem devidamente analisadas pelo classificador, que analisa:

- a impureza ou materiais estranhos, como pedaços de madeira, plástico, metais etc.;
- os ardidos, que, no caso, podem ser grãos inteiros ou pedaços, totalmente fermentados;
- e a qualidade dos grãos, que podem estar:
 - germinados ou apresentar sinais de brotação;
 - fermentados ou que, submetidos ao processo de fermentação, apresentam alterações na cor dos cotilédones;
 - danificados pela ação de insetos;
 - imaturos, chochos e mofados;
 - coloridos de verde, que interferem na coloração do óleo;
 - partidos e quebrados.

Caso a carga esteja de acordo com os padrões exigidos pelos processadores, com a umidade entre 10% e 12%, os grãos são direcionados à descarga, onde passam pela pré-limpeza e posteriormente encaminhados ao armazém. Se a umidade dos grãos de soja estiver superior a 12%, eles vão direto para a pré-limpeza, onde são retirados galhos secos, terras, plásticos, pedriscos, e depois enviados ao secador. As cascas são encaminhadas a silos específicos para posterior processamento.

Os pedaços de soja, ou quireras, de boa qualidade serão também processados para retirada do óleo. A temperatura do secador deve ser bem controlada, de acordo com a umidade da soja a ser processada. Para uma umidade de 13% a 14%, a temperatura do secador

deve estar entre 85°C e 90°C. Se a temperatura for excessiva, a soja poderá se tornar imprópria para o processamento. O ideal é que a soja saia do secador com a temperatura entre 10°C e 11°C.

16.4.2. Moagem

Após a saída dos silos, os grãos seguem para o ressecador para sair com a temperatura ao redor de 10,5°C a 11°C. Através de *redlers* específicos, a carga é direcionada às balanças para cálculos de produção e aos quebradores, que são rolos cilíndricos com estrias, que têm a função de quebrar os grãos de soja para facilitar a extração do óleo.

16.4.3. Condicionador

O processo seguinte é o cozimento da soja através do condicionador. Esse processo facilita a laminação e a extração do óleo. Em seguida, o *dehulling*, cujo objetivo é a separação das cascas, que serão encaminhadas para peletização, estocagem e carregamento. A soja separada das cascas irá para os laminadores, que são rolos cilíndricos e lisos que transformarão os pedaços dos grãos de soja em pequenas lâminas, para facilitar a extração do óleo. Os flocos de soja devem ter uma espessura de 0,20 a 0,35 milímetro.

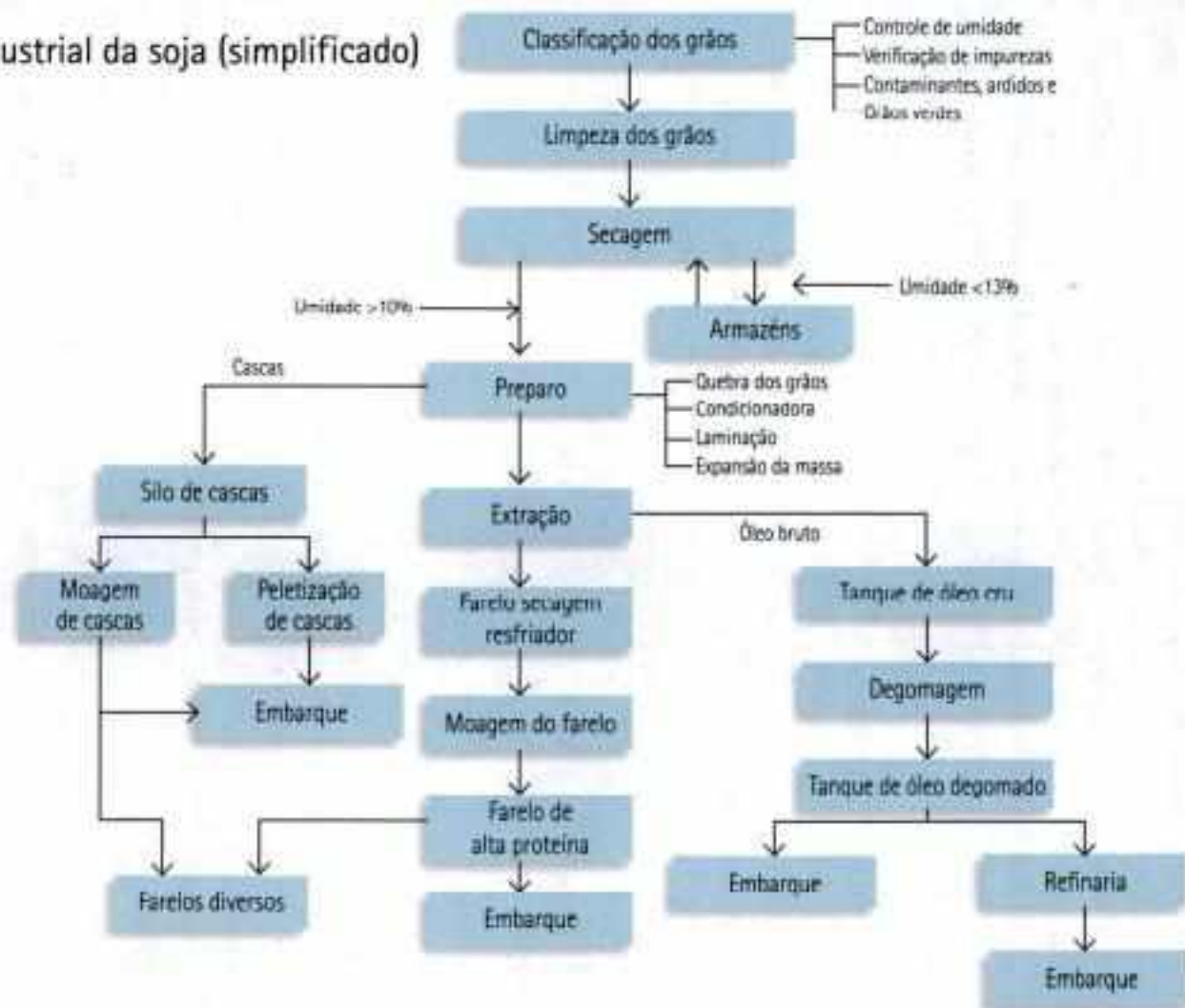
16.4.4. Extração do óleo

Para a extração do óleo da soja é utilizado um solvente apropriado, o hexano. A extração é feita em três etapas: a extração primária, a destilação e a dissolventização. Nessas etapas, em que se faz a lavagem dos flocos de soja com o hexano, através de aspersores, ocorrem a dissolução do óleo e a difusão, e o óleo contido nos bolsões passa para a miscela por osmose.

16.4.5. Tostador, dissolventizador

O farelo retirado do extrator segue para o tostador, a uma temperatura ao redor de 100°C, que elimina o hexano, os fungos e as bactérias. Através da tostagem diminui-se a ação ureática, tornando o farelo de altíssima qualidade para nutrição animal. Posteriormente o farelo é dirigido ao secador para adequar a umidade e daí para a peletizadora, para o resfriador e para o armazém, pronto para o carregamento a granel ou ensacamento.

Processo industrial da soja (simplificado)



16.4.6. Evaporador

Nessa etapa a miscela é transportada aos evaporadores para a retirada do hexano. O óleo extraído é o bruto, que é encaminhado para tanques especiais, onde passa pela hidratação dos fosfatídeos solúveis em água, e segue para a centrifugação, com a finalidade de separar o óleo das gomas, obtendo assim o óleo degomado. Para a retirada da lecitina do óleo o processo é a centrifugação e filtragem. Na refinaria o óleo degomado recebe tratamentos para neutralização da acidez e retirada das gomas mucilaginosas. Desse processo sobram o óleo neutro e a borra, que, acidulada, serve para nutrição animal como fonte de energia.

16.4.7. Extrusão

A extrusão da soja é realizada por uma máquina denominada extrusora. É um processo para o cozimento dos grãos através de temperatura controlada e alta pressão. Nesse processo ocorre um rompimento das paredes celulares dos grãos, originando melhor digestibilidade e aumento da energia metabolizável. O processo *STHT* (*short time high temperature*), ou seja, alta temperatura em pouco tempo de retenção, de 10 a 25 segundos, não destrói as qualidades nutricionais desse ingrediente. Esse processo, além de melhorar a qualidade nutricional, elimina fungos e bactérias e inativa os fatores antinutricionais.



Soja integral extrusada.

16.5. Produtos da soja para nutrição animal

A soja pode ser oferecida aos animais nas seguintes formas:

- **Grão integral de soja moído:** ou seja, sem o processo térmico.
- **Soja integral extrusada:** é o resultado do cozimento dos grãos da soja pela extrusora, a uma temperatura controlada e sob alta pressão. A extrusão da soja integral é dos processos mais eficientes para inativação dos fatores antinutricionais e para melhoria de sua digestibilidade.

TABELA 13
Parâmetros de qualidade – Soja extrusada

Parâmetros	Unidade	Grão integral de soja	Soja extrusada	F. semi-integral de soja
Umidade (máximo)	%	14,00	10,00	10,00
Proteína bruta (mínimo)	%	36,00	36,00	40,00
Extrato etéreo (mínimo)	%	20,00	20,00	10,00
Fibra bruta (máximo)	%	6,00	6,00	6,50
Matéria mineral (máximo)	%	5,50	5,50	6,00
Atividade ureática (máximo)	Var. PH	–	0,20	0,20
Solubilidade proteica em KOH 0,2% (mínimo)	%	–	80,00	80,00
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00	20,00

Fonte: *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*.

- **Proteína texturizada de soja:** consiste no produto de extrusão da farinha desengordurada de soja.
- **Proteína concentrada de soja ou concentrado proteico de soja:** é o produto de processo tecnológico que remove parcialmente os carboidratos dos grãos de soja com casca, após a extração de seu óleo.
- **Farelo semi-integral de soja:** é o produto obtido pelo tratamento térmico dos grãos de soja com a extração parcial do óleo por processo mecânico (*expeller*). Deve ser uniformemente desativado.
- **Casca de soja:** consiste na parte externa (película) do grão de soja e é obtida por separação no processamento para a extração do óleo.



REGIS REGIMARONALDO COLUCCI JR.

Casca de soja peletizada.

- **Óleo bruto de soja:** é o produto obtido da extração por solvente da soja que contém elevada quantidade de fosfatídeos (2% a 3,5%).
- **Óleo degomado de soja:** é o produto obtido do óleo bruto ou em após processamento de degomagem, que consiste em centrifugar o óleo bruto de soja para separação em duas partes: os insaponificáveis, constituídos de fosfolipídeos, que contêm lecitinas, cefalinas, lipositóis, tocoferóis, e o óleo degomado.
- **Borra acidulada de soja:** é o produto proveniente da refinação do óleo de soja, resultante da reação com soda, visando eliminar os ácidos graxos nele contidos. A borra saponificada em presença de um ácido forte (ácido sulfúrico) libera os ácidos graxos, formando a borra acidulada.
- **Lecitina de soja:** é o produto obtido do processamento de fosfolipídeos contidos na goma, destinado normalmente ao consumo humano.
- **Ácidos graxos:** consiste nos resíduos do processamento de óleos vegetais e/ou gorduras animais isolados ou em misturas obtidas após o processo de cisão, reação de hidrólise a determinadas condições de temperatura, pressão e excesso de água. Posteriormente, ocorre a destilação para separação e purificação do glicerol, que durante o processo deixa um resíduo de matéria graxa rejeitado por sua coloração escura, denominado "ácido graxo".
- **Farelos de soja solvente**
 - Com casca** (42%, 44%, 45% e 46% de proteína).
 - Sem casca** (47% e 48% de proteína)São produtos tostados, resultantes do processo de extração por solventes do óleo dos grãos de soja. Devem ser uniformemente processados. Existem dois tipos: o primeiro grupo, sem a retirada da casca; o segundo, com a retirada da casca ou *Hipro*. Todos os farelos solventes podem ser produzidos nas formas farelada ou peletizada.



INESIS REZINA

Farelo de soja solvente sem casca peletizado.



KONVALDO SÁNDORHES

Farelo de soja solvente com casca.

TABELA 14
Parâmetros de qualidade – Soja

Especificações	Unidade	Farelo de soja com casca				Farelo de soja sem casca		Proteína texturizada de soja	Proteína concentrada de soja	Casca de soja
		42	44	45	46	47	48			
Umidade (mínimo)	%	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	9,0	10,0	12,5
Proteína bruta (mínimo)	%	42,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	52,0	65,0	10,0
Extrato etéreo (mínimo)	%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,30	1,0	–
Solubilidade proteica KOH 0,2% (mínimo)	%	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	70,0	–	–
Ação ureática (máximo)	Var. Ph	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	–	–	1,0
Fibra bruta (máximo)	%	9,0	8,0	7,0	6,0	4,5	3,5	3,0	6,5	40,0
Matéria mineral (máximo)	%	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,5	6,0	7,0
Silica (máximo)	%	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	–	–	–
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Fonte: *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*.

17. SORGO

O sorgo é uma gramínea da família *Poaceae*, do gênero *Sorghum* (*Sorghum bicolor* L. Moench). De origem africana, é um cereal importante tanto para a nutrição humana como para a animal. Entre as variedades de sorgo existem o granífero, o forrageiro, o sacarino, o sorgo-vassoura, também utilizado para a cobertura do solo, em plantios diretos de soja, milho, algodão etc. O sorgo tem estrutura semelhante ao milho, com endosperma constituído na sua maioria por amido, com 25% a 30% de amilose e ao redor de 70% de amilopectina. É útil na produção de farinhas para panificação, produção de amido industrial, fabricação de álcool, nutrição animal como fonte energética, substituição do milho para a produção de silagens para ruminantes, cobertura do solo em plantio direto etc. A produção de sorgo em grãos no Brasil situa-se ao redor de 1,8 milhão de toneladas. Pelo fato de os grãos de sorgo não possuírem a proteção como a palhada que envolve o milho, eles se protegem através de compostos fenólicos, que servem de defesa química contra pássaros, doenças e outros competidores. Entre os compostos fenólicos destaca-se o tanino



ROYALDO SAMPELIS

Sorgo.

condensado, que tem ação antinutricional principalmente para os monogástricos. Segundo Paulo César Magalhães e Frederico O. M. Durães, da Embrapa, a presença do tanino no grão de sorgo depende da constituição genética do material. Caso os genótipos possuam os genes dominantes B1 e B2, esse sorgo é considerado com presença de tanino. O tanino está presente ou ausente no grão, pois, em análises laboratoriais, teores abaixo de 0,7% no grão são devidos a outros fenóis, não prejudiciais à dieta alimentar dos animais. Os vários compostos fenólicos presentes no sorgo podem afetar a cor, a aparência e a qualidade nutricional dos grãos. Esses compostos podem ser classificados em três grupos básicos: ácidos fenólicos, flavonoides e taninos. Os ácidos fenólicos são encontrados em todos os tipos de sorgo, ao passo que os flavonoides podem ser detectados em muitos, porém não em todo sorgo. O fenol conhecido como tanino encontra-se concentrado na testa da semente, que é um tecido altamente pigmentado, localizado logo abaixo do pericarpo. A presença da testa é fator determinante para a presença do tanino. O tanino existente no sorgo complexa com carboidratos, principalmente a proteína, afetando a digestibilidade e a palatabilidade pela alteração do sabor do sorgo, tornando-o bastante adstringente. Inúmeras análises realizadas na Universidade de Viçosa em diversas variedades de sorgo granífero, utilizando a metodologia de Folin-Denis, mostraram que os grãos



Sorgo.

TABELA 15

Composição química e valores energéticos do milho e do sorgo de baixo e alto tanino, para aves e suínos (matéria natural)

Nutrientes	Milho	Sorgo de baixo tanino
Umidade (%)	12,89	12,03
Proteína bruta (%)	8,26	9,23
Gordura (%)	3,61	3,00
FDN (%)	11,75	10,03
FDA%	3,54	5,90
Fibra bruta (%)	1,73	2,30
Cálcio (%)	0,03	0,03
Fósforo total (%)	0,24	0,26
Fósforo disponível (%)	0,08	0,09
Energia met. aves (kcal/kg)	3.381	3.192
Energia digest. suínos (kcal/kg)	3.460	3.348
Lisina (%)	0,24	0,20
Lisina digestível (%)	0,19	0,16
Metionina (%)	0,17	0,15
Metionina digestível (%)	0,15	0,13
Triptofano (%)	0,07	0,09
Triptofano digestível (%)	0,06	0,08
Treonina (%)	0,32	0,31
Treonina digestível (%)	0,27	0,25

Fonte: Horácio Santiago Rostagno et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos, 2005.

que contêm até 0,5% de tanino são considerados de "baixo tanino" e resultados superiores a 1%, de "alto tanino". Melhoramentos genéticos estão sendo produzidos nas cultivares de sorgo para reduzir o teor de tanino abaixo de 0,7%, e isso é importante para a maior utilização do sorgo na nutrição animal.

O sorgo tem algumas propriedades nutricionais semelhantes às do milho, porém é inferior em gordura, energia e alguns aminoácidos. Com preço inferior ao milho, o sorgo torna-se excelente ingrediente para a nutrição animal, podendo, nos alimentos, substituir total ou parcialmente o milho como fonte energética, desde que sejam ajustados os teores nutricionais com outros ingredientes.

17.1. Variedades do sorgo

Entre as opções de bom valor nutritivo, o sorgo pode ser utilizado tanto para a produção de grãos como de forragens para pastejo, ou na forma de silagens ou fenos. A silagem do sorgo apresenta valor nutritivo equiparado à silagem de milho e com a principal vantagem do menor custo de produção, uma vez que a produtividade do sorgo é superior à do milho. Temos algumas variedades direcionadas aos diversos tipos de utilização:

- **Sorgo granífero:** apresenta maior proporção de grãos – ao redor de 10 toneladas por hectare – e geralmente é de porte inferior aos sorgos forrageiros. Produz silagens de excelente valor nutritivo em razão da presença de grãos; porém, a produção de massa verde é baixa – cerca de 30 toneladas por hectare.
- **Sorgo forrageiro:** apresenta maior porte, portanto, produção de maior massa e é utilizado principalmente em silagens. Pode produzir de 30 a 60 toneladas por hectare de massa.
- **Sorgo duplo propósito:** produz silagem de valor semelhante à do milho em razão da elevada participação de grãos. A produção da matéria verde é, em média, 50 toneladas por hectare, no primeiro corte, e a produção da rebrota pode atingir até 50% da produção obtida no primeiro corte, se as condições de clima e solo forem favoráveis.

17.2. Colheita

A colheita do sorgo para produção de grãos é ponto importantíssimo para assegurar a qualidade desse ingrediente e deve ser realizada com a umidade dos grãos próxima a 18%. O correto manejo da colheita e armazenagem é fator importante para manter a qualidade dos grãos e evitar a proliferação de fungos. A época mais adequada para a colheita do sorgo para ensilar corresponde àquela em que os grãos estão no ponto pastoso-farináceo, o que coincide com teor de matéria seca em torno de 30%. Colheitas mais tardias resultam em redução do valor nutritivo e em perda dos grãos no campo.

18. TRIGO

O trigo é uma gramínea da família *Poaceae*, gênero *Triticum* L., cultivado em todo o mundo. Constitui a segunda maior cultura de cereais, ficando abaixo da produção do milho. Segundo alguns arqueólogos, o trigo é originário da Síria, da Turquia e do Iraque, e originalmente foi cultivado nas terras férteis do Oriente Médio. Inicialmente os grãos de trigo eram pequenos e podiam ser espalhados pelo vento, perpetuando a espécie. Hoje, devido ao melhoramento



Trigo.

genético que vem sendo executado há várias décadas, os grãos foram aumentando significativamente de tamanho a fim de produzir mais alimentos para homens e animais. A produção mundial de trigo atualmente é de cerca de 600 milhões de toneladas e os maiores produtores são a China, a Índia, a Rússia e os Estados Unidos. O Brasil produz em torno de 5 milhões de toneladas, quantidade insuficiente para o consumo interno, sendo necessária a importação de outros países. São dezenas de tipos geneticamente diferenciados, mas apenas três são produzidos comercialmente: o *Aestivum vulgare*, o *Turgidium durum* e o *Compactum*. O *Turgidium* é usado na produção de massas como o macarrão; o *Compactum*, com menor teor de glúten, é utilizado na fabricação de biscoitos; e o *Aestivum* é o de maior produção mundial, sendo empregado na panificação.

18.1. Classificação do trigo¹

As diferentes classes do trigo são utilizadas para fins distintos, como segue:

- **Trigo brando:** são os grãos de genótipos de trigo aptos para a produção de bolos, bolachas (biscoitos doces), produtos de confeitaria, pizzas e massa fresca do tipo caseiro.
- **Trigo pão:** são os grãos de genótipos de trigo com aptidão para a produção do tradicional pão francês. Esse trigo também pode ser utilizado para a produção de massas alimentícias secas, ou para uso doméstico, dependendo de suas características de força de glúten.
- **Trigo melhorador:** envolve os grãos com genótipos de trigo aptos para mesclas com grão de genótipo de trigo brando, para fins de panificação, produção de massas alimentícias e biscoitos e pães industriais.
- **Trigo durum:** especificamente os grãos da espécie *Triticum durum* L. são os grãos de genótipo de trigo para a produção de massas alimentícias secas do tipo italiano.

1. Fonte: Ricardo Messias Rossi e Marcos Fava Neves. *Estratégias para o trigo no Brasil - 2004*. São Paulo: Atlas, 2004.

- **Trigo para outros usos:** destinados à alimentação animal ou outro uso industrial. Envolvem os grãos de genótipos de trigo com qualquer valor de glúten, mas não enquadrados em nenhuma das outras classes.

Os grãos de trigo apresentam variedades no tamanho e na cor, possuem formato oval e extremidades arredondadas. Numa das extremidades encontra-se o gérmen e na outra, os cabelos finos. Ao longo do lado ventral nota-se uma reentrância, conhecida como "crease". A presença desse sulco é um fator que dificulta e particulariza o processo de moagem do trigo, uma vez que um processo simples de abrasão para a retirada da casca não é possível. O grão se divide praticamente em duas partes: o pericarpo e a semente.

A parte mais externa é o pericarpo, que recobre toda a semente e é composta por seis camadas: epiderme, hipoderme, remanescentes da parede celular ou células finas, células intermediárias, células cruzadas e células tubulares.²

A semente é formada pelo endosperma e pelo gérmen, que são recobertos por três camadas: testa (onde estão os pigmentos que dão cor ao grão), camada hialina e aleurona. Do ponto de vista botânico, a aleurona é parte do endosperma, mas no processo de moagem ela faz parte do farelo. Os constituintes químicos não se distribuem uniformemente pelo grão.

O pericarpo, com cerca de 5% do peso do grão, é rico em pentosanas, celulose, cinzas e proteína.

A aleurona, com 7% do peso do grão, é uma camada rica em cinzas, fósforo, proteína, lipídeos e vitaminas; principalmente niacina, riboflavina, e também em enzimas.

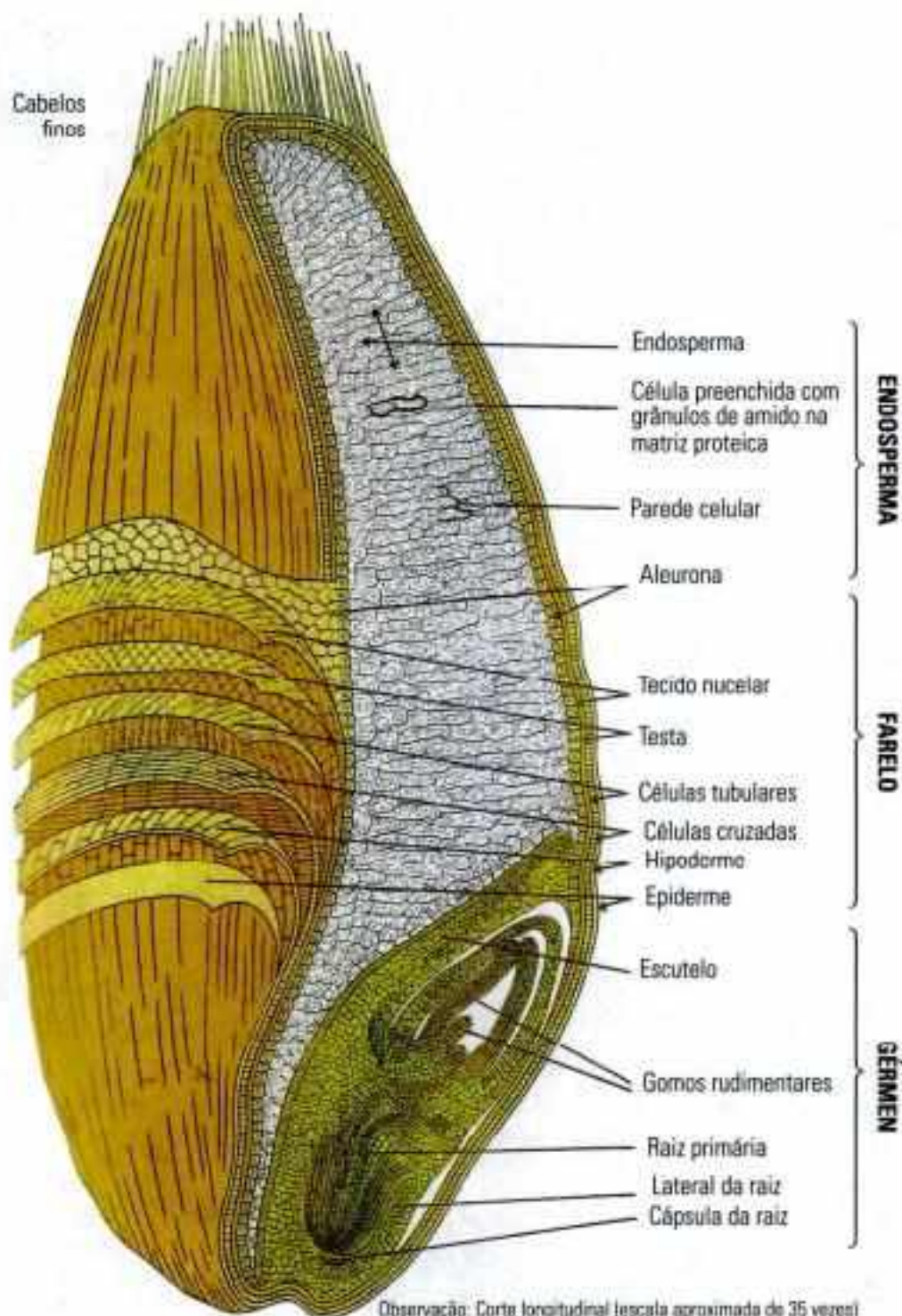
O endosperma, com cerca de 82% do peso, é composto basicamente de amido, mas sua parte mais externa, ou subaleurona, contém mais proteína que a porção interna.

O germen com 3% tem alto conteúdo de proteína, lipídeos, açúcares redutores e cinzas.

Na nutrição animal, o grão do trigo vem sendo utilizado como fonte de energia para aves e suínos, principalmente na Europa. No Brasil não era utilizado até há alguns anos devido ao alto custo desse

2. Fonte: Associação Brasileira de Indústria do Trigo (Abitrigo).

Estrutura do grão de trigo



Fonte: *Manual Embrop. CTAA.*

ingrediente e sua utilização se dava somente quando o trigo apresentava classificação inferior, com grãos pequenos, mal granados, chochos, denominado "triguilho", com menor nível nutricional. Com o aumento do preço do milho, o trigo começou a ser usado nas rações, porém com algumas restrições, como o alto teor de pentosanas, que causa problemas de viscosidade na digesta. O teor proteico tem variações entre 9% e 12%, porém a energia metabolizável para aves é inferior à do milho, ao redor de 10%. Por ser baixo em carotenoides, há necessidades do uso do glúten de milho ou o de pigmentantes para a coloração desejada da gema dos ovos ou da pele dos frangos. A inclusão do trigo nas rações iniciais de frangos de corte é ao redor de 10% e nas fases de crescimento e engorda, até 30%. Nos alimentos peletizados o trigo melhora a dureza dos peletes, pelo seu alto poder aglutinante.

18.2. Produtos do trigo

- **Trigo (*Triticum sp.*):** é o grão integral de trigo.
- **Farelo de trigo:** é o produto obtido do processamento do trigo, composto de pericarpo, partículas finas de germen e das demais camadas internas dos grãos e outros resíduos resultantes do processo industrial. Esse ingrediente é bastante utilizado para frangas de postura e reprodução, nas fases de crescimento,



Farelo de trigo.

para porcas em gestação e principalmente para ruminantes, por apresentar teor elevado de proteína degradada no rúmen e alta palatabilidade. A taxa de digestão da matéria seca é alta, tanto da proteína como da energia, melhorando sensivelmente a síntese microbiana, resultando em melhor produtividade dos animais. Proteína bruta de 14% a 15,5%, com 3,3% de gordura, 10% de fibra bruta, e com alto teor de fósforo total (aproximadamente 1%). Excelente também para a nutrição de equinos, coelhos, animais de laboratório, além de facilitar o processo de peletização e a qualidade dos peletes.

TABELA 16
Parâmetros de qualidade dos produtos do trigo

Parâmetros	Unidade	Grão integral de trigo	Farelo de trigo	Farelo de gérmen de trigo	Remoído de trigo	Triguilho
Umidade (máximo)	%	14,00	13,50	13,50	13,50	13,00
Proteína bruta (mínimo)	%	15,00	14,00	20,00	14,00	12,00
Extrato etéreo (mínimo)	%	1,00	3,00	5,00	5,50	1,00
Fibra bruta (máximo)	%	4,00	11,00	5,00	5,00	6,00
Matéria mineral (máximo)	%	2,00	6,00	5,00	4,00	4,00
Acidez (máximo)	mg NaOH/g	—	3,00	—	3,00	—
Peso hectolítrico (máximo)	kg/100 l	—	—	—	—	72,00
Aftatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00

Fonte: *Compêndio brasileiro de alimentação animal*.

- **Farelo de gérmen de trigo:** consiste no gérmen e outras partículas resultantes do processamento industrial do grão de trigo integral para a obtenção da farinha de trigo para consumo humano.

- **Remoído de trigo:** é o produto obtido do processamento do grão do trigo, constituído por uma mistura de farelo, gérmen e farinha de trigo.
- **Triguilho:** são grãos pouco desenvolvidos, mal granados ou chochos, resultantes de lotes cujo peso específico é menor que o mínimo exigido na moagem ou da classificação do trigo após a eliminação das impurezas.

19. TRITICALE

O triticale (*X Triticosecale Wittmack*) é um cereal de inverno, híbrido, resultado do cruzamento artificial do trigo (*Triticum aestivum* L.) com o Centeio (*Secale Cereale* L.). É uma planta de inverno, como o trigo, e cultivado principalmente na região Sul, parte do Sudeste e do Centro-Oeste. Ela é bastante resistente à seca, com adaptação a solos ácidos e a excesso de chuvas. Essa cultura vem sendo pesquisada no Brasil desde 1969 e a primeira cultivar foi lançada em 1985. É também muito pesquisada pela Embrapa e por outras instituições. A produção de triticale no Brasil, em 2009, foi de 148.434 toneladas e espera-se um aumento de 9,9% para a safra de 2010 (IBGE). O triticale é utilizado com vantagens na produção de forragens, tanto para cobertura dos solos como para alimentação de animais, principalmente na época de seca, quando o capim se torna escasso e com menor valor nutricional. Os grãos têm proteína ao redor de 14% e podem substituir o trigo e o milho nas dietas animais, principalmente dos monogástricos. Apesar de o sabor de pães, bolos e biscoitos feitos em triticale ser igual ao trigo, aquele ingrediente apresenta desvantagem pela coloração escura dos grãos, que interfere na aparência dos produtos elaborados. O glúten é de qualidade inferior e a produção de farinha, menor que a do trigo.

O triticale vem sendo estudado em dietas para animais. Experimento realizado na Embrapa, por Paulo Brun e colaboradores (2005), teve o objetivo de verificar os efeitos da substituição do milho pelo triticale em frangos de corte. Foram utilizados 1.560 pintos de corte, metade de cada sexo, criados a partir do primeiro dia de vida até o abate, aos 42 dias. As dietas foram isocalóricas e

isoproteicas e verificaram que é possível substituir o milho em até 75% sem afetar a performance das aves, porém com preço inferior ao do milho. Essa variação depende das especificações nutricionais de cada dieta. O tritcale pode apresentar maior presença de polissacarídeos não amiláceos, com teores variados, dependendo da cultura, do ano e das variedades cultivadas. A baixa capacidade dos monogástricos em digerir esses polissacarídeos indica a necessidade da suplementação correta de enzimas. Pesquisas demonstram que no tritcale ocorre a presença de inibidores da tripsina, e é notório que esses fatores antinutricionais, associados à maior presença de fibra bruta, interferem negativamente na assimilação por esses animais. O tratamento pelo calor apresenta efeitos altamente benéficos, pois, além de destruir esses fatores, disponibiliza mais os nutrientes.

TABELA 17

Grão integral de tritcale moído (parâmetros de qualidade)

Parâmetros	Unidade	—
Umidade (máximo)	%	13,00
Proteína bruta (mínimo)	%	14,00
Extrato etéreo (mínimo)	%	1,00
Fibra bruta (máximo)	%	6,00
Matéria mineral (máximo)	%	4,00
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00

Fonte: *Compêndio brasileiro de alimentação animal*.

20. ÁGUA

A água é fator vital para os seres vivos e também o maior constituinte do organismo animal. O percentual de água no organismo animal está ao redor de 70% a 75%; nas fases iniciais da vida, ele é um pouco maior, ao redor de 75% a 80%, diminuindo na fase adulta,

quando chega a 55%. No corpo animal, os teores de água, em diversos órgãos, variam muito: pulmões e fígado contêm 86% de água; sangue, 81%; coração, cérebro e músculos, 70%. Animais com excesso de gordura possuem menos água no organismo comparativamente com animais magros. Suínos na fase inicial contêm cerca de 80% de água no organismo e na fase final de engorda o percentual baixa para 50%. O decréscimo é marcante também nos gados e ovinos para corte e em outros animais. Por essa quantidade de água corporal e pelas funções que ela realiza no organismo animal pode-se afirmar que um animal resiste poucos dias sem água, mas pode suportar maior tempo com abstenção de alimentos sólidos. A privação de água nos animais de criação resulta na diminuição do consumo de rações, perturbações digestivas, baixa produção, alta conversão nutricional. A vaca leiteira sofre mais a ausência de água que a de outros nutrientes, pois ela requer muito mais água pela perda na produção de leite que outros animais de criação comercial.

20.1. Classificação de fontes de água no organismo

20.1.1. Água de bebida

É aquela que pode ser consumida por pessoas e animais sem o risco de adquirirem doenças ou serem contaminadas química ou biologicamente. Ela pode ser oferecida com ou sem tratamento, dependendo da qualidade do manancial. Deve ser límpida, incolor e inodora, com pH entre 6 e 8. Contaminações por bactérias, principalmente as enterobactérias, indicam a necessidade de tratamento da água e o tipo de tratamento pode ser desde uma simples desinfecção até um tratamento mais complexo, com instalações e materiais adequados. A água pode conter sal em quantidade normal ou excessiva: com concentração inferior a 1.000 ppm, pode ser consumida com segurança; com concentração de 1.000 ppm a 5.000 ppm, os animais não acostumados com maior nível de sal na água podem recusá-la; ou, caso a consumam, podem sofrer diarreia. Para bovinos de leite e de corte, o nível de sal na água pode ser superior à concentração de 7.000 ppm, mas não indicada para esses mesmos animais em período de gestação.

O tratamento da água de bebida é feito em etapas, e visa reduzir a concentração de poluentes até o ponto de torná-la potável e segura para o consumo, e não oferecer riscos à saúde.

TABELA 18

Concentração máxima de contaminantes minerais na água de bebida

Elementos minerais	Concentração máxima, ppm
Arsênico	0,20
Bário	Não estabelecido
Cádmio	0,05
Cromo	1,00
Cobalto	1,00
Cobre	0,50
Cianeto	Não estabelecido
Fluór	2,00
Chumbo	0,10
Mercúrio	0,01
Níquel	1,00
Nitratos	100,0
Nitritos	10,0
Vanádio	0,10
Zinco	25,0

Fonte: D. Ankerman e L. Petersen. *Feed analysis and livestock feeding guide*, 1980

20.1.2. Água metabólica

É a denominação dada à água que se produz no organismo animal pela oxidação do hidrogênio presente nos carboidratos, lipídeos e proteínas. Pela oxidação de 100 gramas de carboidratos, como a glicose, são produzidos 60 gramas de água metabólica. No caso dos lipídeos e proteínas, cada 100 gramas produz 107 e 42 gramas de água metabólica respectivamente. Isso representa parte da quantidade de água a ser ingerida pelos animais.

20.1.3. Água coloidal

É a contida nos alimentos. Alimentos colhidos e fornecidos aos animais antes da secagem possuem grande quantidade de água. O milho pode ter umidade superior, de 20% a 25%, no momento da colheita. Após a secagem o percentual de água chega ao redor de 12%. Alimentos consumidos verdes, como capins e leguminosas, contêm alto teor de água.

20.2. Funções da água no organismo animal

A água participa da maior parte das reações bioquímicas do organismo e sua ausência ou deficiência de consumo causa severas complicações a todos os seres vivos. As principais funções da água no organismo são:

- transporte de nutrientes para digestão e absorção;
- excreção dos resíduos;
- regulação da temperatura corpórea;
- reações enzimáticas na digestão e no metabolismo;
- secreção hormonal;
- manutenção do equilíbrio ácido-básico;
- manutenção da pressão osmótica dentro das células;
- constituinte básico de muitos fluidos corpóreos, que protegem e lubrificam principalmente as articulações (fluido sinovial);
- estar presente em outros fluidos como o amniótico, o auricular e o cerebroespinal.

As reações químicas e interconversões que ocorrem nos animais requerem determinada quantidade de água. As células são estruturas complexas de macromoléculas, organizadas para a oxidação do carbono e para liberar energia necessária à sobrevivência e produção dos animais. Oxigênio e carbono, elementos dos quais a energia é liberada, são carregados através dos tecidos, numa corrente de água que os transporta dos pulmões ou do aparelho digestivo às células. A água é expelida do organismo através da urina, das fezes, do suor, da lactação, e pelo trato respiratório, produtos considerados inúteis ao organismo. Os ruminantes perdem muita água pelas fezes e principalmente pela lactação. Outro processo de perda de água é pela respiração no caso de aves e suínos; por isso é importante manter a temperatura ambiente em níveis adequados e constantes.

20.3. Consumo de água

O consumo de água por ovelhas e suínos é geralmente 40% do consumo de matéria seca ingerida, e animais mais jovens consomem mais água que os de mais idade. Frangos de corte bebem 1,6 a duas vezes mais em relação à ração e esse volume cresce à medida que se verifica o aumento da temperatura ambiente, geralmente de 5% a 6% a cada 1°C de elevação. A tabela abaixo mostra a quantidade de água consumida por frangos de corte.

TABELA 19

Consumo de água por frangos de corte de acordo com a idade

Idade (em semanas)	Consumo diário (ml/frango)
1	2,00
2	69,00
3	104,00
4	145,00
5	179,00
6	214,00
7	250,00
8	266,00

Outras espécies animais, principalmente aquelas que estão em fase de lactação, gestação e trabalho, consomem mais água, e a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar são fatores importantes na ingestão de água pelos animais. Consumo demasiado pode ser indicio de enfermidades, problemas nutricionais, manejo etc.

Referências

- ABITRIGO. Associação Brasileira da Indústria do Trigo, 2009.
- ANDRIGUETO, J. M. et al. *Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos*. Nobel, 2006.
- BELLAVER, Cláudio e SNIZECK Jr., Pedro Wessi. "Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves". Congresso Brasileiro de Soja. Londrina: Eultrapa Soja, 1999.
- BERTECHINI, Antonio Gilberto. *Nutrição de monogástricos*. Editora da UFPA, 2006.
- BUTOLO, José Eduardo. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 2002.
- GILLESPIE, James R. *Animal nutrition and feeding*. Delmar Publisher, 1987.
- INTERNATIONAL GRAINS PROGRAM (IGP). *Grain processing sample cards book*. Department of Grain Science and Industry. Kansas State University.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. *Nutrição animal*. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1984.
- REGINA, Regis e SOLFERINI, Otávio. *Ingredientes da nutrição animal*. Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal (Clana), 2004.
- REGINA, Regis; LIMA, Gustavo J. M. M.; SCHMIDT, Alessandra; SILVA, Anália M. R.; e MORAES, Laerte. "Determinação do percentual das frações que compõem o milho comum e milho de alto óleo". 42ª Reunião Anual da SBZ. Goiânia, 2005.
- ROSTAGNO, Horácio Santiago et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2ª ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005.
- SINDERACÕES e MAPA. *Compêndio brasileiro de alimentação animal*, 2009.

2

O milho e sua qualidade na produção de dietas para aves e suínos

Regis Regina

Médico-veterinário

Gustavo J. M. M. de Lima

Engenheiro-agrônomo

Alfredo Navarro de Andrade

Engenheiro-agrônomo

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um cereal bem conhecido e cultivado praticamente em todo o mundo, devido às suas propriedades nutricionais, como ingrediente energético, e por causa da sua excelente produtividade. Suas diversas cultivares facilitam a adaptação em vários tipos de solo, altitude, clima, além da possibilidade de alterar suas propriedades para direcionar aos diversos tipos de utilização. Pertence à família *Poaceae* e ao gênero *Zea*. No Brasil, é o ingrediente mais produzido, chegando ao redor de 55 milhões de toneladas nas duas safras. Os grãos do milho são geralmente amarelos, mas há os brancos ou de outras colorações. Existem cinco tipos de milho: duro ou *flint*, dentado, farináceo, doce e pipoca. O milho é sem dúvida o ingrediente mais utilizado na nutrição animal, e, em alguns alimentos, participa com mais de 70% da fórmula. É um alimento energético devido ao seu alto teor de amido (amilose e amilopectina) e pelo teor de óleo, ao redor de 3,5% no milho comum e 8% no de alto óleo. O grão do milho possui entre 7% e 9% de proteína bruta, distribuída, em maior parte, no endosperma, também denominada zeína, e, no embrião, a glutelina. A zeína, ao

RONALDO SANCHES



Milho.

contrário da glutelina, é proteína de baixo valor biológico e também de teores reduzidos de aminoácidos, principalmente lisina e triptofano. O maior valor nutricional desse ingrediente é como fonte de energia para todas as espécies animais. Estima-se que o consumo destinado à produção de rações seja: de 50% a 55% direcionados ao setor avícola; 30% a 35%, à suinocultura; 10%, a pecuária leiteira e de corte; e 5%, a outros animais. O percentual da produção do milho para a nutrição humana e para a indústria no Brasil ainda é baixo e não chega a 15%. Para nutrição humana o milho é utilizado na forma de fubá, farinhas torradas, bolos e doces, glucose, óleos comestíveis e centenas de outros produtos. O amido de milho é bastante empregado nas fabricas de papéis, em tintas, combustíveis etc.

O grão do milho é formado por quatro estruturas: o endosperma, o pericarpo, que é a casca, o gérmen e a ponta. O endosperma é constituído por amido em forma de grânulos e abriga a proteína (zeína). O endosperma representa de 80% a 85% do grão e é classificado em dois tipos: vitreo e farináceo. No endosperma encontram-se os pigmentos carotenoides (zeaxantina, luteína, alfa e beta-carotenos e outros), que são responsáveis pela cor do milho e pela pigmentação da pele das aves e da gema do ovo. O gérmen representa de 10% a 13% dos grãos de milho, concentrando 95% dos lipídeos do milho. O pericarpo é uma camada de células que protege a estrutura dos grãos contra umidade, insetos etc. Por fim, a ponta, que é a conexão do grão com o sabugo.

Algumas variedades de milho, como o milho de alto óleo, com altos níveis de óleo e menores proporções de carboidratos, possuem maior energia, em virtude de a quantidade de calorias do óleo ser 2,25 vezes maior que a dos carboidratos. Em testes com frangos de corte de 8 a 22 dias, concluiu-se que os animais apresentaram ganho de peso e pigmentação da pele quando comparados com aves alimentadas com milho convencional. A maior pigmentação da pele surgiu em consequência dos maiores níveis de carotenoides nos milhos de alto óleo (Regina e Solferini, 2004). Comparativos de moagem entre milho de alto óleo e convencional comprovaram que o primeiro tem produtividade de moagem superior ao milho comum (Regina e Lima, 2007).

1. PRODUTOS DO MILHO (*ZEA MAYS*) PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Vários produtos do milho, segundo o *Compêndio brasileiro de alimentação animal*, são utilizados na nutrição animal.

- **Grão integral moído de milho:** consiste no grão de milho amarelo moído.
- **Degerminado ou canjica de milho:** é o produto obtido do milho integral após a remoção do gérmen e do tegumento.
- **Farelo de gérmen desengordurado de milho (solvente) por via seca:** produto obtido do gérmen do milho integral após a extração do óleo por solvente.
- **Farelo de pericarpo do milho:** consiste na película (pericarpo) do milho.
- **Milho integral extrusado/floculado:** é o produto obtido do milho integral após a extrusão.

FORMA DOS SANCHES



Milho extrusado.

- **Farelo de glúten 21 de milho:** é a parte fibrosa do grão de milho que sobra após a extração da maior parte do amido, do glúten e do gérmen, pelo processo empregado na produção do amido. Pode conter extrativos fermentados do milho e/ou farelo de milho.
- **Farelo de glúten 60 de milho:** é o produto obtido após a remoção da maior parte do amido, do gérmen e das porções fibrosas, pelo método de processamento úmido, da fabricação do amido e xarope de glicose, ou após o tratamento enzimático do endosperma. Contém *mazoferm* (água de maceração) seco, em proporções variadas.
- **Amido de milho:** produto obtido da industrialização de milho por via úmida. É fonte energética, veículo para aditivos e melhorador do processo de extrusão.

1.1. Processo de produção de glúten 21 (simplificado)

Após recebimento do milho na fábrica, é verificada sua qualidade e faz-se a classificação, incluindo umidade, impurezas, insetos etc. Caso aprovado o ingrediente, segue para a unidade de processamento, onde é macerado. Este milho permanece dentro da água por 35 horas, à temperatura inferior a 50°C, a fim de não gelatinizar o amido e o milho. Nessa etapa estará com umidade superior a 40%. O próximo passo é a retirada dessa água de maceração, que irá para recipiente específico, e o milho é direcionado para a área de moagem, onde passa por três moagens: a primeira, a mais grossa, tem a finalidade da retirada do gérmen, que sai praticamente integral; a segunda moagem é destinada à extração do restante do gérmen; e a terceira, mais fina, libera o amido do glúten e da fibra. O gérmen é separado e enviado à prensagem para retirar parte da umidade, após o que é direcionado à secagem, de onde sai com umidade ao redor de 6%. Depois de seco, o gérmen é direcionado às prensas mecânicas para extração do óleo. Durante o processo de moagem, depois de separado o gérmen, o produto restante é enviado para a lavagem de fibra em peneiras estáticas, que recebem uma solução de água, amido, glúten e fibra. A parte sólida (fibras) fica retida e segue para as prensas e o restante da solução, para as centrifugas,



Glúten 21.

que farão a separação do amido e do glúten. As fibras passam pela pré-secagem e recebem o líquido concentrado de proteína, que é a água de maceração. Passando por secadores rotativos, com a umidade de 45%, depois da secagem, a umidade fica ao redor de 11% – esse produto final é o glúten 21.

O glúten 21 é bastante utilizado nas rações animais com excelentes resultados como fonte de proteína e fibra.

1.2. Processo de produção de glúten 60 (simplificado)

Do restante da moagem anterior sobraram o glúten e o amido para serem separados. O amido corresponde a 70% da produção da fábrica e, quando separado nas centrifugas, vai para área de produtos acabados, como amido, ou modificados, como glicose ou maltodextrina. O glúten segue para o secador e, após esse processo, sai com umidade ao redor de 9%, sendo comercializado como glúten 60.

O glúten 60 é excelente fonte de proteína e aminoácidos, utilizado nos alimentos de frangos de corte, suínos, peixes, linha pet etc. Além das qualidades nutricionais, o glúten 60 é excelente pigmentante natural.



REVIS HERNANDEZ/ISTOCK/GETTY IMAGES

Glúten 60.

2. QUALIDADE DO MILHO NA PRODUÇÃO DE DIETAS PARA AVES E SUÍNOS

Existe uma grande tradição na produção e consumo de milho em todo o mundo, fazendo que essa cultura seja de fácil comercialização. No entanto, a qualidade de um lote de milho é heterogênea, uma vez que fatores como posição do grão na espiga, localização da planta que gerou essa espiga na lavoura, além de outras variáveis, como genética, condições de solo e clima, manuseio, processamento e armazenagem, mistura de lotes, entre outros, contribuem para as variações da qualidade final do ingrediente denominado milho. A análise proximal de forma isolada não é um bom parâmetro para classificar a qualidade nutricional do grão. Variações da digestibilidade das diferentes frações são observadas entre espécies e anos, resultando em diferentes desempenhos nos animais.

O milho, principal ingrediente das dietas de aves e suínos, apresenta grande variação na sua composição nutricional, sendo essa normalmente negligenciada. Também são observadas variações nos valores de energia utilizados por formuladores e obtidos por pesquisadores.

Pela importância do milho nos sistemas de produção animal, o bom senso nos leva a pensar que maior importância deve ser dada a esse cereal, tirando o máximo aproveitamento do seu valor nutricional. O objetivo deste capítulo é apresentar argumentos técnicos e econômicos para que profissionais e empresas possam adotar medidas que melhorem o valor nutricional do milho e práticas que aperfeiçoem sua qualidade.

3. VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO

A composição nutricional do milho varia em função do genótipo da semente, do tipo e nível de adubação empregada, da qualidade do solo, das condições climáticas de produção, além do ataque de insetos, fungos e outras pragas. Na prática, observa-se que os técnicos não fazem ajustes na matriz de composição nutricional do milho ao longo do tempo quando utilizam diferentes partidas do grão na formulação de dietas para aves e suínos. Essa atitude seria procedente se a composição do milho fosse constante, o que não ocorre.

Analisando 152 amostras de milho coletadas em diferentes propriedades do Rio Grande do Sul (tabela 1), verificaram grande variabilidade nos teores de óleo e aminoácidos.

Ao analisarem 56 híbridos comerciais de milho cultivados nas regiões de Chapecó e Campos Novos (SC), da safra 1999-2000, Lima et al. (2000) observaram variações nos teores de óleo entre 1,77% e 5,73%, com média de 3,62% (224%). Os resultados das análises de alguns parâmetros podem ser observados na tabela 2. Na Embrapa Suínos e Aves foi realizado grande número de análises e experimentos de digestibilidade com milho (a tabela 3, página 96, mostra um conjunto de dados com essas informações).

Schmidt et al. (2001) analisaram valores de composição química, em base de matéria natural, de 48 amostras de milho produzidas em dois ensaios realizados no Paraná. No primeiro ensaio a média do teor de óleo foi de 3,82%, a diferença entre os valores máximo e mínimo foi de cerca de 100% (2,48 x 4,80%). No segundo ensaio o teor

TABELA 1
Resultados de análises de milho
coletado no Rio Grande do Sul

	MS	PB	EE	Trp	Lys	Met	Thr
Média (%)	86,60	9,09	3,97	0,09	0,27	0,29	0,28
Mínimo (%)	76,96	6,83	2,45	0,05	0,25	0,26	0,17
Máximo (%)	93,91	12,33	5,29	0,14	0,28	0,31	0,40

Fonte: Lima et al., 2000.

Observação: Valores expressos em base natural.

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; Trp = triptofano; Lys = lisina;
 Met = metionina; Thr = treonina.

TABELA 2
Composição química e valor energético de amostras
de milho coletadas em Chapecó e em Campos Novos (SC),
na safra de 1999-2000 (dados em base seca)

	EE	PB	Trp	Lys	Met	Thr
Média (%)	5,13	10,90	0,09	0,26	0,31	0,30
Mínimo (%)	3,61	8,31	0,07	0,25	0,29	0,24
Máximo (%)	6,87	13,66	0,11	0,27	0,32	0,36

Fonte: Lima et al., 2000.

EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; Trp = triptofano; Lys = lisina;
 Met = metionina; Thr = treonina.

médio de óleo foi de 3,70%, com variação de 238% (1,41 x 4,77%). Nos dois estudos as variações de lisina e metionina não foram tão expressivas, e os valores de lisina variaram de 0,26% a 0,28% (8%) e os de metionina, entre 0,27% e 0,30% (10%).

A variabilidade da composição nutricional do milho, ou de qualquer outro grão, não é exclusividade das condições brasileiras. Nos anos de 1987, 1988 e 1989, Hurburgh (1994) avaliou o milho das regiões do Cinturão de Milho Oeste dos Estados Unidos (Iowa, Kansas, Minnesota, Missouri, Dakota do Norte, Nebraska,

Dakota do Sul) e do Cinturão de Milho Leste (Illinois, Indiana, Michigan, Ohio, Wisconsin). Os parâmetros analisados foram proteína bruta, óleo e amido. Em relação aos fatores de composição em nutrientes no cinturão do oeste, os valores de proteína bruta tiveram variação entre 5,5% e 10,9% (100%); os valores de óleo, entre 2,3% e 5,2% (100%); e os teores de amido, entre 56,4% e 62,8% (10%). No cinturão do leste os valores de proteína bruta variaram entre 4,8% e 10,5% (54%), enquanto a amplitude dos de óleo foi de 2,2% a 5,5% (100%) e dos de amido, de 55,8% a 64,2% (99%), sendo esses dados expressos em 84,5% de matéria seca. Segundo o autor, essa variabilidade foi economicamente significativa, pois cada unidade percentual (de qualquer um dos três fatores) teve um impacto teórico de 6 a 12 centavos de dólar por *bushel* (35,23 litros). Houve também alguma variação ao longo dos anos, porém ela não teve a mesma amplitude de variabilidade que a verificada entre diferentes regiões. Nos anos de 1987, 1988 e 1989, os teores de proteína bruta, óleo e amido foram, respectivamente, 8,3%, 3,3% e 59,8%; 8,0%, 3,6% e 60,2%; e 7,6%, 3,5% e 60,1%.

3.1. Fontes de variação

3.1.1. Genética

Os mutantes de milho opaco-2 e flourey-2, que são grãos com alterações na síntese de aminoácidos do grão, foram estudados por Nelson (1980). No caso do opaco-2, as proteínas do endosperma possuíam maiores teores de lisina que o milho comum. A mutação que originou a formação do flourey-2 resultou na produção de endosperma com maior teor de lisina e metionina. Nos dois casos, os teores de triptofano foram maiores em relação ao milho comum. Essas mudanças ocorreram devido à redução da síntese de zeína, fração da prolamina, do milho, que possui baixos teores de lisina, e um aumento das frações de globulina e de albumina, que são frações mais ricas em lisina que a prolamina. Além disso, houve aumento dos teores de aminoácidos livres. Outra mudança observada nesses grãos foi o maior embrião do milho opaco-2.

Nas tabelas 4 e 5 são apresentados os teores de aminoácidos e proteínas do milho normal e do milho opaco-2, podendo-se

observar a menor fração de prolamina e a maior porcentagem de albumina e globulina no milho opaco-2.

Os genótipos iniciais de milho opaco-2 possuíam muitas características negativas. O grão era mole, a produtividade, baixa, e possuía alta suscetibilidade a doenças e a danos mecânicos. Através de esquemas de cruzamentos e seleção recorrente, pesquisadores do Centro Internacional de Melhoramento de Milho (Cimmyt), no México, desenvolveram novos híbridos de milho chamados QPM (*quality protein maize*). Esses novos materiais genéticos tornaram-se viáveis pela melhoria dos seguintes itens: características dureza e densidade do grão, menor suscetibilidade aos fungos e insetos e maturidade antecipada (National Research Council, 1988). Na Embrapa Milho e Sorgo foi desenvolvido o BR-451, adaptado as condições brasileiras a partir de material genético oriundo do Cimmyt (Parentoni et al., 1989). Bellaver e Lima (1997) analisaram partidas de milho QPM e milho comum e obtiveram os resultados apresentados na tabela 6.

Outra característica que se tem buscado no melhoramento genético do milho são os grãos com altos teores de óleo. O óleo ocorre quase exclusivamente na porção do escutelo do gêmico. O conteúdo de óleo no grão é afetado pela posição do grão na espiga, podendo ser encontradas variações de 0,1% a 0,6% entre grãos da base, do meio e do topo da espiga, e as porções mais elevadas em óleo eram encontradas no meio dela. Esses grãos, além de possuírem mais óleo, costumam ser mais uniformes em tamanho se comparados aos grãos maiores da base, e os menores, aos do topo da espiga.

TABELA 3

Resultados de análises químicas e experimentos de digestibilidade com diferentes partidas de milho na Embrapa Suínos e Aves

Parâmetro	N	Média	Valor mínimo	Valor máximo	Desvio-padrão
Matéria seca (%)	489	87,68	82,69	91,97	1,75
Proteína bruta (%)	637	8,49	6,43	10,99	0,81
Óleo (%)	356	3,67	1,41	6,09	0,87
Cinza (%)	305	1,15	0,24	2,00	0,31
Fibra bruta (%)	362	2,25	1,10	3,48	0,43
FDA = Fibra em detergente ácido (%)	49	4,54	3,09	6,29	0,88
FDN = Fibra em detergente neutro (%)	45	14,41	8,12	25,10	3,64
Energia bruta (kcal/kg)	347	3,944	3,430	4,427	113
Energia digestível, suínos (kcal/kg)	21	3,472	3,211	3,567	94
Energia metabolizável, suínos (kcal/kg)	28	3,421	2,952	3,937	217
Energia metabolizável, aves (kcal/kg)	23	3,229	3,045	3,407	113
Energia met. verdadeira, aves (kcal/kg)	5	3,639	3,440	3,820	135
Ca = Cálcio (%)	273	0,04	0,01	1,05	0,08
P = Fósforo (%)	281	0,26	0,11	0,88	0,07
Mg = Magnésio (%)	23	0,10	0,08	0,12	0,01
K = Potássio (%)	10	0,35	0,30	0,41	0,03
Na = Sódio (%)	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu = Cobre (mg/kg)	47	4,65	0,91	19,39	3,72
Fe = Ferro (mg/kg)	43	58,67	22,46	182,30	32,19
Mn = Manganês (mg/kg)	44	7,34	1,10	20,00	3,27

Parâmetro	N	Média	Valor mínimo	Valor máximo	Desvio-padrão
Zn = Zinco (mg/kg)	47	27,39	13,93	151,88	20,21
Asp = Ácido aspártico (%)	94	0,54	0,43	0,70	0,06
Glu = Glutamina (%)	94	1,54	0,95	2,13	0,29
Ala = Alanina (%)	95	0,63	0,48	0,78	0,08
Arg = Arginina (%)	92	0,37	0,27	0,55	0,07
Cys = Cistina (%)	75	0,28	0,18	0,37	0,04
Fen = Fenilalanina (%)	90	0,40	0,24	0,56	0,07
Fen+Tir = Fenilalanina + Tirosina (%)	92	0,66	0,40	0,96	0,13
Gly = Glicina (%)	88	0,32	0,25	0,40	0,03
Gly+Ser = Glicina + Serina (%)	93	0,71	0,57	0,85	0,07
His = Histidina (%)	88	0,24	0,18	0,40	0,05
Iso = Isoleucina (%)	93	0,28	0,17	0,37	0,05
Leu = Leucina (%)	93	1,00	0,72	1,32	0,15
Lys = Lisina (%)	95	0,24	0,19	0,31	0,03
Met = Metionina (%)	74	0,21	0,14	0,27	0,04
Met+Cys = Metionina + Cistina (%)	75	0,48	0,32	0,62	0,08
Pro = Prolina (%)	93	0,81	0,54	1,13	0,13
Ser = Serina (%)	92	0,39	0,30	0,48	0,04
Tyr = Tirosina (%)	91	0,27	0,16	0,43	0,07
Thr = Treonina (%)	92	0,27	0,22	0,33	0,03
Trp = Triptofano (%)	119	0,05	0,02	0,14	0,02
Val = Valina (%)	92	0,37	0,23	0,49	0,07

Fonte: Embrapa.

Valores expressos em base natural.

N = número de amostras.

TABELA 4
Aminoácidos do endosperma de grãos de milho
expressos em gramas por 100 gramas de proteína bruta

Aminoácido, g/100 g de proteína bruta	Normal	Opaco-2
Lys = Lisina	1,6	3,7
Arg = Arginina	3,4	5,2
Asp = Ácido aspártico	7,0	10,8
Gly = Glicina	3,0	4,7
Trp = Triptofano	0,3	0,7
Pro = Prolina	8,6	8,6
Leu = Leucina	18,8	11,6
Ala = Alanina	10,1	7,2

Fonte: Nelson, 1976, citado por Nelson (1980).

TABELA 5
Frações proteicas do milho comum e do
opaco-2 expressas em porcentagem de proteína total

Fração (%)	Milho normal	Milho opaco
Albumina + globulina	5	17
Prolamina	47	23
Gluteína	35	50

Fonte: Jimenez, 1966, citado por Nelson, 1980.

TABELA 6

Diferenças de composição química e energética dos milhos QPM e comum

Item	Milho QPM	Milho comum
Matéria seca (%)	88,30	87,33
Proteína bruta (%)	7,71	9,67
Óleo (%)	4,45	4,18
Cinza (%)	0,58	1,29
Energia bruta (kcal/kg)	3.970	3.906
Energia metabolizável, suínos (kcal/kg)	3.565	3.361
Fibra bruta (%)	2,54	3,21
FDN = Fibra em detergente neutro (%)	16,86	34,67
Lys = Lisina (%)	0,33	0,23
Met+Cys = Metionina+Cistina (%)	0,48	0,49
Thr = Treonina (%)	0,29	0,30
Trp = Triptofano (%)	0,07	0,06

Fonte: Bellaver e Lima, 1997.

O teor de óleo é uma característica de alta herdabilidade. Na Universidade de Illinois, após 85 gerações de seleção para alto óleo e baixo óleo, foram obtidos valores de 20,4% para a seleção de altos teores de óleo e 0,3% para a de baixos teores de óleo. Constatou-se que o tamanho do germen e a porcentagem de óleo no germen aumentaram, mas o endosperma e o peso dos grãos diminuíram, bem como a produtividade. Dessa maneira foi possível aumentar a porcentagem de óleo no grão aumentando-se o tamanho do germen e reduzindo-se o tamanho do endosperma.

Em uma avaliação feita por Dale, citada por Bellaver e Lima (1997), foram analisadas 29 amostras de milho e observou-se variação nos teores de óleo de 1,3% a 2,9%, ajustado para 86% de matéria seca.

Maier e Briggs (1997) compilaram dados de análises de grãos recebidos durante os anos de 1996 e 1997 na Universidade de Purdue, nos Estados Unidos. Os autores avaliaram as médias dos resultados das

análises de óleo e não verificaram diferenças de um ano para outro. No entanto, quando se tomaram os híbridos como fonte única de variação, foram detectadas diferenças. Os híbridos com altos teores de óleo apresentaram valor médio de óleo, em base seca, de 7,1%, com amplitude de 4,0% a 7,2%. Os híbridos comuns obtiveram média de óleo de 4,7%, com valores mínimo e máximo de 4,3% e 5,3% respectivamente.

3.1.2. Adubação

Vasconcellos (1989) revisou a importância da adubação na qualidade do milho e mostrou a influência da adubação nitrogenada nos teores de proteína bruta. De maneira geral, o aumento da adubação nitrogenada proporciona elevação dos teores de proteína bruta, sendo esse crescimento relacionado ao aumento da zeína, que é uma proteína de baixo valor nutricional. A adubação nitrogenada também exerce influência no equilíbrio dos aminoácidos. O aumento dos teores de PB levou ao decréscimo da concentração de aminoácidos. Na tabela 7 são apresentados os valores dos coeficientes de determinação dos teores de aminoácidos em relação ao teor de proteína bruta.

TABELA 7

Relação entre teores de aminoácidos e de proteína total em grãos de milho

Aminoácidos	Valores dos coeficientes de determinação
Lys = Lisina	- 0,904**
Thr = Treonina	- 0,721**
Cys = Cistina	- 0,556*
Leu = Leucina	0,328
Val = Valina	- 0,546
Arg = Arginina	- 0,822**
Asp = Ácido aspártico	- 0,824**
Gly = Glicina	- 0,902**
Ser = Serina	0,352

Fonte: Keeney, 1970, citado por Vasconcellos (1989).

* = significativo a 5%.

** = significativo a 1%.

Outros fatores a serem observados na adubação nitrogenada são os teores de amônio (NH_4) e nitrato (NO_3). Murphy e Lewis (1987), citados por Vasconcellos (1989), verificaram alterações nos teores de aminoácidos na presença de NH_4 , NO_3 , ou no equilíbrio das duas formas de nitrogênio (tabela 8).

A adubação potássica aumenta a eficiência da adubação nitrogenada, melhorando a quantidade e a qualidade da proteína. Keeney (1970), citado por Vasconcellos (1989), comparou um grupo-controle, um grupo com adubação nitrogenada e um grupo com adubação nitrogenada e potássica. Os teores de proteína bruta e lisina foram de 7,0; 7,7 e 8,4% e 0,23; 0,25 e 0,26% respectivamente. Aumentos nas mesmas proporções foram observados para treonina, valina e leucina.

TABELA 8

Relação entre NH_4 e NO_3 e o teor de aminoácidos (N/ml) presentes no xilema do milho

Aminoácidos	Formas de N		
	NO_3	$\text{NO}_3 + \text{NH}_4$	NH_4
Asp = Ácido aspártico	1,30	2,86	11,82
Glu = Glutamina	3,03	13,75	5,58
Lys = Lisina	0,54	0,76	0,68

Fonte: Murphy e Lewis, 1987, citados por Vasconcellos, 1989.

3.1.3. Condições de ambiente

Cloninger et al. (1975) observaram diferenças nos teores de proteína bruta (9,8, 10,3 e 10,2% respectivamente) em grãos de milho plantados nos anos de 1969, 1970 e 1971. Os menores teores de proteína bruta em 1969 foram atribuídos a três períodos de seca durante aquele ano. Cada um desses períodos teve pelo menos quinze dias consecutivos com precipitações diárias menores que 0,6 milímetro.

A influência da temperatura nos teores de óleo foi observada por Thompson et al. (1973), que verificaram que os teores de óleo foram menores nas salas de vegetação onde as plantas foram produzidas, com maior temperatura, com exceção de um genótipo (tabela 9).

TABELA 9

Porcentagem de óleo no grão de milho de diferentes genótipos, em base seca, produzidos em cinco ambientes a temperaturas diferentes

Genótipo	Temperatura (°C dia/°C noite)				
	18/14	22/18	26/22	30/26	Não controlada
Pa 36	2,28	2,54	2,38	1,92	2,38
GE 82	2,61	2,22	3,66	3,01	4,13
70-242-5	5,05	5,19	5,58	4,00	5,31
Gasp-flint	5,30	5,36	5,17	4,92	4,01
Média	3,93	3,83	4,20	3,46	3,96

Fonte: Thompson et al., 1973.

Weller et al. (1989) avaliaram o efeito da umidade sobre a colheita no conteúdo de óleo no gérmen de grãos. Para umidade de 29,6%, 21,% e 17,2%, os teores de óleo do gérmen foram de 43,3%, 46,2% e 46,5%, respectivamente. Observou-se que os grãos colhidos com menores valores de umidade apresentaram maiores teores de óleo no gérmen.

Em outro estudo realizado em Purdue, por Maier e Watkins (1998), grãos de milho alto óleo foram secos a diferentes temperaturas (37,8°C; 60,0°C; 82,2°C e 104,4°C) e fornecidos a patos com a finalidade de analisar os teores de nitrogênio, matéria seca e energia nas fezes, não sendo verificada correlação entre temperatura de secagem e os três parâmetros mencionados.

Vilela (1988), citado por Santos e Mantovani (1997), coletou amostras de milho durante um ano, em intervalos de quatro meses, em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. O autor constatou que os teores de carboidratos solúveis decresceram de 73,30% para 29,25% no decorrer de doze meses de armazenamento, e esse resultado foi explicado pela provável preferência dos insetos pelo endosperma do grão rico em amido.

Maier e Reising (1999) avaliaram 299 amostras de milho provenientes de diferentes distritos do Estado de Indiana, nos Estados Unidos. As médias de proteína bruta, óleo e amido variaram para os diferentes anos de plantio e para os diferentes distritos.

Earle (1977) analisou dados dos teores de proteína bruta e óleo de milho norte-americano dos anos de 1907 a 1972. Constatou-se que nas épocas de maior produtividade houve decréscimo dos teores de proteína bruta dos grãos de milho. Porém, isso não se observou nas épocas em que houve maior uso de fertilizantes.

3.1.4. Infestação por insetos

Souza et al. (2000) avaliaram a composição química do milho com diferentes níveis de carunchamento (infestação por *Sitophilus zeamais*). Nas fases iniciais da infestação ocorreu redução do teor de extrato não nitrogenado pelo fato de o caruncho consumir preferencialmente o endosperma, rico em amido. Nos níveis mais elevados de infestação, os insetos atacaram também o embrião. Nesse estágio, os teores de proteína bruta e óleo foram reduzidos. Em relação à fibra bruta, pode ser observado na tabela 10 efeito linear positivo ao da infestação pelo caruncho sobre essa característica.

TABELA 10

Composição química do milho em diferentes níveis de carunchamento

Nível	Umidade (%)	PB (%)	FB (%)	EE (%)	ENN (%)	EB (kcal/kg)
5	12,57	8,37	1,82	3,42	71,88	3.945
10	12,48	9,25	1,80	3,50	71,07	3.965
15	12,52	9,36	1,83	3,48	70,88	3.951
20	12,36	9,88	1,82	3,60	70,45	3.970
25	12,67	9,70	1,85	3,62	70,29	3.943
30	12,50	9,54	1,89	3,57	70,58	3.893
35	12,12	9,22	2,02	3,77	70,93	3.893
40	11,97	9,12	2,13	3,68	71,10	3.900
45	11,82	9,20	2,22	3,45	71,39	3.888
50	11,90	8,92	2,20	3,40	71,54	3.874
100	11,83	8,45	2,24	3,30	72,08	3.891

Fonte: Souza et al., 2000.

PB = proteína bruta; FB = fibra bruta; EE = extrato etéreo;
ENN = extrativo não nitrogenado; EB = energia bruta.

Em outro estudo sobre os efeitos do caruncho na qualidade do milho, Castro et al. (1983), citados por Rostagno (1993), constataram queda de 0,22% para 0,18% do teor de metionina do grão quando houve contaminação por caruncho. Rostagno (1993) também citou que Tafuri et al. (1987) observaram variações nos teores de nutrientes do milho opaco-2 estocado por um ano e infectado pelo caruncho (tabela 11).

TABELA 11
Composição do milho opaco-2
com e sem o ataque de carunchos

Nutrientes, em base seca	Normal	Carunchado
PB = Proteína bruta (%)	9,75	10,26
EE = Extrato etéreo (%)	4,60	4,60
FB = Fibra bruta (%)	3,33	1,67
EB = Energia bruta (kcal/kg)	4.577	4.682
Met = Metionina (%)	0,138	0,078
Cys = Cistina (%)	0,126	0,156
Lys = Lisina (%)	0,367	0,401
Aminoácidos totais (%)	9,94	8,93

Fonte: Tafuri et al., 1987, citados por Rostagno (1993).

3.1.5. Energia das diferentes frações

Dale e Kackson (1994) conduziram uma série de ensaios para determinar o conteúdo de energia metabolizável de grãos de milho inteiros, quebrados e de materiais estranhos. Foram definidos os teores de proteína, umidade, fibra bruta, cinzas e extrato etéreo de cada fração. Foi observado que os valores de energia metabolizável dos grãos quebrados foi 2,5% menor, enquanto as matérias estranhas resultaram em valores 11% menores do que o correspondente aos grãos inteiros.

4. CORRELAÇÃO ENTRE OS NUTRIENTES DO MILHO

Dorsey-Redding et al. (1991) coletaram 378 amostras de híbridos de milho por dois anos (1987 e 1988). Foram avaliadas as correlações entre os parâmetros proteína bruta, óleo, amido, suscetibilidade à quebra, densidade, índice de absorção de água, dureza e peso de mil grãos. Conforme pode ser observado na tabela 12, amido e óleo obtiveram correlação positiva e maior que 0,50.

Parsons et al. (1998), avaliando a digestibilidade de aminoácidos em partidas de milho com diferentes teores de óleo (3,8%, 5,2%, 6,0%, 8,6%) em galos cecotomizados, observaram que as amostras com maiores teores de óleo (6,0% e 8,6%) apresentaram maior digestibilidade verdadeira para ácido aspártico, treonina, serina, glicina, prolina, alanina, valina, leucina, arginina, cistina e isoleucina. Na média, as amostras com maiores teores de óleo obtiveram diferença positiva de 10% para os valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. No mesmo experimento verificou-se que a disponibilidade de lisina e energia metabolizável verdadeira foi maior na amostra com maior teor de óleo. Ao avaliar os dados das análises bromatológicas das amostras de milho utilizadas, os autores verificaram que os teores de proteína bruta não se correlacionaram com os de óleo. Entretanto, os teores de lisina aumentaram (2,78%, 3,03%, 3,05%, 3,48%) conforme o aumento dos teores de óleo. Com esses resultados, os autores sugeriram a possibilidade de a proteína do gérmen apresentar melhor digestibilidade para aves. Também deduziu-se ser possível que o maior teor de óleo das amostras contribuiu para a maior disponibilidade dos aminoácidos.

TABELA 12

Coefficientes de correlação de parâmetros químicos e físicos de milho produzido nos anos de 1987 e 1988 respectivamente

	EE	PB	CHO	SQ	DS	IAA	DR
PB	0,16/SI						
CHO	0,58/0,48	-0,35/-0,44					
SQ	-0,16/SI	-0,42/-0,42	SI/SI				
DS	0,54/0,48	0,30/0,33	SI/-0,17	-0,15/SI			
IAA	SI/-0,34	-0,29/-0,18	0,21/SI	SI/-0,14	-0,30/-0,48		
DR	0,46/0,44	0,64/0,41	SI/-0,15	-0,23/-0,19	0,81/0,72	-0,32/-0,41	
P1000	-0,36/SI	SI/SI	-0,31/SI	SI/SI	-0,16/SI	SI/-0,26	SI/SI

Fonte: Dorsey-Redding et al., 1991.

Valores de análise química ajustados para 84,5% de matéria seca.

EE = Extrato etéreo; PB = Proteína bruta; CHO = Carboidratos; SQ = Suscetibilidade à quebra; DS = Densidade; IAA = Índice de absorção de água; DR = Dureza; SI = Sem informação.

Em pesquisa realizada na Embrapa Suínos e Aves (Lima et al., 2005; Passos et al., 2005), foram coletadas 1.021 amostras de milho (tabela 13), em diferentes regiões do Brasil, no ano de 1999. Essas amostras foram individualmente homogêneas e analisadas quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta e óleo através de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIR). Com base nesses resultados, as amostras foram classificadas por ordem de teor de extrato etéreo das quais oitenta foram selecionadas de maneira a representar toda a população original e analisadas quimicamente para óleo, proteína bruta, fibra bruta, cinza, matéria seca e aminoácidos, de acordo com metodologias recomendadas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995). Com base nos resultados obtidos, verificou-se que a grande maioria dos valores de correlação entre os nutrientes analisados foram baixos (tabela 14).

TABELA 13

Análise de espectrofotometria de reflectância de infravermelho próximo das 1.021 amostras de milho coletadas pela Embrapa Suínos e Aves

	Média	DP	Valor mínimo	Valor máximo
MS (%)	85,877	1,877	69,770	93,540
PB em base seca (%)	10,534	1,328	6,591	15,886
EE em base seca (%)	4,402	0,782	2,000	6,660

Fonte: Lima et al., 2006; Passos et al., 2006.

DP = Desvio-padrão; MS = Matéria seca; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo.

TABELA 14

Valores de correlações de Pearson entre parâmetros analisados de amostras de milho coletadas pela Embrapa Suínos e Aves

	PB	EE	FB	Lys	Met	Thr	Trp	Val
PB		0,40	0,08	0,05	0,51	0,43	- 0,31	0,60
EE	0,40		- 0,09	- 0,06	0,09	0,09	- 0,02	0,26
FB	0,08	- 0,09		0,03	0,05	- 0,12	- 0,20	0,10
Lys	0,05	- 0,06	0,03		0,17	0,34	- 0,13	0,62
Met	0,51	0,09	0,05	0,17		0,33	- 0,04	0,47
Thr	0,43	0,09	- 0,12	0,34	0,33		- 0,14	0,55
Trp	- 0,31	- 0,02	- 0,20	- 0,13	- 0,04	- 0,14		- 0,06
Val	0,60	0,26	0,10	0,62	0,47	0,55	- 0,06	

PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FB = Fibra bruta; Lys = Lisina; Met = Metionina; Thr = Treonina; Trp = Triptofano; Val = Valina.

5. FORMULAÇÃO DE DIETAS DE SUÍNOS DE ACORDO COM A COMPOSIÇÃO DO MILHO

Com base na composição química das oitenta amostras analisadas anteriormente, Passos et al. (2005) formularam dietas para suínos das fases de 7-17 kg (pré-inicial), 17-30 kg (inicial), 30-70 kg (crescimento), 70-100 kg de peso vivo (terminação), gestação e lactação. As formulações foram feitas para atender os níveis de energia metabolizável (EM), e os aminoácidos digestíveis lisina, metionina, treonina e triptofano. Para a dieta de gestação formulou-se também para fibra bruta. Das oitenta partidas de milho, doze foram descartadas durante a análise estatística por serem consideradas amostras discrepantes (*outliers*). No cálculo

TABELA 15

Modelos obtidos dos preços das dietas para suínos com base nos valores nutricionais de diferentes partidas de milho

Modelo	R ²	Pr > F
Lactação = 0,16953 - 0,04409×Trp - 0,01992×Lys - 0,00195×Thr - 0,00432×EE	0,9886	<0,0001
Gestação = 0,20364 - 0,00214×FB - 0,00280×FB* - 0,00383×Lys - 0,00400×EE	0,9987	<0,0001
Terminação = 0,15746 - 0,03286×Trp - 0,01594×Lys - 0,00304×Thr - 0,00318×Val - 0,00409×EE	0,9771	<0,0001
Crescimento = 0,17354 - 0,01296×Trp - 0,01438×Lys - 0,00557×Thr - 0,00433×Val - 0,00387×EE	0,9717	<0,0001
Inicial = 0,20744 - 0,02471×Trp - 0,01367×Lys - 0,00328×Thr - 0,00365×EE* - 0,00253×Val	0,9775	<0,0001
Pré-inicial = 0,56609 - 0,01271×Trp - 0,01041×Lys - 0,00346×Thr - 0,00307×Val - 0,00289×EE	0,9753	<0,0001

Trp = Triptofano digestível; Lys = Lisina digestível; Thr = Treonina digestível; Val = Valina digestível; EE = Extrato etéreo; FB = Fibra bruta.

dos valores de EM do milho, tomou-se como base o trabalho de Lima et al. (2001), no qual cada acréscimo de 1% de óleo na composição média do milho corresponde ao aumento de cerca de 50 kcal de energia metabolizável/quilo. Os preços dos ingredientes foram aqueles praticados em 18 de agosto de 2003 no Estado de Santa Catarina. Na tabela 15 são apresentados os modelos matemáticos que explicavam o custo das dietas para cada uma das fases estudadas de acordo com a composição nutricional do milho.

6. FORMULAÇÃO DE DIETAS DE FRANGOS DE ACORDO COM A COMPOSIÇÃO DO MILHO

Assim como no estudo anterior (Passos et al., 2005), utilizou-se a composição química das oitenta amostras de milho analisadas quimicamente para se estimar a influência sobre o custo das dietas de frangos de corte (Lima et al., 2005). Nove amostras foram descartadas por serem identificadas como dados discrepantes, e as médias e respectivas medidas de dispersão das amostras envolvidas na pesquisa são apresentadas na tabela 16. Para cálculo dos valores de EM do milho, adotou-se também que a variação de 1% de óleo no teor médio de óleo era equivalente a 50 kcal de energia metabolizável/quilo. Os preços dos ingredientes foram aqueles praticados em 2 de fevereiro de 2005 no Estado de São Paulo.

Na tabela 17 são apresentados os modelos matemáticos que explicavam o custo das dietas para cada uma das fases estudadas de acordo com a composição nutricional do milho.

TABELA 16

Médias e respectivas medidas de dispersão das análises químicas e estimativas de energia metabolizável e digestibilidade de aminoácidos de amostras de milho

Variável	N	Média	Valor mínimo	Valor máximo	Erro-padrão	Coefficiente de variação (%)
Matéria seca (%)	71	89,390	86,000	91,240	0,097	0,91
Proteína bruta (%)	71	10,499	7,705	13,065	0,180	14,48
Extrato etéreo (%)	71	4,381	2,875	5,850	0,078	15,00
Fibra bruta (%)	71	2,703	1,881	4,351	0,057	17,81
Cinza (%)	71	1,381	1,150	1,660	0,013	8,22
Energia metabolizável ¹ (kcal/kg)	71	3,297	3,229	3,362	3	0,89
Metionina (%)	71	0,445	0,321	0,720	0,009	17,07
Metionina digestível ² (%)	71	0,402	0,290	0,650	0,008	17,06
Lisina (%)	71	0,286	0,190	0,390	0,005	13,44
Lisina digestível (%)	71	0,231	0,153	0,315	0,004	13,43
Treonina (%)	71	0,584	0,390	0,940	0,014	19,89
Treonina digestível (%)	71	0,487	0,325	0,783	0,011	19,90
Triptofano (%)	71	0,095	0,072	0,145	0,002	18,79
Triptofano digestível (%)	71	0,075	0,057	0,115	0,002	18,69
Custo ração fase inicial (R\$/kg)	71	0,478	0,471	0,486	0,000	0,77
Custo ração fase crescimento (R\$/kg)	71	0,449	0,440	0,458	0,000	0,92
Custo ração fase final (R\$/kg)	71	0,425	0,416	0,434	0,001	0,98

1. Valores calculados com a presunção de que 1% de óleo acima da média corresponde ao incremento de 50 kcal de energia metabolizável.

2. Valores de digestibilidade calculados com base nas análises químicas realizadas por cromatografia líquida e nos coeficientes obtidos de frangos de corte, segundo a empresa Degussa (AminoDat 2.0).

O teor de óleo do milho foi o parâmetro que mais influência teve nos preços das dietas de frangos de corte, respondendo, sozinho, por mais de 80% do coeficiente de determinação dos modelos estimados. Semelhantemente ao verificado em suínos, à medida que o teor de óleo dos grãos aumentou ocorreu redução dos preços das dietas inicial, de crescimento e final, o que demonstra a grande importância desse parâmetro no custo de produção de frangos de corte. O teor de proteína bruta do milho foi importante apenas no custo das dietas iniciais, e não teve influência nas outras dietas. No estudo mais aprofundado dessa resposta, verificou-se que 75% do valor da proteína bruta foi explicado pelos aminoácidos digestíveis leucina, lisina, valina, triptofano e metionina.

TABELA 17

Modelos obtidos dos preços das dietas para frangos de corte com base nos valores nutricionais de diferentes partidas de milho

Modelo	R ²	Pr > F
Inicial = $0,51367 - 0,05048 \times \text{Lys} - 0,00008971 \times \text{PB} - 0,00521 \times \text{EE}$	0,9898	<0,0001
Crescimento = $0,48807 - 0,05531 \times \text{Lys} - 0,00596 \times \text{EE}$	0,9862	<0,0001
Final = $0,45998 - 0,05380 \times \text{Lys} - 0,00450 \times \text{Met} - 0,00334 \times \text{EE} - 0,00029801 \times \text{EE}^2$	0,9838	<0,0001

Lys = Lisina digestível; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; Met = Metionina digestível.

Song et al. (2003) observaram diferenças de energia metabolizável da ordem de 300 kcal quando comparam milho comum (3.300 kcal/kg) e milho alto óleo (3.600 kcal). Valores de digestibilidade do milho comum variaram de 87,4 a 99,3 enquanto para o milho alto óleo os valores ficaram entre 88,6 e 97,4 pelo método de determinação de N livre.

Analisando 26 amostras de milho amarelo de diferentes densidades (diferenças em *bushel*), livres de danos por insetos e fungos, foi avaliado o teor de proteína e energia metabolizável. Dale (1994) determinou a correlação positiva entre o peso de grão e o valor de energia metabolizável do milho, com um aumento de 6,9 kcal/kg

para cada aumento de 1 libra no peso de *bushel*. Não foi observado efeito do peso de *bushel* no teor de proteína.

Em ensaio de energia, Ertl e Dale (1997) confirmaram a variação nos valores de energia metabolizável entre híbridos comerciais de milho, com valores obtidos entre 3.888 e 4.024, base seca, no entanto, não foi observada diferença de energia entre o milho waxy e o milho comum. Os autores afirmam que não é necessário alterar os valores de energia quando se trabalha com variedades waxy, se não houver conhecimento de maior valor energético para um híbrido específico.

7. IMPORTÂNCIA DA TRANSGENIA PARA A OBTENÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO DE MELHOR QUALIDADE

A agricultura sustentável depende do desenvolvimento tecnológico, pois manter baixos níveis de uso de tecnologia no setor agrícola é condenar os países, como o Brasil, à pobreza e desprezar a enorme vantagem comparativa desse setor em relação aos seus principais competidores em uma economia globalizada.

É fundamental que as instituições de pesquisa possam gerar e adaptar tecnologia agropecuária de ponta, e o uso seguro da engenharia genética desempenhará papel de alta relevância no desenvolvimento sustentável da economia nacional, pelas novas possibilidades que traz, entre as quais a redução de custos de produção e de impactos ambientais no meio rural.

A relevância da tecnologia do DNA recombinante é importante para resistência a pragas e doenças, adaptação das variedades às condições ambientais adversas, bem como para agregação de valor nutricional e farmacêutico, o que pode contribuir para consolidar a posição de liderança do país na produção de grãos, fibras e oleaginosas em âmbito mundial.

O atual debate sobre o uso de plantas transgênicas está demasiadamente concentrado em alguns poucos produtos que chegaram ao mercado nos últimos anos, frutos da assim chamada

"primeira onda" da engenharia genética, caracterizada pela manutenção das características do produto convencional nos produtos transgênicos e nos seus derivados, com foco na eficiência produtiva.

A "segunda onda" se caracteriza pela oferta de produtos mais saudáveis ou de maior concentração de nutrientes.

No entanto, a maior revolução nos sistemas de produção agrícola virá com a "terceira onda", quando as plantas desempenharão o papel de biofabricas desenvolvidas para a produção de artigos de interesse para a indústria de medicamentos, de alimentos e de rações.

Em outras palavras, a polêmica atual em torno dos transgênicos não considera que a engenharia genética aplicada ao melhoramento vegetal já provoca enormes mudanças nos sistemas de agricultura, gerando alternativas criativas para o aumento de alimentos com segurança ambiental e redução dos custos. A competitividade do agronegócio presente e futuro estará, portanto, diretamente vinculada à capacidade de se incorporar tecnologias avançadas no processo de produção.

Todo esse desenvolvimento tecnológico, no entanto, deve ser calcado em sólidos princípios de segurança.

Outro aspecto relevante da questão dos transgênicos se refere à questão de que as informações do rótulo devem ser suficientes para fornecer aos consumidores o conhecimento necessário para sua escolha.

Existem poucos estudos publicados na literatura científica comparando milho transgênico com milho convencional não transgênico na alimentação de suínos. Entretanto, pesquisas desenvolvidas com frangos de corte têm demonstrado que não há efeito do tipo de milho sobre o desempenho das aves, em termos de ganho de peso, conversão alimentar, acúmulo de gordura e características de carcaça (Sidhu et al., 2000; Taylor et al., 2001). A seguir são apresentados diferentes tipos de milho transgênico estudados e o seu impacto sobre a criação de suínos.

7.1. Milho resistente a insetos

O milho Bt (proteína Cry1Ab, derivada da bactéria *Bacillus thuringiensis*, que ocorre naturalmente nos solos) foi lançado em meados da década de 1990 e apresenta como característica a proteção contra o ataque da lagarta do cartucho (Betz et al., 2000). Outro milho Bt (proteína Cry 3Bb1) foi desenvolvido para também conferir resistência à lagarta do cartucho e tem grande potencial para a redução do uso de inseticidas (Alston et al., 2002; Rice, 2004). As proteínas Cry, após uma única exposição, aderem-se a receptores específicos no trato digestivo de insetos suscetíveis e formam canais ion-seletivos nas membranas celulares (English e Slatin, 1992). As células se intumescem devido à entrada de água, ocasionando "lise celular", e os insetos param de comer e morrem (Knowles e Ellar, 1987).

Gaines et al. (2001), Piva et al. (2001), Weber e Richert (2001) e Taylor et al. (2003 a, b) demonstraram que o milho que contém a característica Bt (MON 810) apresenta composição de nutrientes e desempenho similar em suínos após o desmame, suínos em crescimento e terminação e frangos de corte, comparado ao milho similar não transgênico.

O milho YieldGard (MON 863) produz uma sequência de aminoácidos variante do tipo proteína Cry 3Bb1, que atua protegendo contra os danos causados pela lagarta do cartucho (*Diabrotica sp.*).

Hyun et al. (2005) conduziram dois estudos em locais diferentes para avaliar os efeitos de dietas com o milho YieldGard (MON 863) sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação. Em ambos os estudos, verificaram-se resultados similares ao milho YieldGard quando comparado ao seu genótipo equivalente não transgênico.

A reação de polimerase para DNA tem sido utilizada para diferenciar milho comum de milho geneticamente modificado (proteína Cry1Ab) e seus subprodutos (Matsuoka et al., 2000), mas informações sobre o destino do DNA recombinante após a ingestão são uma questão que tem preocupado os pesquisadores. Chowdhury et al. (2003) realizaram um estudo para determinar se a proteína Cry1Ab poderia ser detectada no conteúdo gastrointestinal de suínos alimentados com milho Bt11 ou seu equivalente não transgênico. Esses autores observaram que a maior parte do DNA de milho

comum e a proteína Cry1Ab são degradadas no trato gastrointestinal, mas fragmentos de DNA e da proteína Cry1Ab foram detectados quando se utilizaram as técnicas de PCR ou testes imunológicos. A proteína Cry1Ab não foi considerada prejudicial às células intestinais porque não há receptores específicos para ela e, do ponto de vista ambiental, a sua excreção pode ocorrer, mas em níveis muito desprezíveis. Além disso, *B. thuringiensis* e proteínas Cry estão presentes no solo (Mizuki et al., 1999). A toxina Bt liberada no solo proveniente de biomassa de milho Bt não é tóxica a minhocas, nematóides, protozoários, bactérias ou fungos (Saxena e Stotzky, 2001). Em estudos de campo, não foram verificados efeitos deletérios aos insetos benéficos alimentados com milho geneticamente modificado (Pilcher et al., 1997; Betz et al., 2000).

Santurio et al. (2001) verificaram a contaminação fúngica dos grãos e a possível contaminação de híbrido transgênico Bt ICP4 (proteína VIP 3) com micotoxinas em comparação com seu isogênico não transgênico. Nas amostras analisadas houve predominância do fungo *Fusarium*, e o híbrido não transgênico apresentou alta contaminação por fungos quando comparado ao transgênico. Nas avaliações de espigas perfuradas por insetos, houve 2,18 vezes mais contaminação do que nas amostras-padrão. O milho transgênico apresentou 279% menos contaminação por fungos do que o não transgênico. Não houve produção de micotoxinas em nenhum dos grupos avaliados. Os resultados sugeriram que os insetos são importantes na propagação de fungos nas espigas e a proteção conferida pela proteína expressa no milho Bt é um importante fator para evitar tal propagação.

7.2. Milho resistente ao glifosato

Culturas de plantas geneticamente modificadas oferecem aos produtores grande número de benefícios. Por exemplo, várias culturas – incluindo milho, soja, canola, algodão, trigo e beterraba – têm sido desenvolvidas para incluir o gene que confere tolerância ao glifosato (Padgett et al., 1995).

O uso de milho tolerante a herbicida, como o Roundup Ready, proporciona ao produtor de grãos um controle mais flexível e amplo de plantas daninhas pós-emergentes. O glifosato, substância

ativa do herbicida Roundup, é um dos herbicidas mais utilizados (Sidhu et al., 2000).

O milho Roundup Ready (evento GA21) foi desenvolvido para ser tolerante ao glifosato através da inserção de uma única proteína, a enzima modificada 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (mEPSPS) do milho. Posteriormente, uma segunda geração de milho Roundup Ready (evento nk603) foi desenvolvida. Esse material expressa a proteína CP4 EPSPS, que é derivada de *Agrobacterium sp.* (linhagem CP4). Tanto a proteína EPSPS como a CP4 são similares, do ponto de vista funcional, a enzimas de plantas selvagens EPSPS, com exceção de apresentarem uma afinidade muito menor ao glifosato (Lebrun et al., 1997).

Vários estudos demonstraram que o milho Roundup Ready tem equivalência em composição nutricional ao milho não transgênico isogênico (Stanisiewski et al., 2001; Taylor et al., 2001).

Hyun et al. (2004) conduziram dois estudos para avaliar o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação alimentados com dietas contendo milho Roundup Ready (evento nk603), um milho-controle não transgênico geneticamente, similar ao anterior, e dois tipos de milho não transgênicos comerciais. De maneira geral, os animais alimentados com o milho Roundup Ready (evento nk603) apresentaram desempenho e características de carcaça similares àqueles alimentados com qualquer das fontes de milho não transgênico.

7.3. Milho com maior teor de fósforo disponível

Uma das grandes ameaças à produção animal é o potencial poluente dos dejetos. Esse fato despertou a atenção dos pesquisadores, que têm utilizado várias tecnologias para minimizar essa ameaça (Bellaver et al., 1999; Lima et al., 1999; Marcato e Lima, 2005; Nones et al., 2002; Perdomo e Lima, 1998).

O fósforo é um nutriente essencial ao crescimento dos animais e também um dos elementos de maior potencial poluente, já que os alimentos vegetais apresentam a maior parte desse mineral na forma fítica, que possui baixa disponibilidade.

O milho, o ingrediente mais usado nas rações, apresenta menos de 15% do fósforo total disponível aos suínos (Cromwell, 1992).

Isso obriga à suplementação de fósforo com fontes de alta disponibilidade, como o fosfato bicálcico, para atender à exigência dos animais. Em países onde há uma pressão intensa para redução do poder poluente dos dejetos animais tem sido adicionada a enzima fitase para catalisar a disponibilização de fósforo fítico.

Recentemente, dois mutantes de milho com menor teor de ácido fítico foram desenvolvidos e apresentam 33% e 66% menos fósforo na forma fítica no grão, comparado ao milho comum. Esses híbridos são fenotipicamente iguais aos híbridos comuns, mas os grãos contêm menor quantidade de fósforo fítico no gérmen, com pouco efeito sobre o conteúdo total de fósforo. Esses grãos apresentam excelentes perspectivas de aplicação na alimentação animal para reduzir o poder poluente dos dejetos.

Spencer et al. (2000a) estudaram um milho geneticamente modificado com maior teor de fósforo disponível (0,28% P total e 0,10% de P fítico) em comparação com um milho comum (0,25% P total e 0,20% de P fítico). Esses autores determinaram a disponibilidade do fósforo, comparativamente ao fosfato monossódico, como sendo 62% e 9% para o milho com maior teor de fósforo disponível e para o milho comum, respectivamente. Os autores determinaram ainda uma redução de 37% na excreção de fósforo quando suínos de cerca de 20 kg receberam dietas com esse milho. Em um segundo estudo, Spencer et al. (2000b) observaram os mesmos resultados com suínos em crescimento e terminação.

A disponibilidade de fósforo para suínos no milho com menos fósforo fítico foi determinada por Veum et al. (2003) como sendo cerca de cinco vezes maior quando comparado ao milho comum.

7.4. Milho com alto teor de óleo e de lisina

Os híbridos de milho amarelo com alto nível de óleo vêm sendo estudados há décadas por melhoristas americanos, mas ganharam destaque apenas nos últimos anos. Esses materiais são importantes para a moderna indústria de alimentos para animais porque contêm mais energia do que o milho comum. De acordo com Dale (1994), uma avaliação de 29 amostras de milho com variação de 2,9% a 13,1% de óleo e ajustados para 86% de matéria seca mostrou que a energia metabolizável (EM) daqueles de maior teor de óleo é de

3.850 kcal/kg. A equação de predição da EM verdadeira estimada foi $EMV \text{ (kcal/kg)} = 3.203 + 53 (\% \text{ óleo})$, com $R^2 = 0,81$. Assim, observa-se claramente a vantagem para a formulação de rações, principalmente para frangos de corte, com aumento do teor de óleo do milho.

Não resta dúvida de que a melhoria da qualidade genética do milho representa, per si, um aumento da competitividade da indústria animal. Adeola e Bajjalieh (1997) observaram genótipos de milho alto óleo com até 132% mais óleo e 8% mais energia metabolizável do que o milho convencional para suínos em crescimento.

A seleção para aumento de óleo no milho tem ocorrido com concomitante aumento de proteína bruta devido ao aumento do tamanho do embrião. Esse incremento é da ordem de 1,3% quando o conteúdo de óleo é elevado de 3,5% (U.S. Feed Grains Council, 2000).

O maior enfoque em cultivares de valor nutricional agregado traz consigo vantagens diferenciais na qualidade do milho que asseguram maior lucratividade aos setores de produção vegetal e animal. Na safra de 1999, os produtores norte-americanos de milho alto óleo receberam prêmios da ordem de US\$ 5,91 a US\$ 9,84/tonelada de milho alto óleo produzido, dependendo do teor de óleo nos grãos (U.S. Feed Grains Council, 2000).

Segundo Engelke (1997), o milho alto óleo proporcionou maior valor agregado por *bushel*, em relação ao milho convencional, o qual variou de US\$ 0,38 a US\$ 0,77 para dietas de perus ou poedeiras. Com suínos em crescimento, a redução do custo das rações chegou a US\$ 0,01 (Adeola e Bajjalieh, 1997). Além disso, os produtores de aves e suínos têm ganhos extras referentes:

- a) à redução no transporte e armazenamento com grãos, uma vez que é necessário menor quantidade de grãos por unidade de produção;
- b) à melhora na eficiência alimentar dos suínos, devido ao menor incremento calórico produzido pelo óleo;
- c) à redução da poeira na fábrica de rações e nas instalações com animais, reduzindo as perdas de ingredientes e a incidência de doenças respiratórias. Um aspecto importante do uso de milho alto óleo é que ele promove maior produção de energia e proteína por área, sem necessidade de aumento dos níveis de

adubação. Essa característica é desejável não só do ponto de vista social, pois abre maiores oportunidades para os pequenos produtores, como também pela visão ambiental, já que é necessário menor área para produzir a mesma quantidade de nutrientes quando comparada à cultura de grãos tradicionais.

TABELA 18

Composição nutricional do milho de alto óleo e milho de alto óleo e alta lisina em base de 88% de matéria seca (O'Quinn et al., 2000)

	Alto óleo	Alto óleo e alta lisina	Diferença (%)
Proteína bruta (%)	8,399	9,589	14,17
Óleo (%)	6,137	6,126	-0,18
Arginina (%)	0,431	0,441	2,38
Histidina (%)	0,248	0,240	-3,24
Isoleucina (%)	0,268	0,300	11,77
Leucina (%)	0,997	1,230	23,37
Lisina (%)	0,297	0,403	35,48
Metionina (%)	0,168	0,193	15,39
Fenilalanina (%)	0,398	0,465	16,79
Treonina (%)	0,295	0,322	9,00
Triptofano (%)	0,050	0,060	19,47
Valina (%)	0,390	0,428	9,89
Alanina (%)	0,626	0,751	19,92
Ácido aspártico (%)	0,626	0,621	-0,88
Cisteína (%)	0,187	0,202	8,09
Ácido glutâmico (%)	1,570	1,802	14,82
Glicina (%)	0,349	0,346	-0,64
Serina (%)	0,402	0,458	13,88
Tirosina (%)	0,311	0,368	18,13

Existem híbridos de milho alto óleo obtidos tanto através de técnicas de genética quantitativa como de biotecnologia. No Brasil, os híbridos produzidos até 2004 (DKB 200 e DKB 900) eram não transgênicos.

Recentemente, foi desenvolvido um híbrido através de técnicas de biotecnologia com alto teor de óleo e alto teor de lisina. Esse material contém, em média, 29% mais lisina do que o milho alto óleo tradicional e 36% mais lisina do que os híbridos comuns.

O'Quinn et al. (2000) estudaram um híbrido de milho com alto teor de óleo e alto teor de lisina que apresentava 35,48% mais lisina do que o milho alto óleo convencional (tabela 18). Esses autores observaram que a digestibilidade da lisina do milho com alto teor de óleo e alto teor de lisina é similar à do milho com alto teor de óleo. Além da lisina, outros aminoácidos apresentaram aumento considerável nos seus teores, como foi o caso do triptofano da metionina e da treonina. O aumento de lisina ocorre devido à inserção de um gene que acarreta a expressão da enzima aspartoquinase insensível ao *feedback* da lisina. A aspartoquinase catalisa o primeiro passo da síntese de lisina, metionina e treonina através da fosforilação do ácido aspártico (Falco et al., 1995). Adicionalmente, essa modificação genética promove a expressão da enzima di-hidro-ácido dipicolínico sintetase, que catalisa a primeira reação de biossíntese da lisina (Falco et al., 1997).

CONCLUSÃO

O milho representa em torno de 70% do custo das dietas de aves e suínos. A composição de óleo e do amido do milho desempenha grande impacto no valor nutricional desse grão e nos custos das dietas. Maior importância deve ser dada às variações na composição nutricional do milho, especialmente no teor de óleo, quando avaliada a composição nutricional do grão e elaborada ou ajustada a composição nutricional do milho nas planilhas de formulação.

As aplicações da biotecnologia na área animal são múltiplas e estão em diferentes etapas de desenvolvimento, algumas com

problemas técnicos a serem resolvidos e outras que já geraram produtos que podem entrar no mercado ou que já estão sendo comercializados.

A tecnologia dos transgênicos não é isenta de riscos, ela necessita de estudos científicos para a liberação do seu uso. Pesquisas publicadas têm demonstrado que os diferentes híbridos de milho transgênicos liberados são tão seguros quanto os convencionais.

Existem dois aspectos de importância relevante que devem ser destacados: todos os materiais em estudo trazem benefícios diretos ao ser humano, não só garantindo maior produtividade, importante para combater a fome que aflige boa parcela da população humana; e alguns genótipos permitem maior segurança alimentar, uma vez que há redução da ocorrência de micotoxinas (milho resistente a insetos), que também são carcinogênicas. Outros permitem maior conservação do ambiente, pois reduzem a erosão do solo por auxiliar a prática do plantio direto e redução do uso de herbicidas (milho resistente a herbicidas) ou diminuem o poder poluente dos dejetos animais e preservam as fontes naturais não renováveis de fósforo (milho com maior teor de fósforo disponível).

O segundo aspecto é o aumento da eficiência das dietas produzidas para os animais. Há exemplos claros de ingredientes que podem reduzir os custos das dietas se o preço desses novos materiais permitirem o seu emprego. O incremento do valor nutricional através do uso de genótipos de milho com teor mais elevado de nutrientes ou com menor presença de micotoxinas é exemplo claro de como podemos tirar proveito da biotecnologia para melhorar a produção de suínos e de outros animais.

Referências

- ADEOLA, O.; BAJJALIEH, N. L. "Energy concentration of high oil corn varieties for pigs". *Journal of Animal Science*. West Lafayette: Purdue University, v. 75, 1997, pp. 430-436.
- ALSTON, J. M.; HYDE, J.; MARRA, M. C.; e MITCHELL, P. D. "An ex ante analysis of the benefits from the adoption of corn rootworm resistant transgenic corn technology". *AgBioForum*, v. 5, 2002, pp. 71-84.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. "Official methods of analysis of AOAC international". 16ª ed. Arlington, 1995, 2 v.
- BELLAVER, C.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. M. M.; e LA GIOIA, D. "Fornecimento de água dentro do comedouro e efeitos no desempenho, carcaça e efluentes da produção de suínos", in: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 9, 1999, Belo Horizonte. Anais. Concórdia: Embrapa-CNPISA, 1999, pp. 489-490.
- BELLAVER, C.; LIMA, G. J. M. M. "Milhos de qualidade superior na alimentação de suínos e aves", in: *Workshop sobre Qualidade do Milho*, 1997, Dourados. Anais. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998.
- BETZ, F. S.; HAMMOND, B. G.; e FUCHS, R. L. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, nº 32, 2000, pp. 156-173.
- CHOWDHURY, E. H.; KURIBARA, H.; HINO, A.; SULTANA, P.; MIKAMI, P.; SHIMADA, N.; GURUGE, K. S.; SAITO, M.; e NAKAJIMA, Y. "Detection of corn intrinsic and recombinant DNA fragments and CryIAb protein in the gastrointestinal contents of pigs fed genetically modified corn 2003". *Journal of Animal Science*, v. 81, 2003, pp. 2.546-2.551.
- CLONINGER, F. D.; HORROCKS, R. D.; e ZUBER, M. S. "Effects of harvest date, plant density and hybrid on corn grain quality". *Agronomy Journal*, v. 67, set./out., 1975.
- CROMWELL, G. L. "The biological availability of phosphorus in feedstuffs for pigs". *Pig News and Info*, nº 13(2), 1992, 75N-79N.
- DALE, N. "Matching corn quality and nutritional value". *Feed Mix*, 2(1), 1994, pp. 26-29.
- "Relationship between bushel weight, metabolizable energy, and protein content of corn from an adverse growing season". *Journal of Applied Poultry Research*, v. 3, 1994, pp. 83-86.
- DALE, N.; JACKSON, D. "True metabolizable energy of corn fractions". *Journal of Applied Poultry Research*, v. 3, 1994, pp. 179-183.
- DORSEY-REDDING, C.; HURBURGH Jr., C. R.; JOHNSON, L. A.; e FOX, S. R. "Relationship among maize quality factors". *Cereal Chemistry*, Northfield, v. 68, nº 6, 1991, pp. 602-605.
- EARLE, F. R. "Protein and oil in corn: variation by crop years from 1907 to 1972". *Cereal Chemistry*, Northfield, v. 54, nº 1, 1977, pp. 70-79.
- ENGLISH, L.; SLATIN, S. L. "Mode of action of delta-endotoxin from *Bacillus thuringiensis*: A comparison with other bacterial toxins". *Insect Biochem. Molec. Biol.*, v. 22, 1992, pp. 1-7.

- ERTL, D.; DALE, N. "The metabolizable energy of waxy vs. Normal corn for poultry". *Journal of Applied Poultry Research*, v. 6, 1997, pp. 432-435.
- FALCO, S. C.; GUIDA, T.; LOCKE, M.; MAUVAIS, J.; SANDERS, C.; e WARD, R. T. "Using bacterial genes to engineer plants with increased seed lysine". *SIM News*, v. 47, 1997, pp. 53-57.
- FALCO, S. C.; GUIDA, T.; LOCKE, M.; MAUVAIS, J.; SANDERS, C.; WARD, R. T.; e WEBBER, P. "Transgenic canola and soybean seeds with increased lysine". *Biotechnology*, v. 13, 1995, pp. 577-582.
- GAINES, A. M.; ALLEE, G. L.; e RATLIFF, B. W. "Swine digestible energy evaluations of Bt (MON 810) and Roundup Ready corn compared with commercial varieties". *Journal of Animal Science*, 79 (Suppl. 1), 2001, p. 109.
- HURBURHG, C. R. Jr. "Corn Quality Patterns" in U. S. Markets. *Applied Engineering in Agriculture*, Saint Joseph, 10 (4), 1994, pp. 515-521.
- HYUN, Y.; BRESSNER, G. E.; ELLIS, M.; LEWIS, A. J.; FISCHER, R.; STANISIEWSKI, E. P.; e HARTNELL, G. F. "Performance of growing-finishing pigs fed diets containing Roundup Ready corn (event nk603), a nontransgenic genetically similar corn, or conventional corn lines". *Journal of Animal Science*, v. 82, 2004, pp. 571-580.
- HYUN, Y.; BRESSNER, G. E.; FISCHER, R. L.; MILLER, P. S.; ELLIS, M.; PETERSON, B. A.; STANISIEWSKI, E. P.; e HARTNELL, G. F. "Performance of growing-finishing pigs fed diets containing YieldGard Rootworm corn (MON 863), a nontransgenic genetically similar corn, or conventional corn hybrids". *Journal of Animal Science*, v. 83, 2005, pp. 1.581-1.590.
- KNOWLES, B. H.; e ELLAR, D. J. "Colloid-osmotic lysis is a general feature of the mechanisms of action of *Bacillus thuringiensis* (delta)-endotoxins with different insect specificity". *Biochem. Biophys. Acta* 924, 1987, pp. 509-518.
- LEBRUN, M.; SAILLAND, A.; e FREYSSINET, G. "Mutated 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase, gene coding of said protein and transformed plants containing said gene". *International Patent Application* WO, 1997.
- LIMA, G. J. M. M.; NONES, K.; KLEIN, C. H.; BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R.; e PEREIRA, L. R. "Composição química de híbridos comerciais testados na safra 1999/2000", in: Reunião Técnica Anual do Milho, 45, 2000. Pelotas. Anais Pelotas: Embrapa, 2000, pp. 81-92.
- LIMA, G. J. M. M.; PASSOS, A. A.; COLDEBELLA, A.; BARIONI JUNIOR, W.; e SECHINATO, A. S. "Qualidade nutricional do milho: padrões e valorização econômica", in: Conferência Apinco - Ciência e Tecnologia Avícolas. Anais, Campinas: Facta, v. 1, 2005, pp. 235-248.
- LIMA, G. J. M. M.; SCHIMIDT, A. K.; C. H.; NONES, K.; KLAUS, P. S.; e BELLAVER, C. "Composição química de híbridos comerciais de milho na safra de 1999/2000". *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Campinas, supl. 3, 2001, p. 42.
- LIMA, G. J. M. M.; VIOLA, E. A.; NONES, K.; BARTELS, H.; KLEIN, C. H.; e GUIMARÃES, A. C. S. "Composição em nutrientes de alguns híbridos comerciais de milho produzidos no Rio Grande do Sul na safra 1998/1999", in: Reunião Técnica Anual do Milho. Anais Pelotas: Embrapa, 45, 2000, pp. 81-92.

- LIMA, G. J. M. M.; VIOLA, E. S.; e NONES, K. "Efeito do nível de cobre e zinco, inorgânico ou quelatado, sobre a excreção desses minerais nas fezes de suínos em terminação", in: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 9, 1999, Belo Horizonte. Anais. Concórdia: Embrapa/CNPISA, 1999, pp. 473-474.
- MAIER, D. E.; e BRIGGS, J. L. "High oil corn composition". *Grain Quality Task Force*. West Lafayette, nº 33, mar., 1997. Disponível em <www.agcom.purdue.edu/agcom/pubs/grain.htm>. Acesso em 26/6/2003.
- MAIER, D. E.; e REISING, J. "1999 Indiana corn composition data". *Grain Quality Task Force*. West Lafayette, nº 43, jan., 2000. Disponível em <www.agcom.purdue.edu/agcom/pubs/grain.htm>. Acesso em 26/6/2003.
- MAIER, D. E.; e WATKINS, A. E. "Drying of high oil corn for quality". *Grain Quality Task Force*. West Lafayette, nº 35, set., 1998. Disponível em <www.agcom.purdue.edu/agcom/pubs/grain.htm>. Acesso em 26/6/2003.
- MARCATO, S. M.; e LIMA, G. J. M. M. "Efeito da restrição alimentar como redutor do poder poluente dos dejetos de suínos". *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, nº 3, 2005, pp. 855-863.
- MATSUOKA, T.; KAWASHIMA, Y.; MIURA, H.; KUSAKABE, Y.; ISSHIKI, K.; AKIYAMA, H.; GODA, Y.; TOYODA, M.; e HINO, A. "A method of detecting recombinant DNAs for four lines of genetically modified maize". *J. Food Hyg.*, v. 41, 2000, pp. 137-143.
- MIZUKI, E.; ICHIMATSU, T.; HWANG, S. H.; PARK, Y. S.; SAITOH, H.; HIGUCHI, K.; e OHBA, M. "Ubiquity of *Bacillus thuringiensis* on phylloplanes of arboreous and herbaceous plants in Japan". *Journal of Applied Microbiology*, nº 86, 1999, pp. 979-984.
- NELSON, O. E. "Genetic control of polysaccharide and storage protein synthesis in the endosperms of barley, maize, and sorghum", in: POMERAZ, Y. *Advances in cereal science and technology*, Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1980, pp. 41-71.
- PARENTONI, S. N.; MAGNAVACA, R.; e PAIVA, E. "Perspectiva de utilização de milho de alta qualidade proteica no Brasil". Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS, 1989.
- PARSONS, C. M.; ZHANG, Y.; e ARABA, M. "Availability of amino acids in high-oil corn". *Poultry Science*, v. 77, nº 7, 1998, pp. 1.016-1.019.
- PASSOS, A. A.; BARIONI JUNIOR, W.; COLDEBELLA, A.; e LIMA, G. J. M. M. "O efeito da variabilidade da composição nutricional do milho no custo de produção de suínos", 2005.
- PILCHER, C. D.; OBRYCKI, J. J.; RICE, M. E.; e LEWIS, L. C. "Perimarginal development, survival, and field abundance on insect predators on transgenic *Bacillus thuringiensis* corn". *Environment Entomologie*, v. 26, 1997, pp. 146-154.
- PIVA, G.; MORLACCHINI, M. A. P.; PIVA, A.; e CASADEI, G. "Performance of weaned piglets fed insect-protected (MON 810) or near isogenic corn". *Journal of Animal Science*, 79 (supl. 1), 2001, p. 106.
- REGINA, R.; e LIMA, G. J. M. M. "Milho de alto óleo melhora a eficiência de moagem dos grãos". Uniquímica, 2007.
- REGINA, R.; e SOLFERINI, O. *Ingredientes da nutrição animal*. Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal (Clana), 2004.

- RICE, M. E. "Transgenic rootworm corn: Assessing potential agronomic, economic, and environmental benefits. Plant Health Prog. March 1". Disponível em <www.plantmanagementnetwork.org/sub/php/review/2004/rootworm>. Acesso em 3/6/2004.
- ROSTAGNO, H. S. "Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade", in: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1993. Anais. Campinas: Facta, 1993, pp. 129-139.
- SANTURIO, J. M.; CARVALHO, V. F.; MACHADO, J. A.; MORO, G. L.; BERNARDES SILVA L.; MBOECK, A. A. P.; e COPETTI, M. V. "Avaliação da microbiota fúngica e produção de micotoxinas em grãos de híbrido de milho não modificado geneticamente e seu isogênico transgênico ICP4 da Syngenta Seeds. 2001", in: II Congresso Brasileiro de Biossegurança e II Simpósio Latino Americano de Produtos Transgênicos, Salvador, 2001, pp. 206-207.
- SCHMIDT, A.; LIMA, G. J. M. M.; NONES, K.; KLEIN, C. H.; KLAUS, P. S.; e BRUM, P. A. R. "Avaliação bromatológica de híbridos comerciais de milho produzidos no Paraná na safra de 2000". Campinas: *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 3, 2001, p. 47.
- SOUZA, A. V. C.; SANTOS, J. P.; LOPES, D. C.; REGINATO, G.; PINHAL, J. P. J.; TEIXEIRA, A. O.; FONTES, D. O.; e VIEITES, F. M. "Composição química do milho em diferentes níveis de carunchamento", in: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000. Anais. Viçosa: UFV, 2000, pp. 1-3.
- SPENCER, J. D.; ALLEE, G. L.; e SAUBER, T. E. "Phosphorus availability and digestibility of normal and genetically modified low-phytate corn for pigs". *Journal of Animal Science*, v. 78, 2000a, pp. 675-681.
- STANISIEWSKI, E. P.; HARTNELL, G. F.; e COOK, D. R. "Comparison of swine performance when fed diets containing Roundup Ready corn (GA21), parental line or conventional corn". *Journal of Animal Science*, 79 (suppl. 1), 2001, p. 319.
- TAYLOR, M. L.; HARTNELL, G. F.; RIORDAN, S. G.; NEMETH, M. A.; KARUNANANDAN, K.; GEORGE, B.; e ASTWOOD, J. D. "Comparison of broiler performance when fed diets containing grain from Roundup Ready (NK603), YieldGard x Roundup Ready (MON 810 x NK603), nontransgenic control, or commercial corn". *Poultry Science*, 82, 2003a, pp. 443-453.
- "Comparison of broiler performance when fed diets containing grain from YieldGard corn, YieldGard x Roundup Ready (GA21), nontransgenic control, or commercial corn". *Poultry Science*, v. 82, 2003b, pp. 823-830.
- THOMPSON, D. L.; JELLUM, M. D.; e YOUNG, C. T. "Effect of controlled temperature environments on oil content and on fatty acid composition of corn oil". *Journal of the American Oil Chemists Society*, Champaign, v. 50, nº 20, 1973, pp. 540-542.
- VASCONCELLOS, C. A. "Importância da adubação na qualidade do milho e do sorgo", in: Simpósio sobre Adubação e Qualidade dos Produtos Agrícolas, 1, 1989. Ilha Solteira. Anais. Ilha Solteira: Feis/Unesp/Anda/Potafos, 1989, pp. 319-330.
- WELLER, C. L.; FOULSEN, M. R.; e STEINBERG, M. P. "Correlation of starch recovery with assort quality factors of four corn hybrids". *Cereal Chemistry*, Northfield, v. 65, nº 5, 1989, pp. 392-397.

3

Farinhas e gorduras de origem animal

Cláudio Bellaver
Médico-veterinário

INTRODUÇÃO

Segundo o enfoque atual dado à cadeia de carnes, esse produto comercializado nos balcões frigoríficos de supermercados e casas de carne é o resultado do que foi produzido e beneficiado pelos frigoríficos e abatedouros. Portanto, além das práticas zootécnicas, as tecnologias de transformação das indústrias da carne e de rações guardam estreita correlação com a qualidade da carne e seus derivados. Sempre, ao falar-se em qualidade, é preciso defini-la quanto aos interesses do consumidor ou da sociedade, do varejista, das indústrias frigoríficas e de rações e do produtor – elos importantes da cadeia de carnes. Especificamente na área de alimentação animal, os macroingredientes de maior impacto econômico na formulação de rações são o milho, a soja e seus subprodutos e as farinhas e gorduras de origem animal.

As farinhas de origem animal (FOA) têm sido estudadas levando-se em consideração vários aspectos, e isso trouxe bom conhecimento sobre elas e suas implicações na nutrição animal, na economia e nos aspectos sanitários e ambientais. Seu uso na formulação de dietas de não ruminantes é facilitado por conterem vários nutrientes em quantidades apreciáveis e pelo relativo baixo custo em relação ao farelo de soja. Entretanto, as FOA têm sido questionadas nos últimos anos devido aos riscos que poderiam oferecer. Em meados de 1997, a comissão europeia organizou uma conferência científica com representantes de toda a cadeia de produção e consumo de carnes para discutir o tema "Produção e consumo das FOA em rações animais". O foco da discussão baseou-se em três princípios: fontes/origens seguras das matérias-primas, processamentos seguros e uso seguro na produção animal.

Há amplas possibilidades de melhorias nos processos de produção das FOA, caso passem a tratá-las como ingredientes, e não como *commodities*, cujo comércio dispensa maiores cuidados sobre qualidade nutricional e sanitária. Por isso, a padronização de procedimentos via que boas práticas de fabricação é imperativa para assegurar qualidade aos subprodutos de origem animal, pois eles representam grande valor econômico e social para o país. É, portanto necessário ter em mente os fatores antinutricionais (por exemplo, aminas, peróxidos),

bactérias (por exemplo, salmonelas), odor, cor das farinhas de baixa qualidade, que podem afetar a qualidade final das rações e, como consequência, a carne com o uso desses ingredientes.

1. INGREDIENTES PARA FABRICAÇÃO DE RAÇÕES

Pela perspectiva da fabricação de rações, o fornecimento de ingredientes é a granel e em grandes quantidades. Evidentemente, há variações entre as indústrias ou entre as granjas, porém o tempo para obter análises dos ingredientes e executar a formulação da dieta em geral é insuficiente, o que faz presumir daí, em muitos casos, que a qualidade torna-se aceitável com a adição de margens de segurança nas fórmulas. Isso pode ser melhorado com o uso de análises físico-sensoriais, químicas e biológicas para melhor conhecimento do ingrediente. Antes que se proceda a qualquer análise, os responsáveis pelo recebimento dos ingredientes devem ser treinados para relatar imediatamente os atributos dos ingredientes aos seus superiores. Devem, portanto, estar treinados para impedir um descarregamento antes de qualquer resultado analítico. Algumas empresas inspecionam os ingredientes antes de sua compra, no fornecedor. Embora isso seja o desejável, também não garante a qualidade no recebimento, pois pode ocorrer descaracterização após a inspeção das matérias-primas.

A base para o estabelecimento de uma rotina de verificação da qualidade são as *especificações de qualidade*, tanto de matérias-primas como de dietas fabricadas. As especificações dos ingredientes dependem da disponibilidade no mercado e da natureza do ingrediente, que possui padrões conhecidos. Na recepção de ingredientes existem três classes de avaliação para aceitar ou devolver o embarque: as provas sensoriais, as provas rápidas e as provas de laboratório.

Particularmente no caso das farinhas de origem animal, as especificações sensoriais devem se concentrar nos aspectos gerais de cor, odor, tamanho das partículas, umidade, gordura ao tato, empedramento, presença de matérias estranhas e embalagem de recebimento. As provas rápidas podem medir o tamanho das partículas com auxílio do granulômetro, temperatura, valores de composição por estimativas através de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo

(NIR), determinação rápida da gordura e minerais, densidade e microscopia do ingrediente. Já as análises de *laboratório* deveriam se concentrar pelo menos nos seguintes itens: umidade, energia bruta, proteína bruta, gordura, cinzas, cálcio e fósforo, aminoácidos, solubilidade em pepsina (preferencialmente a 0,0002%), acidez, peróxidos, aminas/putrefação, bacteriológico para salmonela, enterobactérias e clostridium.

2. SUBPRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL: FARINHAS E GORDURAS

Abordou-se acima que a qualidade dos ingredientes é importante e é possível monitorá-la eficazmente. Porém, quando se trata de subprodutos de origem animal, maior cuidado é necessário, pois eles apresentam dificuldade de padronização em virtude do processo produtivo e da origem dos resíduos que compõem as farinhas de origem animal. Esses subprodutos são muito importantes nos aspectos nutricional, econômico e de segurança alimentar. Não vamos abordar todas as farinhas de origem animal, mas caracterizar nutricionalmente algumas importantes (tabelas 1 a 3 – páginas 150-152), o que por si só ajuda a diminuir a variabilidade de informações disponíveis.

2.1. Farinha de penas hidrolisadas (FPH)

É o produto da cocção sob pressão de penas limpas e não decompostas, obtidas no abate de aves, sendo permitida a participação de sangue desde que a sua inclusão não altere significativamente a composição da FPH. Quando ocorrer incorporação regular de sangue (por exemplo, 5%), o produto deverá chamar-se "farinha de penas hidrolisadas e sangue".

2.2. Farinha de vísceras (FV)

É o produto da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. Não deve conter penas, exceto aquelas incorporadas não intencionalmente.



RODRIGO SANCHEZ

Farinha de penas hidrolisadas.

Permite-se a inclusão de todas as partes resultantes do abate, mas não devem ter resíduos de incubatório e contaminação com casca de ovo. A inclusão dessas partes e de outros materiais estranhos caracteriza adulteração. A proteína varia de 35% a 65% e sua cor, de dourada a marrom-clara, com densidade de 545 a 593 kg/m³.

2.3. Farinha de penas e vísceras (FPV)

É o produto das penas limpas e não decompostas, hidrolisadas sob pressão, e misturadas com resíduos do abate (vísceras, pescoço, pés de aves abatidas) cozidos, prensados para extração do óleo e moídos. É permitida a agregação de carcaças e sangue desde que isso não altere significativamente a composição estipulada.

2.4. Farinha de vísceras com ossos (FVO)

É o produto semelhante à farinha de vísceras, com eventual inclusão de ossos e cartilagens derivados dos resíduos da carne mecanicamente separada (CMS).

2.5. Farinha de resíduo de incubatório (FRI)

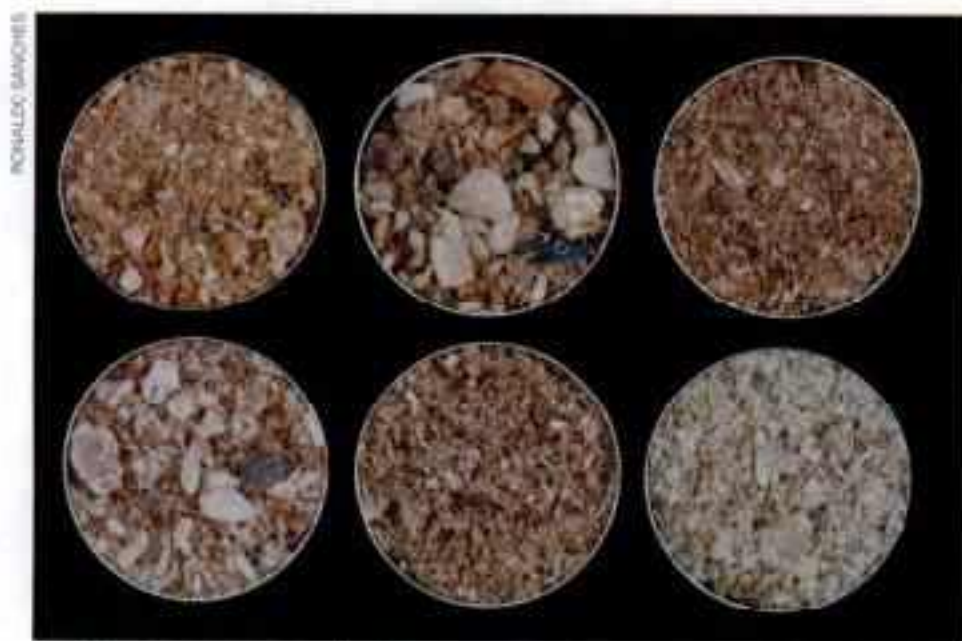
É o produto da cocção, secagem e moagem da mistura de cascas de ovos, ovos inférteis e não eclodidos, pintos não viáveis e descartados, removida ou não a gordura por prensagem.

2.6. Farinha de vísceras com ossos e resíduos de incubatório (FVORI)

É o produto semelhante à farinha de vísceras, com a possibilidade de inclusão de ossos e cartilagens derivados dos resíduos da carne mecanicamente separada e dos resíduos de incubatório (cascas de ovos, ovos inférteis e não eclodidos, pintos não viáveis e descartados).

2.7. Farinha de carne e ossos bovina (FCOB)

É produzida em fábrica de farinhas por coleta de resíduos, ou em frigoríficos, com ossos e tecidos – obtidos após a desossa completa da carcaça de bovinos – triturados, cozidos, prensados, para extração de gordura, e novamente moídos. Não deve conter sangue, cascos, chifres, pelos, conteúdo estomacal a não ser os obtidos



Farinhas de carne e ossos bovina.

involuntariamente dentro dos princípios de boas práticas de fabricação. Não deve conter matérias estranhas e ter no mínimo 4% de fósforo (P), e o cálcio não deve exceder a 2,2 vezes o nível de P. A composição do material bruto terá significativo efeito na qualidade do produto, e a gordura protege a lisina no processamento da FCOB. O superaquecimento reduz a palatabilidade e a qualidade da FCOB, e cuidados especiais devem ser tomados para eliminar os micro-organismos para prevenir a recontaminação da FCOB após o processamento. Sua cor varia de dourada a marrom, com densidade de 657 a 689 kg/m³.

2.8. Farinha de carne e ossos suína (FCOS)

É produzida em fábrica de farinhas por coleta de resíduos ou em frigoríficos, com ossos e tecidos – obtidos após a desossa completa da carcaça de suínos – triturados, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos. Não deve conter matérias estranhas, sangue, unhas, pelos, conteúdo estomacal, a não ser os obtidos involuntariamente dentro dos princípios de boas práticas de fabricação.

2.9. Farinha de carne e ossos ovina (FCOO)

É produzida em fábrica de farinhas por coleta de resíduos ou em frigoríficos, com ossos e tecidos – obtidos após a desossa completa da carcaça de ovinos – triturados, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos. Não deve conter matérias estranhas, sangue, unhas, pelos, conteúdo estomacal, a não ser os obtidos involuntariamente dentro dos princípios de boas práticas de fabricação.

2.10. Farinha de carne e ossos mista (FCOM)

É produzida em fábrica de farinhas por coleta de resíduos ou em frigoríficos, com ossos e tecidos – obtidos após a desossa completa da carcaça de bovinos e/ou ovinos e/ou suínos – triturados, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos. Não deve conter matérias estranhas, sangue, unhas, pelos, conteúdo estomacal, a não ser os obtidos involuntariamente dentro dos princípios de boas práticas de fabricação.

2.11. Farinha de carne bovina, suína ou mista (FC)

É o produto oriundo do processamento industrial de tecidos de bovinos e/ou suínos, sem ossos. A farinha de carne é obtida semelhantemente à FCOB, FCOS e FCOM, mas o nível de fósforo não deve superar os 4% e ter mais de 55% de proteína bruta.

2.12. Farinha de ossos calcinados (FOC)

É o produto obtido após a coleta de ossos de abatedouros e/ou frigoríficos e processados em fábricas de farinhas, triturados, queimados com ar abundante e novamente moídos e embalados. Deve conter no mínimo 15% de fósforo.



Farinha de ossos calcinados.

2.13. Farinha de sangue (FS)

É o produto do processo de cozimento e secagem do sangue fresco. A farinha de sangue convencional é produzida de sangue fresco, sem cerdas, urina e conteúdo digestivo, exceto em quantidades que podem ser admitidas nas boas práticas de processamento. A umidade é removida no cozimento a vapor e a secagem, feita em tambores rotatórios. O produto obtido é vermelho-escuro tendendo



ROBALDO SAMICHES

Farinha de sangue.

a preto, insolúvel em água. O método de secagem do sangue é provavelmente o fator que mais contribui para a qualidade. Temperaturas mantidas altas no processamento do sangue produzem complexos com a lisina, que é indisponível aos animais. É um produto que apresenta problemas de palatabilidade se usado em grandes quantidades na ração. Sua densidade é de 609 kg/m^3 .

2.14. Farinha de sangue *flash dried* (FSFD)

É o produto do sangue fresco e limpo, sem contaminantes, a não ser aqueles involuntários, obtidos dentro das boas práticas de abate. A água é removida por processo mecânico ou condensada por cocção até um estado semissólido. A massa semissólida será transferida para um secador rápido para remover a umidade restante.

2.15. Farinha de sangue *spray dried* (FSSD)

É o produto do sangue fresco e limpo, sem contaminantes, a não ser aqueles involuntários, obtidos dentro das boas práticas de abate. A umidade é removida por evaporação a baixa temperatura sob vácuo, até que tenha aproximadamente 30% de sólidos. Essa massa é então passada na forma de *spray* em um equipamento com

corrente de ar quente para reduzir a umidade até o máximo de 8% e com 85% de proteína bruta.

2.16. Plasma animal (P)

É o produto obtido do sangue fresco integral, seco por pulverização (*spray-drying*) do plasma, o qual foi previamente separado de suas células vermelhas por meio de processo químico e mecânico. A proteína contida no plasma é formada principalmente por albumina, globulina e fibrinogênio.

2.17. Células vermelhas do sangue (CVS)

É o produto da coagulação e centrifugação para remoção do plasma sanguíneo e posterior secagem das hemáceas, podendo ser moído.

2.18. Farinha integral de peixe (FIP)

É o produto obtido de peixes inteiros e/ou cortes de várias espécies, não decomposto, com ou sem extração de óleo, seco e moído. Não deve conter mais que 10% de umidade, e ter indicado o teor de NaCl.

2.19. Farinha residual de peixe (FP)

É o produto obtido de cortes e/ou partes de peixes (cabeça, rabo, pele, vísceras, barbatanas), de várias espécies, não decomposto, com ou sem extração de óleo, seco e moído. Não deve conter mais do que 10% de umidade, e ter indicado o teor de NaCl.

2.20. Gordura bovina (sebo)

Produto de tecidos adiposos dos bovinos (ruminantes), extraído por prensagem ou solvente após a cocção, filtrado ou não, contendo no mínimo 90% de ácidos graxos totais e no máximo 1,5% de impurezas e insaponificáveis. Não deve conter outros ácidos graxos livres e produtos de gordura, a não ser aqueles obtidos pelas boas práticas de abate e produção de sebo bovino. Deve indicar se foi adicionado antioxidante ao produto.

2.21. Gordura suína (banha)

É o produto de tecidos adiposos dos suínos, extraído por prensagem ou solvente após a cocção, filtrado ou não, contendo no mínimo 90% de ácidos graxos totais e no máximo 1,5% de impurezas e insaponificáveis. Não deve conter outros ácidos graxos livres nem produtos de gordura, a não ser aqueles obtidos pelas boas práticas de abate e produção de banha suína. Deve indicar se foi adicionado antioxidante ao produto.

2.22. Óleo de aves

É o produto de tecidos adiposos das aves, extraído por prensagem ou solvente após a cocção, filtrado ou não, contendo no mínimo 90% de ácidos graxos totais e no máximo 3% de impurezas e insaponificáveis. Não deve conter outros ácidos graxos livres nem produtos de gordura, a não ser aqueles obtidos pelas boas práticas de abate e produção de banha suína. Deve indicar se foi adicionado antioxidante ao produto.

2.23. Gordura animal mista

É o produto de tecidos adiposos de mamíferos e/ou aves, extraído por prensagem ou solvente após a cocção, filtrado ou não, contendo no mínimo 90% de ácidos graxos totais e no máximo 2% de impurezas e insaponificáveis. Não deve conter outros ácidos graxos livres nem produtos de gordura, a não ser aqueles obtidos pelas boas práticas de abate e produção de gorduras, devendo indicar quais espécies (bovina, suína, aves etc.) compõem a gordura. Deve indicar se foi adicionado antioxidante ao produto.

2.24. Lodo de flotador

É uma massa pastosa resultante da passagem dos efluentes da estação de tratamento de águas servidas por um flotador e centrifuga decantadora. Sua composição é bastante variável em umidade, gordura e proteína, contendo altos níveis de alcalis, sabões, peróxidos e gorduras ácidas. Seu uso não está regulamentado e a utilização constitui risco normativo.

3. PRODUÇÃO DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL (FOA)

Devido ao aumento de produção animal, a indústria de rações depara-se com a necessidade de grandes volumes de ingredientes para atender à produção de rações, que foi superior a 50 milhões de toneladas em 2008. Há poucas alternativas ao binômio milho e farelo de soja, sendo as FOA fontes frequentemente usadas, pois asseguram vantagens nutricionais e econômicas na formulação, desde que assegurada sua qualidade. No Brasil, há uma produção de carnes superior a 23 milhões de toneladas (bovina = 9; aves = 11; e suína = 3), contando com os resíduos do abate em 45% para bovinos e 25% para aves e suínos, respectivamente, o que resulta em cerca de 12 milhões de toneladas de resíduos não comestíveis. Subtraindo 60% de umidade desses resíduos e considerando 25% de proteína e minerais e 15% de gordura, chega-se a aproximadamente ao valor de 4,8 milhões de toneladas em produtos não comestíveis e/ou recicláveis (farinhas e gorduras animais). O valor econômico dessas farinhas e gorduras aproxima-se dos R\$ 4,5 bilhões/ano, e grande parte desse valor é agregada na indústria de rações e na cadeia de carnes como um todo.

Por isso, toda consideração que se faça aos subprodutos de origem animal deve-se ter em mente o que eles representam para o país em termos econômicos, ambientais e sociais. Evidentemente, defende-se a melhoria da qualidade dos subprodutos de modo a tratá-los como "ingredientes", e não como *commodities*, cujo comércio dispensa maiores cuidados sobre qualidade nutricional e sanitária.

3.1. Processamento das FOA

O processo básico de produção de farinhas animais consiste na coleta dos resíduos não comestíveis do abate animal ou do recolhimento de casas de carne e açougues, trituração das partes maiores que 5 cm e processamento em digestores para cocção, com ou sem pressão, por tempo variável, dependendo do processo. A gordura é drenada, prensada ou centrifugada, e o resíduo sólido, moído na forma de farinha, com especificações de granulometria variáveis. Vários são os pontos em que a qualidade das farinhas pode ser prejudicada, como se seguem:

- **Umidade:** sendo superior a 10%, poderia facilitar a contaminação bacteriana e suas consequências, e a presença de umidade muito baixa indicaria a queima do ingrediente no processo. A queima poderia estar associada ao desgaste do equipamento, excessivo tempo de retenção e/ou mau funcionamento de manômetros e termômetros.
- **Textura:** na composição da farinha entram em quantidades variáveis os ossos, que são de difícil trituração, mas podem ser segregados pedaços maiores para remoagem e manutenção de granulometria adequada. A textura ideal seria sem retenção em peneira Tyler 6 (3,4 mm), no máximo 3% de retenção na Tyler 8 (2,4 mm) e no máximo 10% de retenção na peneira Tyler 10 (1,68 mm).
- **Contaminações no processo:** as contaminações por sangue, penas, resíduos de incubatório, lodo de flotador, cascos, chifres, pelos, conteúdo digestivo devem ser minimizadas em função da definição de cada produto elaborado e da manutenção dos padrões de qualidade e repetibilidade.
- **Contaminações com materiais estranhos ao processo:** em geral são associadas à falta de equipamentos adequados ou à fraude e visam produzir subprodutos de baixo preço e sem qualidade; deve-se considerar a não inclusão de animais mortos de nenhuma procedência.
- **Tempo entre o abate e o processamento:** é muito importante devido ao aparecimento de novos processadores independentes. O processamento deve ser feito preferencialmente logo após o abate ou sempre dentro das 24 horas seguintes ao abate, evitando assim a putrefação e oxidação das gorduras. Uma visão genérica dos fluxos de matéria-prima para processamento de farinhas e gorduras é mostrada nas figuras 1 e 2 (páginas 148-149).

3.2. Limitações das FOA para uso em rações

O conhecimento da origem do material a ser processado é essencial para se ter certeza da qualidade; se desconhecida, pode ser um problema. Embora os custos e as facilidades para analisar cada partida do ingrediente tornem a rotina de análise difícil de ser implementada, é preciso ter em mente que a qualidade das FOA pode ser conhecida por meio de perceptível:

- contaminação bacteriana (salmonelas, enterobactérias);
- peroxidação das gorduras;
- presença de poliaminas;
- encefalopatia espongiforme bovina;
- composição química e digestibilidade dos aminoácidos e da energia.

3.2.1. Contaminação por salmonela

As temperaturas de processamento de farinhas eliminam, se não toda, grande parte da contaminação bacteriana dos subprodutos. Entretanto, a recontaminação das farinhas é algo que tem grande chance de ocorrer devido ao manuseio, transporte e outros fatores do ambiente, e por isso deve ser monitorada ao longo do ano, a fim de evitar a perda de qualidade por recontaminação. Para reduzir o risco de bactérias em farinhas, tem sido prática comum nas fábricas de farinhas adicionar ao processo de fabricação aditivos que impedem o crescimento das bactérias.

Embora seja um procedimento adequado, é preciso considerar que as boas práticas de fabricação de farinhas antecedem o uso de aditivos. Além disso, alguns desses aditivos tecnológicos de processo têm seu uso restringido, pois podem aparecer em níveis indesejados na carne e na gordura, provocando sua rejeição por alguns países importadores.

3.2.2. Peroxidação das gorduras

As farinhas de origem animal são ricas em gorduras e, por conseguinte, têm maior facilidade de se auto-oxidarem, pelo início da formação de radicais livres. A oxidação é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez iniciada. Fatores como temperatura, enzimas, presença de enzimas, luz e

ions metálicos podem influenciar a formação de radicais livres. O radical livre em contato com oxigênio molecular forma um peróxido que, em reação com outra molécula oxidável, induz à formação de hidroperóxido e outro radical livre. Os hidroperóxidos dão origem a dois radicais livres, capazes de atacar outras moléculas e formar mais radicais livres, dando assim uma progressão geométrica. As moléculas formadas que contêm o radical livre, ao se romperem, formam produtos de peso molecular mais baixo (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais são voláteis e responsáveis pelos odores da rancificação.

A acidez de uma gordura é frequentemente expressa em ácidos graxos livres e medida como uma quantidade em miligrama de hidróxido de sódio requerido para neutralizar os ácidos graxos livres de 1 gr de gordura. A pressuposição em geral é feita em relação ao ácido oleico como padrão. Aumento de ácidos graxos livres em gorduras pode indicar deterioração da qualidade devido ao aumento da hidrólise e ao desenvolvimento da rancidez. Contudo, nível maior de acidez nas gorduras nem sempre é indicativo de má qualidade. Gorduras recicladas de restaurantes e *soap-stock* da indústria de óleo de soja têm alta concentração de ácidos graxos livres.

Por isso é importante impedir o início da formação de radicais livres, que poderá ser feito pelo manejo adequado de produção e armazenamento. Substâncias antioxidantes naturais (vitamina E, pigmentos xantofílicos, selênio) e sintéticas (BHT, BHA, Etoxiqum) podem ser incorporadas para diminuir a auto-oxidação dos ácidos graxos das farinhas. O efeito depressivo, à medida que aumenta o nível de peróxidos na dieta, é bastante conhecido, e 500 mg/kg de BHT adicionado à farinha de carne e ossos previne a rancidez oxidativa, quando feita até sete dias depois da produção da farinha.

3.2.3. Poliaminas (aminas biogênicas)

As poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) estão presentes em diferentes concentrações nos alimentos vegetais e animais. A absorção das poliaminas no intestino depende das enzimas catabólicas presentes no tecido intestinal e, portanto, há uma exigência de poliaminas, que, se não atendidas pela biossíntese celular, devem ser supridas pela dieta. Por outro lado, as poliaminas têm sido

apontadas como substâncias que causam toxicose quando ingeridas em maiores concentrações pelos animais.

A putrescina, que é a mais simples das aminas biogênicas, usada até 0,2%, foi considerada promotora do crescimento de frangos, e tóxica, à medida que aumenta o consumo até 1%. A espermina, que é a mais eletronicamente carregada das aminas biogênicas, foi considerada tóxica quando administrada no nível de 0,2%, havendo também tendência de piora no desempenho quando utilizada na concentração de 0,1% na dieta. A suplementação com cisteína não impediu a ação tóxica da espermina. Outra amina biogênica, a espermidina, também é tóxica para frangos a partir de 0,4%. A toxidez cresce com o aumento do peso molecular e da carga das aminas biogênicas. A putrescina [$H_2N^+(CH_2)_4 \cdot NH_2$] é menor e menos carregada; seguida da espermidina [$H_2N^+(CH_2)_3 N^+H(CH_2)_4 \cdot NH_2$] e da espermina [$H_2N^+(CH_2)_3 N^+H(CH_2)_4 N^+H(CH_2)_3 \cdot NH_2$, (+ carregada)].

Em contraste, noutro estudo do efeito de oito aminas biogênicas (cadaverina, histamina, putrescina, espermidina, espermina, tiramina, triptamina e fenitilamina), usadas em várias concentrações (0 a 1.500 ppm) em dietas de frangos, não foram encontrados danos no desempenho dos animais. De acordo com pesquisadores, fica claro que o efeito depressivo no crescimento dos animais devido à presença de aminas biogênicas depende do peso molecular, da carga catiônica, bem como das concentrações de aminas biogênicas existentes na dieta.

3.2.4. Encefalopatia espongiforme bovina

A doença da *vaca louca* ganhou destaque na mídia devido à crise internacional que afetou as exportações de carne brasileira. Prontamente o MAPA tomou medidas de rastreabilidade de animais importados, visando sua eliminação, e também foi editada uma instrução normativa com o objetivo de disciplinar a produção e uso de proteínas animais na alimentação de ruminantes. A Instrução Normativa nº 34, de 2008, proíbe o uso de qualquer proteína animal na alimentação de ruminantes. Essa norma, entre outros aspectos regulatórios, disciplina a necessidade de programas de qualidade, visando a fiscalização da produção e o comércio de alimentos para animais.

A proibição é oportuna no aspecto geral, porém algumas considerações precisam ser feitas em nome da clareza sobre o assunto. Embora a norma traga grande possibilidade de melhoria na qualidade das farinhas animais e rações em geral, por si só não é eficaz. É necessário considerar que a fiscalização depara-se com problemas estruturais ligados à atuação em diferentes esferas de governos, do federal ao municipal. Além disso, os processos industriais usados atualmente para obtenção dessas matérias-primas não garantem a inativação do agente da encefalopatia espongiforme bovina (EEB), mas isso pode ser conseguido com ajustes do processo. Quando bem processadas, as FOA não constituem risco, mas programas especiais de apoio industrial que envolvem a aplicação da análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) nas fabricas de farinhas e de rações precisam ser criados urgentemente, pois são indispensáveis. A falha desse enfoque leva ao crescente risco do aparecimento de EEB por causa das dificuldades na fiscalização eficaz da norma, do aumento dos confinamentos bovinos constatados, do maior consumo de rações bovinas, do aumento do número de fabricas de farinhas, muitas das quais com processos insatisfatórios.

O encaminhamento a ser dado para melhorar a qualidade se baseia em programas de boas práticas de fabricação (BPF) dirigidos, educativos e voluntários, levando em consideração aspectos levantados na Comissão Europeia, que se basearam em três princípios: fontes seguras, processos seguros e uso seguro.

Uma diretiva do Conselho Europeu (CE) mostra que a posição comum proposta proíbe a reciclagem de animais mortos e de material condenado para ser incluído nos alimentos animais. Proíbe o canibalismo, ou seja, a reciclagem intraespécie, e só partes derivadas de material que atenda às especificações para consumo humano é que podem ser recicladas na alimentação animal. Com tais medidas, o CE espera assegurar que os subprodutos animais produzidos na Comunidade Europeia, os quais são inadequados para o consumo humano, possam ser processados de maneira segura; embora haja indícios de que o banimento total específico à farinha de carne e ossos para animais ainda continua efetivo e sem data para removê-lo.

3.2.5. Composição e digestibilidade dos aminoácidos e da energia

Existem muitas fontes de consulta sobre a composição das farinhas animais, não sendo intenção citá-las, e, embora haja diversidade de informações, existe também a necessidade de contínua melhoria das estimativas com aprimoramento dos métodos de determinação da digestibilidade nas espécies. As modernas formulações de rações, que levam em consideração o conceito de proteína ideal, pressupõem a adequada relação entre os aminoácidos e o conhecimento dos valores de aminoácidos digestíveis. As digestibilidades da energia e dos aminoácidos podem não seguir uma mesma tendência de digestão e por isso é importante conhecer os valores estimados separadamente, mas para as mesmas amostras.

A respeito da composição nutricional das farinhas, é importante ter em mente a ordem de limitação dos aminoácidos, o que irá auxiliar na formulação das dietas. A ordem de limitação de aminoácidos foi estabelecida e consta da tabela 4 (página 152). Muitos dos agrupamentos de farinhas têm sido feitos com base na proteína, sendo questionável a utilização de apenas uma variável para a classificação (por exemplo, proteína). A composição das farinhas é bastante variável e por isso agrupa-las quanto às suas características multivariadas permite melhor classificação. Um estudo de análise de *clusters* confirma que esse método permite melhor categorização das farinhas. Os autores trabalharam com 61 farinhas de carne de origem americana e brasileira e encontraram cinco grupos distintos (tabela 5, página 153). A variabilidade existente pode ser devida a vários efeitos, entre os quais o tamanho das partículas, os níveis de substituição na ração de referência, as metodologias para estimar a digestibilidade/biodisponibilidade, a origem e composição das farinhas e o processamento.

3.3. Vantagens econômicas das FOA

O conhecimento atual na formulação de dietas para não ruminantes prevê um balanço teórico dos aminoácidos em relação à lisina da dieta, e os cálculos de fórmulas com base na proteína ideal (PI) devem considerar, além da exigência por nutriente digestível, a digestibilidade dos aminoácidos nos ingredientes. A formulação com base na PI será tão mais eficaz quanto mais forem os ingredientes

alternativos ao milho e ao farelo de soja. Existem formulações de dietas que utilizam o conceito de PI e de farinha de vísceras (FV) em substituição ao farelo de soja, em dietas de frangos de corte, tendo sido concluído que a formulação com a inclusão de 20% de FV na fase inicial e 25% na de crescimento de frangos de corte, em substituição ao farelo de soja, melhorou o desempenho até os 21 dias e não alterou o desempenho até os 42 dias, em dietas formuladas segundo o conceito de PI.

Algumas simulações foram feitas com farinhas de carne e de vísceras, com variação do preço do farelo de soja, tendo como alvo suínos na fase inicial, e com formulações à base de AA digestíveis. Há possibilidade de incluir entre 5% e 15%, com conseqüente redução dos custos de formulação. A redução de custo tende a ser menor com aminoácidos digestíveis do que com AA totais. Entretanto a expectativa de ganhos e melhoria da eficiência alimentar será maior com aminoácidos digestíveis. Além disso, as formulações dependem da categoria de animal para a qual está sendo proposta, havendo vantagens maiores para aves de corte.

3.4. Conceito de qualidade certificada das FOA

A rastreabilidade de procedimentos para a produção animal é uma exigência que vem sendo amplamente buscada por países europeus e pelo Japão. Vários documentos têm sido emitidos por comitês especializados que dão suporte à Comissão Europeia e ao Codex Alimentarius. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), as negociações da Organização Mundial do Comércio (OMC) dependem de dois regulamentos: um, que define as medidas sanitárias e fitossanitárias (SPS), e outro, o das barreiras técnicas sobre o comércio (TBT). Ambos os documentos têm implicações sobre o Codex Alimentarius. O grupo consultivo da FAO reconheceu que o aumento das demandas científicas, legais e políticas estão sendo feitas com base em padrões, regras e recomendações elaborados pelo Codex. Portanto, o ajuste das normas nacionais com as do Codex é importante, pois há um interesse crescente em segurança alimentar, tanto nos acordos do SPS e do TBT pela OMC como em iniciativas de harmonização entre países. Foi identificado, assim, que há necessidade de maior rigor

técnico, transparência e harmonização de normas nacionais e internacionais. Para que isso seja implementado, é necessário estabelecer um código de boas práticas de alimentação animal e de fabricação (BPF) de farinhas e gorduras animais.

Programas de controle e auditoria de qualidade de ingredientes estão em desenvolvimento em vários países que adotam a produção animal intensiva. Também foi mostrado que há necessidade de certificação de ingredientes proteicos em função principalmente das novas regulamentações que envolvem a produção de FOA e representam avanços no processo de certificação de qualidade com rastreabilidade.

Assim, os programas de BPF aplicados à indústria de farinhas animais são instrumento de gestão de segurança de alimentos, podendo ser aplicados de modo sistemático, preventivo e proativo sobre as questões acima descritas, que são gargalos da produção de rações e ingredientes. Um passo além das BPF seria a implantação do sistema APPCC, que se baseia em sete princípios: análise dos perigos, identificação dos pontos críticos, estabelecimento de medidas preventivas com limites para os pontos críticos, estabelecimento de procedimentos para monitorar os pontos críticos, estabelecimento de ações corretivas quando os pontos críticos forem observados, estabelecimento de procedimentos para detectar se o sistema está funcionando corretamente, e manutenção de relatórios do sistema APPCC.

CONCLUSÃO

As farinhas de origem animal são ingredientes importantes para a fabricação de rações quanto aos aspectos nutricional, econômico e de saúde animal. Seu uso na formulação de dietas é facilitado por conterem aminoácidos, energia, cálcio e fósforo em quantidades que estimulam a inclusão nas dietas e reduzem o custo das rações e os de produção animal.

O efeito das FOA sobre a performance pode ser modificado por vários fatores, entre os quais a origem da matéria-prima (composição química, tempo entre a coleta e o processamento, contaminação química, física ou microbiológica, espécie e tipo de resíduo), o processo de produção (equipamentos, volume, peso, tempo, temperatura, pressão, aditivos tecnológicos, percentagens de composição) e o uso na espécie-alvo (tempos de armazenagem; segregação de transporte; recontaminação, oxidação, adulteração; percentagens de uso nas dietas; idade e espécie).

A qualidade dos produtos é resultante da implantação de programas de boas práticas de fabricação (BPF), os quais devem levar em conta a normalização federal existente e as necessidades do mercado doméstico e internacional. Os programas BPF, uma vez implantados, devem ser devidamente auditados por empresas independentes e com credibilidade pública, com vistas na certificação de qualidade. Entretanto, é necessário assegurar que a qualidade é uma característica mensurável, sendo preciso ter evidências (planilhas, análises, sistemas, BPF, POPs) de que isso esteja ocorrendo. Para isso, são necessárias variáveis analíticas (contaminação bacteriana, peroxidação, amins tóxicas, composição química, digestibilidade dos aminoácidos e da energia, análise sensorial) e de processo (normas, BPF, POPs, custos, variáveis físicas de processo).

Finalmente, é preciso que o estágio da gestão da qualidade seja alcançado onde, além das evidências comprováveis com emissão de certificados por empresas especializadas e sem vinculação comercial com aquelas que produzem farinhas e gorduras, seja trabalhada também a cultura da empresa para a visão da qualidade das farinhas.

ANEXOS

FIGURA 1
Fluxograma da industrialização de resíduos
do abate de bovinos

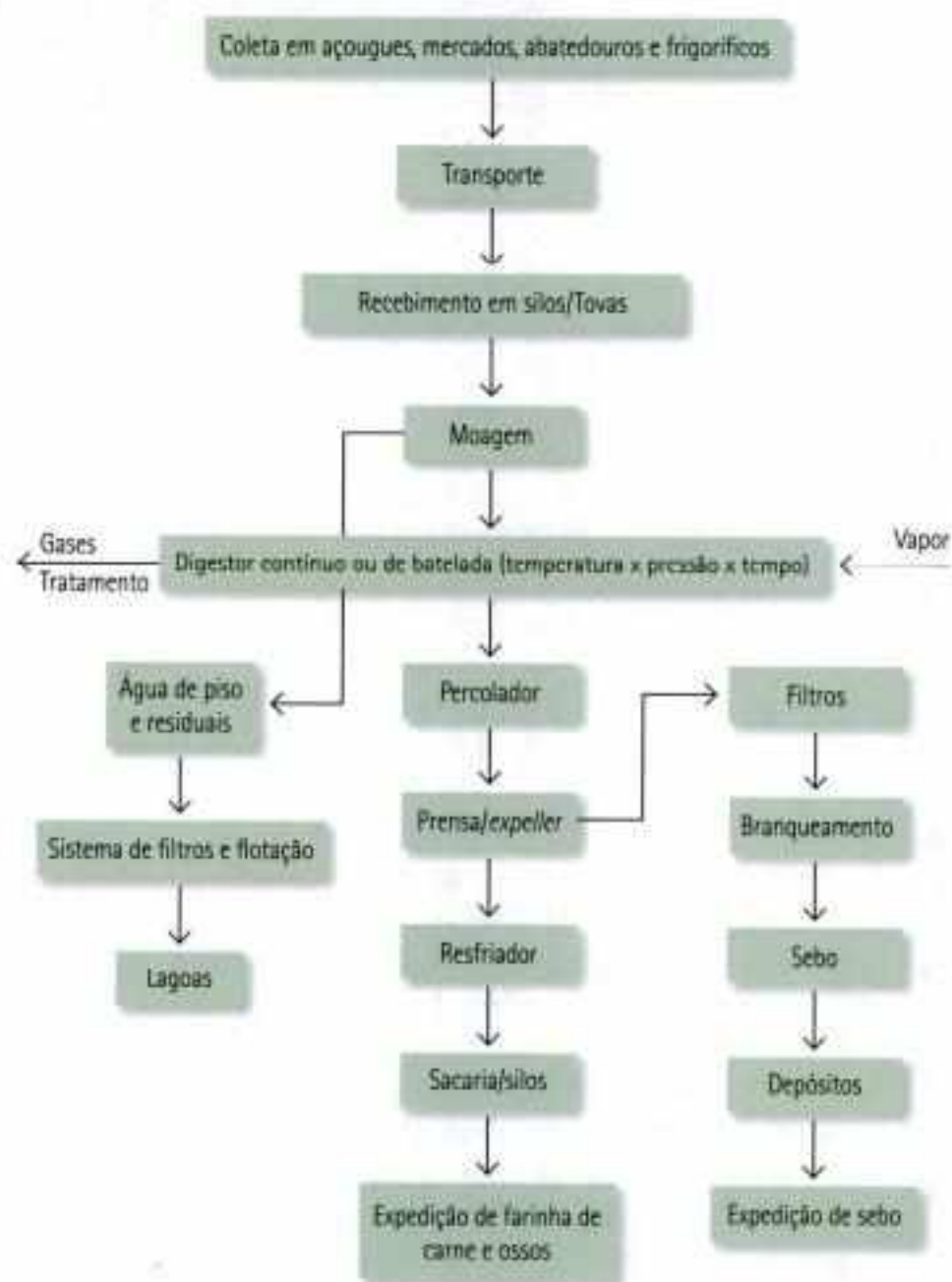


FIGURA 2
Fluxograma da industrialização de resíduos do abate de aves

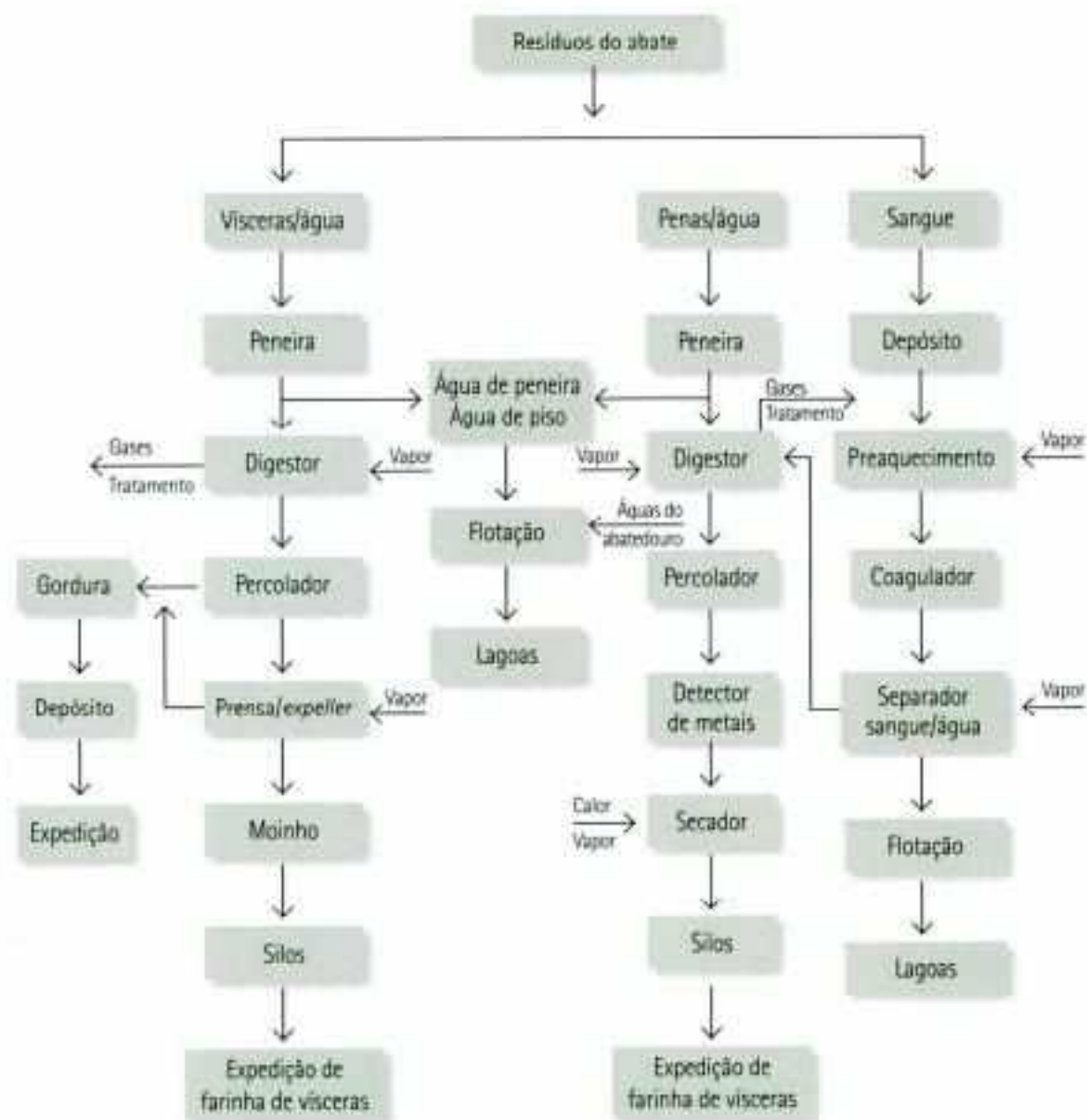


TABELA 1
Padrões físico-químicos e
microbiológicos para farinha de aves

Variáveis	Unidade	Farinhas de aves		
		Penas	Penas e vísceras	Visceras
Umidade (máximo)	%	10	8	8
Proteína bruta (mínimo)	%	80	62	55
Extrato etéreo (mínimo)	%	2	7	10
Matéria mineral (máximo)	%	4	17	15
Cálcio (máximo)	%	—	5	5
Fósforo (mínimo)	%	—	2	1,50
Dig. em pepsina 0,002% (mínimo) ¹	%	40	45	60
Índice de acidez (máximo)	mg NaOH/g	2	2	3
Índice de peróxido (máximo)	mEq/kg	10	10	10
Retenção em peneira 1,4 mm	%	0	0	0
Cor	sensorial	desenvolver teste		
Odor	sensorial	desenvolver teste		
Salmonela	Presença em 25g	Ausência	Ausência	Ausência
Enterobactérias	UFC/g	<100	<100	<100
<i>Clostridium perfringens</i>	UFC/g	—	—	—

Fonte: Compilação de diversas fontes por Cláudio Bellaver.

1. A digestibilidade em pepsina na concentração de 0,0002% é a indicada para melhorar a classificação de farinhas.

TABELA 2:
Padrões físico-químicos e microbiológicos
para farinha de bovinos

Variáveis	Unid.	Carne e ossos				Ossos	Sangue	
		35	40	45	50	Calci- nada	<i>Fresh dried</i>	<i>Spray dried</i>
Umidade (máximo)	%	8	8	8	8		10	8
Proteína bruta (mínimo)	%	35	40	45	50		80	85
Extrato etéreo (mínimo)	%	4	4	8	10			
Matéria mineral (máximo)	%	48	45	40	35	98,00	4,50	4,50
Fósforo (mínimo)	%	6,50	6	5	4	15,00		
Relação cálcio/fósforo (máximo)	Ca:P	2,15:1	2,15:1	2,15:1	2,15:1	2,15:1		
Digest. em pepsina 0,002% (mínimo) ¹	%	30	30	30	30		70	80
Acidez (máximo)	mg NaOH/g	2	2	2	2			
Cloreto de sódio (máximo)	%	1	1	1	1		1	1
Índice de peróxido (máximo)	meq/1000g	10	10	10	10			
Retenção em peneira 2 mm (máximo)	%	5	5	5	5			
Retenção em peneira 3,4 mm (máximo)	%	0	0	0	0			
Cor	Sensorial	Desenvolver teste						
Odor	Sensorial	Desenvolver teste						
Salmonela	Presença em 25 g	Ausência						

Fonte: Compilação de diversas fontes por Cláudio Bellaver.

1. A digestibilidade em pepsina na concentração de 0,0002% é a indicada para melhorar a classificação de farinhas.

TABELA 3
Padrões físico-químicos e microbiológicos para gorduras

Parâmetros	Unidade	Óleo de frango	Sebo bovino	Banha suína
Umidade (máximo)	%	1	1	1
AGTotais (mínimo)	%	98	98	96
Acidez, equivalente ác. oleico (máximo)	%	2	2	1
Índice peróxido (máximo)	mEq/kg	5	5	5
Sabões, como oleato de sódio	ppm	<100	<100	<100
Sódio	%	0	0	0
Potássio	%	0	0	0

Fonte: Compilação de diversas fontes por Cláudio Bellaver.

TABELA 4
Ordem da limitação de aminoácidos em farinhas de carne e ossos bovinos (FCO) e de vísceras de aves (FV)

Aminoácido	FCO	FV
Cistina	1	1
Triptofano	1	2
Treonina	2	3
Isoleucina	3	5
Fen. + tirosina	3	3
Metionina	4	5
Lisina	5	4
Valina	6	5
Histidina	6	5

Fonte: Compilação de diversas fontes por Cláudio Bellaver.

TABELA 5

Análise de conglomerado de farinhas de carne e ossos (FCO) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), tamanho de partículas em μm (DGM), lisina digestível (Lis d), com respectivos desvios-padrão (dp)¹

FCO	Grupo	n	MS	dp	PB	dp	EE	dp	MM	dp	DGM	dp	Lis d	dp
Brasil	1a	6	93,3	0,9	60,3	7,4	13,8	1,9	21,1	5,0	861,7	23,3	84,0	4,1
	1b	8	94,2	1,0	46,8	4,7	14,2	3,5	32,7	2,7	843,3	112,4	83,5	5,0
	1c	15	94,0	1,0	43,5	2,5	10,7	1,2	41,4	3,3	703,6	121,9	81,5	6,1
EUA	2a	11	96,6	0,9	55,3	6,1	17,2	2,9	24,2	3,6	870,9	161,7	62,1	6,4
	2b	21	95,6	1,4	54,2	4,1	16,4	3,8	29,1	3,4	795,1	110,8	74,2	4,9

Fonte: Compilação de diversas fontes por Cláudio Bellaver.

1. As médias dos grupos 1 e 2 são significativamente diferentes.

4



Vitaminas

Regis Regina

Médico-veterinário

INTRODUÇÃO

Antes do século XX as vitaminas eram desconhecidas, embora pesquisadores já tivessem conhecimento de que certos alimentos preveniam algumas doenças, como beribéri e escorbuto. Porém, eles acreditavam que o alimento ideal consistia somente na concentração adequada de proteínas, carboidratos, gorduras e minerais. Ao mesmo tempo, descobriram que alguns animais, com a mesma dieta por longo tempo, não se desenvolviam o suficiente e outros chegavam a morrer. Concluíram que isso se devia à falta de algumas substâncias, que eles não conheciam e eram essenciais para perfeita nutrição e desenvolvimento corpóreo. Depois de muitas pesquisas descobriram a tiamina, ou vitamina B1, solúvel em água. O termo "vitamina" foi criado pelo bioquímico polonês Casimir Funk, em 1912, baseado na palavra latina "vita" (vida) e "amina", que são compostos químicos orgânicos nitrogenados. Naquele tempo pensava-se que todas as vitaminas eram aminas. Apesar do equívoco, o nome manteve-se até os dias atuais. Hoje sabemos que, para o desenvolvimento normal de todas as funções fisiológicas de homens e animais, tecnicamente alimentados, são requisitados, em sua nutrição, além da proteína, carboidratos, aminoácidos, gorduras, minerais etc. É necessária a inclusão de doses corretas de vitaminas. As vitaminas se diferenciam dos oligoelementos, como ferro, zinco, manganês etc., que também são considerados elementos vitais.

Definição

Vitaminas são compostos orgânicos essenciais ao metabolismo dos animais. São necessárias pequenas quantidades para um desenvolvimento saudável, para manutenção e fisiologia da reprodução. A falta de uma ou várias vitaminas na dieta alimentar pode causar inúmeros problemas, como desenvolvimento tardio, distúrbios reprodutivos, problemas nervosos nos tecidos etc.

Composição

Para a nutrição animal são consideradas como essenciais dezesseis vitaminas. Quimicamente, todas as vitaminas contêm

carbono, hidrogênio e oxigênio. As do complexo B, com exceção do inositol, também contêm nitrogênio em suas composições. Algumas vitaminas do complexo B contêm um ou mais elementos minerais na sua estrutura química, como enxofre e cobalto. Muitos ingredientes são ricos em vitaminas, como leveduras, gêrmens de trigo e produtos de origem animal, mas, devido à nutrição cada vez mais tecnificada e exigente nutricionalmente, há necessidade da inclusão de vitaminas sintéticas com níveis extremamente corretos. Com o progresso da química orgânica, da biologia e da modernização das técnicas industriais, está sendo possível a elaboração, em escala industrial, de vitaminas sintéticas com alto grau de pureza, o que facilita sobremaneira a inclusão nas dietas de forma correta. Nos ruminantes, as exigências de vitaminas estão incluídas nos alimentos de qualidade. As vitaminas A, D e E são encontradas nas forragens de boa qualidade. Vitaminas do complexo B e a vitamina K são sintetizadas através dos micro-organismos ruminais e a C, no tecido corpóreo.

Classificação e solubilidade

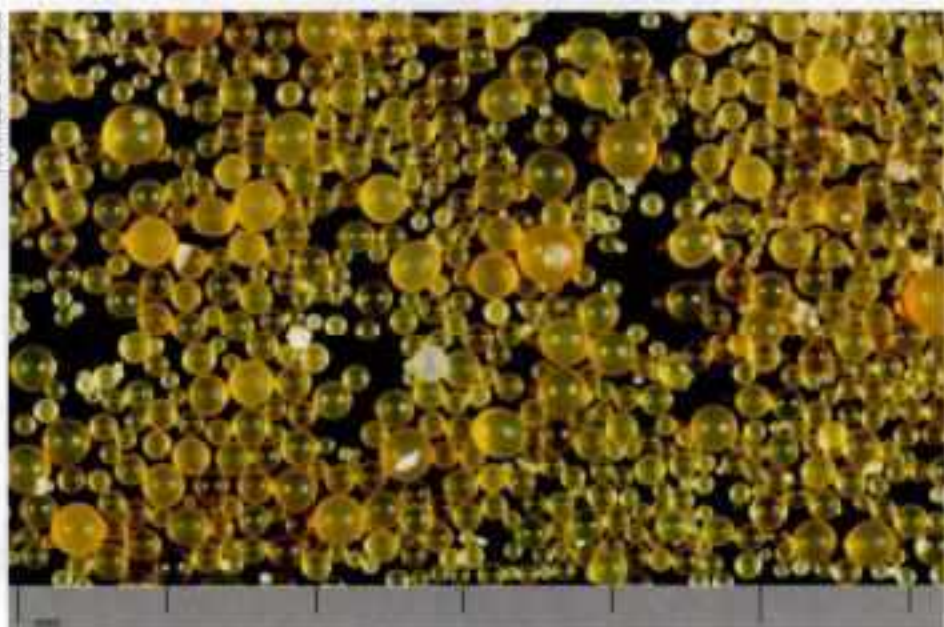
As vitaminas são divididas em lipossolúveis e oleossolúveis, por sua solubilidade nas gorduras. Entre as lipossolúveis estão as vitaminas A, D, E e K. As vitaminas do complexo B, C e outras estão classificadas como hidrossolúveis, ou solúveis em água.

1. VITAMINA A

Todos os animais necessitam de vitamina A. Ela não é encontrada no alimento como vitamina, mas como caroteno, precursor da vitamina A. O caroteno é convertido na parede intestinal ou no fígado. A quantidade de caroteno é medida por UI (unidades internacionais).

1.1. Funções fisiológicas da vitamina A

A vitamina A desempenha papel muito importante no processo de visão ao participar da formação da púrpura visual (rodopsina), que é o receptor com pouca intensidade de luz. A deficiência dessa

*Vitamina A.*

vitamina pode causar a chamada "cegueira noturna". A vitamina A intervém na formação das células epiteliais da pele, na membrana do tecido respiratório, digestivo, geniturinário etc. Algumas vitaminas são estocadas no organismo em grandes quantidades; outras, apenas em pequena porção. O fígado tem condições de estocar grande quantidade de vitamina A nas células do parênquima hepático, sob a forma de palmitato. Alguns estudos comprovam que o fígado pode estocar quantidade de vitamina A suficiente para proteger o animal durante longo período de escassez de alimentos, mas, por outro lado, alguns fatores destroem ou reduzem a potencialidade dessa vitamina, como:

- aquecimento durante a armazenagem ou na produção (peletizações, extrusões com excesso de temperatura);
- longos períodos de armazenagem ou armazenagem incorreta;
- grande exposição ao ar e também ao sol;
- oxidações dos óleos e gorduras nos alimentos.

1.2. Deficiências da vitamina A

Os principais sintomas da deficiência da vitamina A são: dificuldade da visão com pouca intensidade luminosa, cujo mal pode

ser minimizado com a adição dessa vitamina à dieta; queratinização do tecido epitelial; degeneração do trato respiratório, do trato intestinal e do trato urinário. Os tecidos afetados apresentam grande suscetibilidade às infecções, incluindo pneumonia e doenças da pele causadas por micro-organismos. Nos animais de produção, diarreias, desenvolvimento tardio, perda de peso e alta conversão alimentar são sintomas comuns da falta dessa vitamina.

1.3. Características da vitamina A

Pode ser produzida e comercializada nas formas de acetato de vitamina A e palmitato de vitamina A. Na forma de acetato, pó cristalino; e de palmitato, como oleosa cristalina. São insolúveis em água, muito solúveis em éter e também em óleos.

2. VITAMINA D

A vitamina D é importante para o metabolismo de absorção do cálcio e do fósforo no organismo. É popularmente conhecida como "vitamina do sol". É lipossolúvel e armazenada no organismo. Ela pode ser encontrada em duas formas: ergocalciferol (vitamina D2) e colecalciferol (vitamina D3). Suas estruturas bioquímicas diferem apenas no tamanho das cadeias e ambas as formas demonstram ter o mesmo valor para ratos, suínos, cães, bezerros e o ser humano. A D3 é muito mais eficaz para pintos, perus, outras aves e alguns primatas. As vitaminas D2 e D3 são formadas pela radiação ultravioleta dos esteróides ergosterol e 7-deidrocolesterol, o primeiro é produzido nos vegetais e o segundo nos animais. A principal fonte de vitaminas D2 e D3 é o óleo de fígado de peixes, mas a D3 pode ser encontrada também nos queijos, na manteiga e, em menor quantidade, nos ovos de galinha.

2.1. Funções fisiológicas da vitamina D

A vitamina D favorece a absorção de cálcio pela mucosa intestinal e estimula a incorporação de cálcio e fósforo nas matrizes ósseas. A carência dessa vitamina provoca problemas sérios na calcificação,



Vitamina D3.

o que resulta em ossos com estrutura frágil, quebradiços, que se deformam com pouco esforço. A vitamina D tem papel importante na eliminação de fósforo pelos rins, pois ajuda a absorção de fósforo nos túbulos renais; uma consequência da deficiência dessa vitamina, é um aumento da eliminação do fósforo com a urina, ocasionando grandes transtornos aos animais. A vitamina D forma-se na pele a partir das provitaminas D (7-deidrocolesterina e ergosterina), sob a ação dos raios ultravioleta da luz do sol. Sabe-se também que a bile tem papel fundamental, pois estimula a absorção da vitamina D no intestino.

Comercialmente, essa vitamina é apresentada na forma de um pó branco cristalino ou amarelado. Ela é insolúvel em água, mas solúvel em óleo e muito solúvel em éter.

2.2. Deficiências da vitamina D

A deficiência da vitamina D, da mesma forma que o desequilíbrio de cálcio e fósforo nas dietas, geralmente ocasiona o raquitismo nos organismos em fase de crescimento e osteomalacia nos indivíduos adultos. O raquitismo é causado pela diminuição do cálcio nos ossos dos jovens e a osteomalacia, perda de cálcio nos ossos já formados (adultos). Nos animais a deficiência se manifesta como falta de apetite, perda de peso, piora da conversão alimentar, baixa eclodibilidade dos ovos, problemas de reprodução com baixa fertilidade, fragilidade dos ossos etc.

3. VITAMINA E

A vitamina E é comumente encontrada na natureza sob a forma química de tocoferóis. O germen de trigo; várias hortaliças, como alface, espinafre, couve; o leite; a manteiga; o óleo de soja; alguns órgãos animais, como hipófise, baço e pâncreas são ricos em vitamina E. Nos animais, a vitamina E encontra-se em quase todos os tecidos do organismo, e sua maior concentração está nos tecidos do útero, testículos, suprarrenais e hipófises, bem como no fígado. Podemos encontrar os tocoferóis em quatro formas: alfa, beta, gama e delta. A forma alfa é muito mais ativa, se comparada com as outras, por isso a mais utilizada comercialmente, sob a forma sintética. Os tocoferóis são resistentes ao calor, mas destruídos por gorduras rancificadas nos alimentos.

3.1. Funções fisiológicas da vitamina E

A vitamina E é indispensável à maioria dos animais e sua deficiência pode causar inúmeros e graves transtornos. Ela é essencial ao processo reprodutivo de várias espécies e sua deficiência causa degeneração testicular, principalmente em suínos e cães, morte fetal e nascimentos de gerações fracas, em animais de laboratórios. Experimentalmente, a deficiência dessa vitamina não causou falhas na reprodução de caprinos, bovinos e ovinos, nem provocou diminuição de fertilidade em animais experimentais (ratos). Em bezerros, a



Vitamina E.

RONALDO SANDRES

deficiência pode causar a "doença do músculo branco", com sintomas de fraqueza do músculo das pernas e consequente dificuldade de locomoção. A vitamina E também estimula a produção de alguns hormônios, bem como age na permeabilidade celular.

Outra função importante da vitamina E é como potente antioxidante, que neutraliza os radicais livres e evita a peroxidação dos lipídeos no interior das membranas. A peroxidação dos lipídeos destrói a estrutura celular, ocasionando transtornos no metabolismo animal. Observaram-se algumas correlações entre vitamina E e selênio.

3.2. Deficiências da vitamina E

A deficiência da vitamina E resulta em problemas no desenvolvimento dos animais, degeneração da musculatura, doenças nervosas, como a encefalomalácia das aves. Também é possível verificar aumento da predisposição à oxidação das gorduras corporais, degeneração dos testículos dos cães, bezerras e frangos, diminuição da fertilidade em alguns animais, diátese exudativa nas aves etc.

4. VITAMINA K

A vitamina K se apresenta em formas distintas e podemos dividi-la em dois grupos: a vitamina K1 e a K2. A K1 se encontra em verduras como a alface, em frutas, tomates, batatas etc.; a K2, em substâncias animais e microbianas. Geralmente, essa vitamina é muito estável nos alimentos. A estrutura básica de todas as vitaminas K é a menadiona, que tem a mesma função da vitamina K, mas qualitativamente, distinta. A vitamina K é importantíssima na coagulação sanguínea, pois intervém na formação da protrombina e em outros fatores da coagulação. Com a deficiência dessa vitamina, a velocidade da coagulação sanguínea é reduzida e conseqüentemente, aumenta a possibilidade de hemorragias.

4.1. Deficiência da vitamina K

A deficiência pode ocorrer devido a problemas na digestão intestinal e também por ingestão de produtos terapêuticos, antagônicos a essa vitamina. Sulfas, antibióticos, que alteram a flora microbiana, e

a ingestão acidental de dicumarina podem levar à deficiência, com hemorragia em diversos órgãos, principalmente no tecido subcutâneo.

5. VITAMINA C

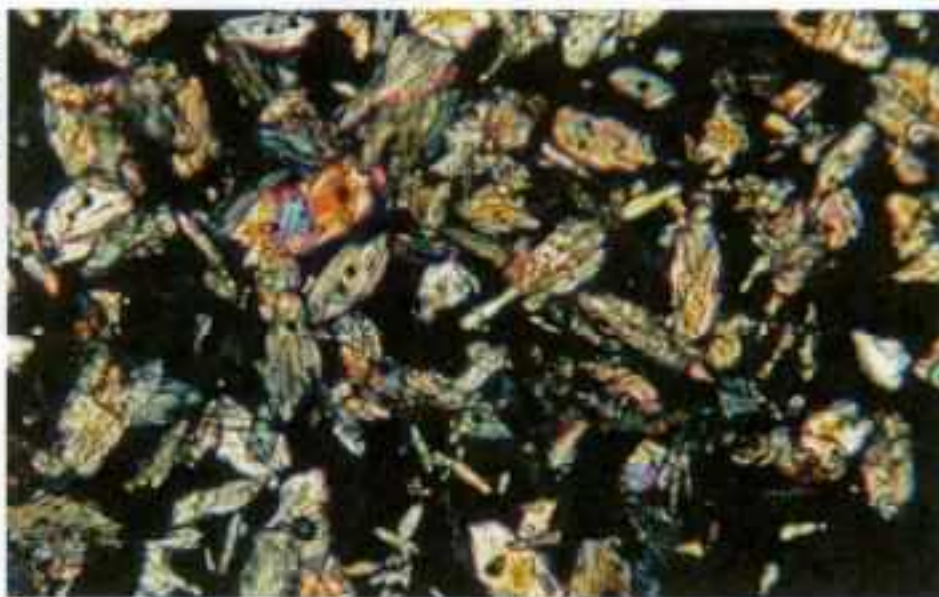
A vitamina C (ácido ascórbico) tem como função preponderante a hidroxilação do colágeno, que é a proteína fibrilar cuja principal ação é dar resistência aos ossos, tendões, dentes e parede dos vasos sanguíneos. Estudos confirmam também que essa vitamina é antioxidante, transformando os radicais livres de oxigênio em formas inertes. Não se tem observado deficiência dessa vitamina em animais de criação, somente algumas evidências nos períodos de stress. Essa vitamina é necessária para seres humanos, cobaias e alguns primatas. São fontes dessa vitamina a laranja, o pimentão, a acerola, o morango etc.

6. VITAMINA B1

A vitamina B1 (hidrossolúvel) é também denominada "tiamina" por ter em sua estrutura uma molécula de tiazol e outra de piramidi-na, ligadas por uma ponte de metileno. Sua principal função é metabolizar os hidratos de carbono; atuando na descarboxilação do piruvato para acetato, combinado com a coenzima A, para entrar no ciclo carboxílico. Essa é a reação química para o aproveitamento dos carboidratos, para prover a energia para todos os processos vitais. Essa vitamina é necessária ao metabolismo de todas as espécies vegetais e animais. Ela é absorvida no intestino delgado, enviada ao fígado, onde processa a fosforilação, sob a ação do ATP, para formar a cocarboxilase. Ingestões superiores às necessidades são eliminadas na urina.

6.1. Deficiências da vitamina B1

Quando ocorre deficiência de tiamina, há o acúmulo dos ácidos pirúvicos e lácticos no sangue. Doenças como o beribéri nos homens e a polineurite nas aves são sinais de adiantada deficiência dessa

*Vitamina B1.*

vitamina. Outros sintomas de deficiência são bradicardia, ou desaceleração das pulsações do coração; edema, dilatação do coração; distúrbios gastrintestinais, inapetência. Em suínos, particularmente, a deficiência provoca grande perda de peso, por causa da inapetência, vômitos, temperatura alterada, além de sintomas nervosos e alterações cardíacas. Nas aves, ocasiona inapetência, desequilíbrio digestivo, convulsões e polineurite num estágio adiantado. Nos pintos, com dieta tiamino-deficiente, os sinais de deficiência aparecem ao redor de dez dias, e a recuperação é prontamente estabelecida com a adição dessa vitamina à dieta. Alguns alimentos naturais são ricos em vitamina B1, como fermento de cerveja, arroz integral, trigo integral, ervilha, feijão, fígado, rim, carne de suínos, gema de ovo etc. Na forma sintética, é encontrada no mercado como cloridrato de tiamina.

7. VITAMINA B2

A vitamina B2 (hidrossolúvel), denominada "riboflavina", é um composto orgânico. A presença do grupo flavina apresenta propriedades espectroscópicas com coloração amarela e alaranjada e com propriedades de fluorescência. Além da síntese do rúmen e do ceco, a síntese intestinal foi comprovada em seres humanos e animais de

laboratórios (ratos). Sabe-se que dietas altas em proteína, sacarose, celulose ou lactose podem dificultar essa síntese. Por outro lado, amido ou dextrina podem aumentar a síntese. A vitamina é fosforilada nas paredes intestinais e carregada pelo sangue para as células dos tecidos sob a forma de fosfatos (flavoproteína). A riboflavina pode ser encontrada em quase todas as células vivas. Na forma livre, a vitamina B2 aparece em maior quantidade no leite e na urina. Os alimentos ricos em riboflavina são fígado, rim, coração, peixe, queijo, ovo e algumas verduras. Quando ingerida quantidade superior às necessidades orgânicas, é eliminada pela urina, sob a forma de riboflavina livre. A riboflavina é importante na liberação de energia do alimento e na assimilação dos nutrientes. Nos alimentos para frangos, poedeiras, suínos e outras espécies, a suplementação se torna necessária, e na forma sintética, em premixes específicos.

7.1. Deficiências da vitamina B2

Nos pintos de corte e de postura, a deficiência da vitamina B2 provoca paralisia das pernas, fazendo os pintos andarem sobre as juntas das pernas e com os dedos curvados para dentro. A diarreia nessas aves é comumente observada. Nos suínos a deficiência causa pernas tortas, paralisia, erupções na pele e problemas oculares; nas poedeiras, queda na produção de ovos, baixo consumo de alimento; nas matrizes de postura e corte, problemas no índice de incubação; nos seres humanos, problemas oftalmológicos, sulcos à volta da boca, problemas epidérmicos, fotofobia e conjuntivite.

8. VITAMINA B6

A vitamina B6 é um grupo de substâncias: piridoxina, piridoxal e piridoxamina. Sabemos que essas substâncias estão sempre associadas e funcionam conjuntamente. A vitamina B6 é um metabólico importante para várias espécies animais. Ela funciona em vários sistemas enzimáticos, sendo também responsável pelo metabolismo proteico, ajudando no metabolismo dos aminoácidos, principalmente o triptofano e sua conversão em niacina. Essa vitamina torna-se importante para o crescimento saudável de aves e suínos, principalmente.



Vitamina B6.

A vitamina B6 é absorvida no intestino delgado, porém não excretada totalmente pelos rins, ficando parte retida nos tecidos musculares. Sua forma sintética é conhecida como cloridrato de piridoxina.

A vitamina B6 é encontrada em vários alimentos, como germen de trigo, aveia, arroz integral etc., sendo rara sua carência.

8.1. Deficiências da vitamina B6

Alguns sintomas da carência dessa vitamina: diminuição do apetite, mau aproveitamento dos alimentos, engrossamento da pele, dermatites, fissuras nas patas, paresias (dificuldade de locomoção), penas eriçadas nas aves etc.

9. VITAMINA B12

Compostos de vitamina B12 têm sua estrutura muito complexa e são constituídos de um grupo composto de cobalamina, sendo a mais conhecida e importante a cianocobalamina. A estrutura molecular dessa vitamina, que é bastante complexa, possui um átomo de cobalto. A vitamina B12 só é encontrada em produtos animais ou no metabolismo dos micro-organismos. A síntese da vitamina B12 no trato digestivo é essencial para os animais.



FOTÓGRAFIA: JACQUES/ISTOCK

Vitamina B12.

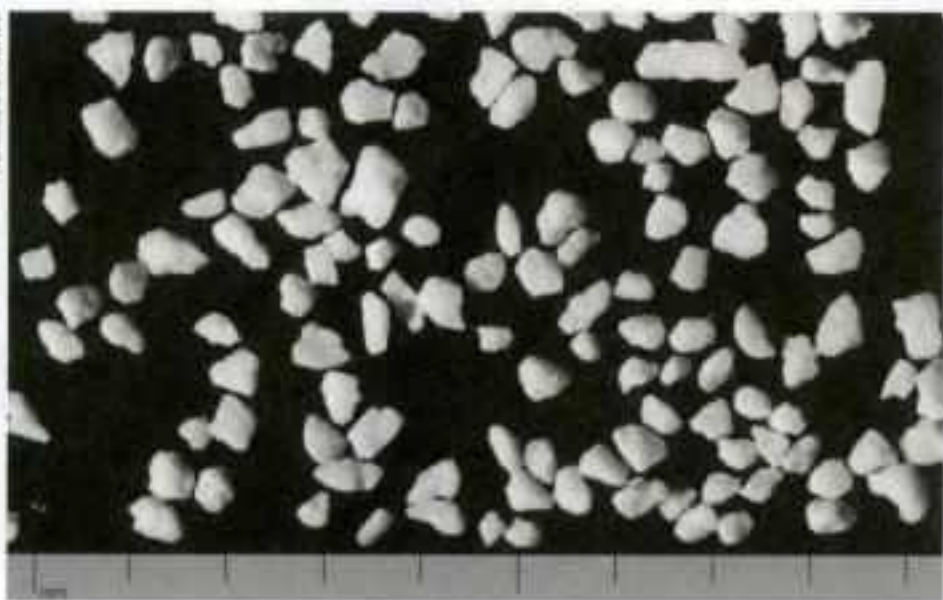
Ela atua como coenzima em várias reações metabólicas. Exerce diversas funções no organismo, sendo a principal delas a atuação como fator essencial no crescimento dos animais e na formação dos glóbulos sanguíneos da bainha dos nervos e de proteínas.

9.1. Deficiências da vitamina B12

A deficiência dessa vitamina se manifesta por alguns sinais como retardo no crescimento, aumento da conversão alimentar, pelagem eriçada e dermatites. Numa carência avançada, pode aparecer alteração no quadro hemático, como anemia. Nos seres humanos que fazem dietas somente com vegetais pode aparecer essa deficiência, denominada "anemia perniciosa dos homens". Relacionadas ao sistema nervoso dos suínos estão a incoordenação dos movimentos e dores nas patas traseiras.

10. NIACINA

A niacina (ácido nicotínico) e a nicotinamida (niacínamida) têm os mesmos efeitos vitamínicos. A nicotinamida é hidrossolúvel e funciona no organismo como componente de duas coenzimas: a nicotinamida dinucleotídeo, ou NAD, e a nicotinamida adenina dinucleotídeo

*Niacina.*

fosfato, ou NADP. Tem importantes vínculos nas reações associadas com o metabolismo das proteínas, dos carboidratos e dos lipídeos. A descoberta dessa vitamina se deu pela procura da cura da pelagra, que é uma doença caracterizada por 3 Ds, ou seja: dermatite, de cor escura, espalhada por todo o corpo, diarreia e demência, ou transtornos mentais. Essa doença causou a morte de milhares de pessoas, principalmente na década de 1930.

A niacina é também conhecida como vitamina PP ou Fator de Prevenção à Pelagra, desordem nutricional causada pela deficiência de niacina e de triptofano nas células.

A niacina pode ser sintetizada no organismo a partir do aminoácido triptofano, tanto pela flora intestinal quanto nos tecidos. Antigamente a dieta era à base de milho em vários países. O milho contém niacina, mas por sua forma ligada não é utilizável pelo organismo, causando deficiência. Isso ocorre também em dietas ricas em sorgo, bastante comum na Índia e em outros países dessa região, onde se verificaram vários surtos de pelagra. O tratamento desses cereais com hidrólise alcalina aumenta a liberação dessa vitamina, ocasionando melhor assimilação pelo organismo. A vitamina é amplamente encontrada nos cereais, porém em alguns apresenta baixa disponibilidade. As melhores fontes são os ingredientes de origem animal, fermentos de destilaria etc.

10.1. Deficiências da niacina

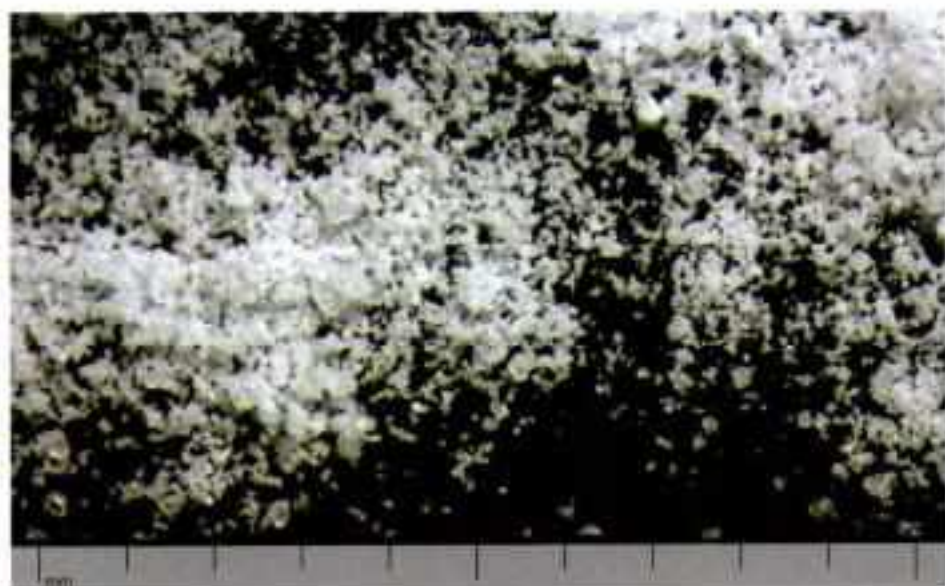
A deficiência de niacina pode provocar inapetência, mau empenamento e mau desenvolvimento. Nos suínos causa retardamento do crescimento, dermatites e problemas digestivos, entre outros.

11. ÁCIDO PANTOTÊNICO

O ácido pantotênico é componente da coenzima A, importante no metabolismo dos carboidratos e ácidos graxos. Essa vitamina é essencial para todos os animais. Nos ruminantes é sintetizada no rúmen, sem necessidade da suplementação nos alimentos. A síntese intestinal dessa vitamina foi constatada em todas as espécies. O ácido pantotênico é encontrado em muitos ingredientes de origem vegetal e animal. Farelos de trigo, de arroz e de amendoim são ricos nessa vitamina.

11.1. Deficiências do ácido pantotênico

Em aves, aparece mau desempenho produtivo, problemas de empenamento, lesões da pele, com formações de crostas principalmente ao redor do bico. As pálpebras ficam com aspecto granuloso e coladas. Os suínos com essa deficiência ficam com a pele escamosa,



Ácido pantotênico.

pelos finos; secreção em volta dos olhos e diarreia, bem como dificuldade de locomoção, com o peculiar sintoma "passo de ganso". Em animais com alimentação balanceada a deficiência dessa vitamina é improvável.

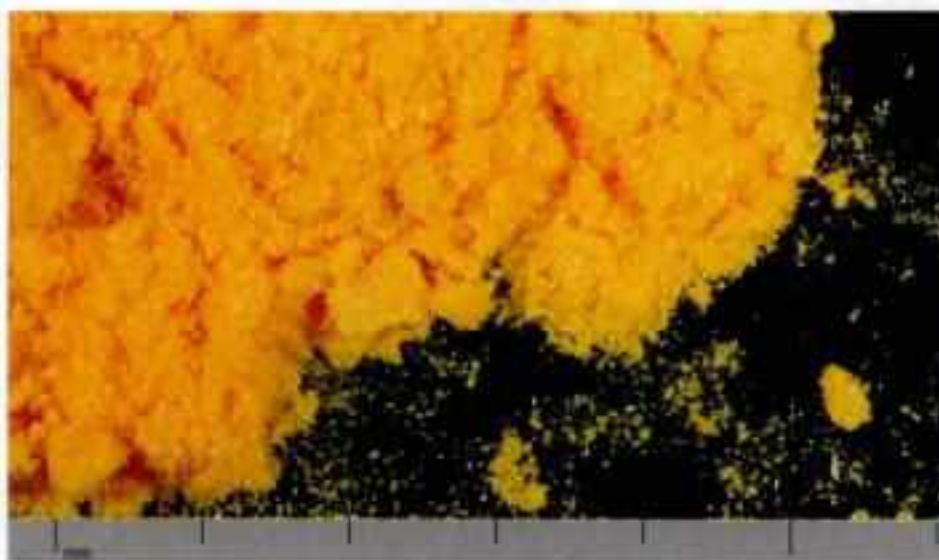
12. BIOTINA

A biotina é encontrada na forma livre nas verduras, frutas e leite. Aparece também unida à proteína e em tecidos animais, sementes vegetais e levedura. A biotina é importante no metabolismo dos carboidratos e das gorduras. Além de ser um componente de vários sistemas enzimáticos, está implicada tanto na fixação do dióxido de carbono como na descarboxilação.

12.1. Deficiências da biotina

Em aves pode aparecer dermatite com crostas na região plantar dos pés e dermatite seborreica. Problemas reprodutivos, baixa eclosão de ovos também podem ser considerados como causas dessa deficiência. Nos suínos a deficiência de biotina acarreta crescimento lento, problemas reprodutivos, dermatites generalizadas com perda de peso, pododermite com claudicação.

RONALDO SANCHES



Ácido fólico.

13. ÁCIDO FÓLICO

O ácido fólico, também chamado de folacina e conhecido como vitamina B9, é uma vitamina hidrossolúvel pertencente ao complexo B. Os compostos com atividade do ácido fólico contêm sempre uma ou várias moléculas de ácido glutâmico, que contribuem para a atividade biológica dessa vitamina. Está intimamente relacionada com a vitamina B12. O ácido fólico se encontra bem distribuído em produtos vegetais e animais. Soja e outros grãos e vários produtos de origem animal são ricos nessa vitamina. Dos animais, as aves são as que requerem maior concentração dessa vitamina.

13.1. Deficiências do ácido fólico

Entre os vários sintomas de deficiência, podemos citar principalmente a anemia macrocítica, hipercrômica, denominada "anemia megaloblástica". Também pode ocorrer a leucopenia, ou redução das células brancas do sangue. No sistema digestivo, a deficiência se manifesta em forma de gastrite hemorrágica. Apatia, deficiência no crescimento, baixa produção de carne e ovos constituem outros sintomas.

Referências

- ANDRIGUETO, José Milton et al. *Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos*. São Paulo: Nobel, v. 1, 2006.
- BERTECHINI, Antonio G. *Nutrição de monogástricos*. Editora da UFPA, 2006.
- CHEEK, Peeter R. *Applied animal nutrition – feeds and feeding*. 3ª ed. Prentice Hall, 2004.
- CHURCH, D. C. "Digestive physiology and nutrition of ruminants", in: *Journal of Dairy Science*, v. 53, nº 9, 1970.
- CUNNINGHAM, James G.; KLEIN, Bradley G. *Tratado de fisiologia veterinária*. 4ª ed. São Paulo: Elsevier, 2008.
- GILLESPIE, James R. *Animal nutrition and feeding*. Delmar Publishers, 1987.
- KOLB, Erich. *Fisiologia veterinária*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

5

Minerais

Regis Regina

Médico-veterinário

Antonio Gilberto Bertechini

Zootecnista

INTRODUÇÃO

Os minerais são substâncias inorgânicas necessárias ao organismo animal em pequena quantidade. Eles são divididos em dois grupos, com base nas quantidades exigidas por espécie animal. Em maior quantidade, eles são denominados **macrominerais** (página 177) e incluem cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), cloro (Cl), cloreto de sódio (NaCl), magnésio (Mg) e enxofre (S). Em menor quantidade, são denominados **microminerais** (página 190) e incluem ferro (Fe), manganês (Mn), iodo (I), cobalto (Co), cobre (Cu), zinco (Zn), selênio (Se) etc.

Metabolismo dos minerais

Os minerais constituem parte importante do organismo animal, representando de 3% a 4% do peso vivo das aves e de 2,8% a 3,2% dos suínos. Os primeiros estudos sobre fontes de minerais para rações datam da década de 1950, quando se iniciou a suplementação mineral para resolver problemas ósseos e de desempenho das aves. Por outro lado, a importância da suplementação mineral para monogástricos e poligástricos aumentou nos últimos anos devido a uma série de fatores relacionados à produção desses animais. Podemos citar o melhoramento genético, que propiciou o surgimento de animais com maior velocidade de ganho de peso, maior produção de leite e de carne em bovinos, maior leitegada em suínos, excelente produção de ovos em poedeiras comerciais etc. Muitos fatores influíram de forma decisiva para o aumento dos cuidados no fornecimento mineral de nutrição mais adequada para os animais: o modelo de criação moderna em confinamento, que retira os animais do contato com a terra, que é importante fonte mineral; a retirada ou redução do uso de farinha de origem animal nas rações devido a problemas sanitários, sendo essas ricas em minerais; rações à base de ingredientes vegetais são pobres em minerais, e o uso de rações de maior densidade desses ingredientes, implica também aumento da suplementação dos minerais e aumento da preocupação com a excreção de minerais no ambiente.

O conhecimento dos mecanismos de absorção e do metabolismo dos minerais é de grande importância a todos aqueles que lidam

com a nutrição, principalmente nos dias atuais, quando os profissionais devem estar atualizados com as tendências mundiais, e o meio ambiente, além da própria nutrição, não pode ser deixado de lado. Os minerais estão presentes em concentrações diversas nos tecidos dos animais e em todos os ingredientes comumente utilizados nas formulações de rações.

O processo de absorção para todos os **macrominerais** ainda não está bem definido. Para elementos como cálcio, sódio, potássio e cloro, existem processos definidos; por outro lado, a absorção de fósforo, magnésio e enxofre é permeada de controvérsias. De qualquer forma, a absorção dos minerais, que são importantes para o equilíbrio eletrolítico, ocorre ao longo do trato digestório, por processo de difusão passiva e/ou transporte ativo, com dependência do gradiente eletroquímico dos compartimentos intra e extracelulares. Existe troca constante de Na e K via bomba de Na⁺, que é a base de transferência de glicose e aminoácidos para o interior das células.

No caso de aves e suínos, o organismo consegue regular o conteúdo de sódio orgânico através da absorção e excreção. Normalmente o uso de dietas pobres em Na pode diminuir o nível de consumo de ração, devido à redução do consumo de água. Por outro lado, se aumentar na dieta o conteúdo de Na, poderá ocorrer aumento do consumo de água e, como resultado, um ajuste no consumo alimentar. A absorção de cloro está associada ao equilíbrio eletroquímico, sendo realizado por mecanismos ativos ao longo do trato intestinal, principalmente na região ileal. Já o potássio, tem preferência de absorção ao longo do intestino delgado, podendo ocorrer também em menor escala no intestino grosso. A maior parte do potássio é absorvida por difusão, tendo facilidade de entrada para o interior dos enterócitos.

No caso dos **microminerais**, estudos mais recentes evidenciam locais, tipos de absorção e interação com outros nutrientes e não nutrientes das dietas que define a absorvibilidade, que é extremamente importante na nutrição animal. Genes que controlam a síntese de proteínas de absorção, como a metalotioneína e o superóxido dismutase, já foram isolados e reconhecidos como participantes da absorção de zinco e manganês, respectivamente. A absorção de ferro já foi muito estudada e os relatos indicam que existe controle no nível da parede intestinal através da apoferritina. Por outro lado, tem-se verificado que algumas formas de ferro são mais absorvíveis

que outras e, de maneira geral, ocorre maior absorção quando existe maior demanda do microelemento. Assim, animais na fase inicial e de crescimento demandam mais ferro e também conseguem maior taxa de absorção, que é naturalmente baixa, e, no organismo, é armazenado na forma de ferritina hepática.

As necessidades orgânicas reais de minerais para manutenção de boa nutrição dependem de uma série de fatores, e a absorção é o ponto fundamental para o aproveitamento dos minerais. De maneira geral, existe uma barreira intestinal (condições físico-químicas, pH e viscosidade intestinal) que dificulta a absorção da maioria dos minerais. Assim, os níveis dietéticos às vezes se apresentam muito além das necessidades reais, resultando na baixa taxa de aproveitamento mineral e com conseqüente poluição ambiental pelo excesso de excreção.

A utilização de enzimas pode alterar as características intestinais e favorecer a absorção de macro e microminerais, e esse fato já foi comprovado principalmente para as enzimas como fitase, xilanase, galactosidase entre outras, afetando a absorção dos minerais. A absorção do cálcio está diretamente relacionada com a demanda orgânica desse elemento, para o que há mecanismos hormonais de controle bem conhecidos. Por outro lado, existem diferenças de biodisponibilidade com relação às fontes, conteúdo de cálcio, nível dietético e granulometria, e, para o calcário, o seu grau de dureza, que é importante principalmente para poedeiras. Tanto a falta de cálcio na dieta como seu excesso trazem inúmeros prejuízos nutricionais.

MACROMINERAIS

1. CÁLCIO E FÓSFORO

O cálcio e o fósforo são macrominerais de suma importância no organismo animal. Estão intimamente associados no metabolismo e combinados entre si na maioria das vezes, pois a carência de um ou de outro limita o valor nutricional de ambos. Aproximadamente 99% de cálcio e 80% de fósforo acham-se presentes nos ossos e dentes, porém esse percentual pode sofrer alterações de acordo com cada organismo, condições corporais etc. Os minerais dos ossos possuem uma fase amorfa, ou não cristalina, que é o fosfato tricálcico hidratado. Sabemos que as cinzas dos ossos contêm de 35% a 38% de cálcio e de 16% a 18% de fósforo, normalmente, de modo que esses ingredientes são necessários nas dietas na relação de 2:1 e 1:2. A presença da vitamina D nas dietas é importantíssima para absorção de cálcio e fósforo pelo organismo. Apenas 1% do cálcio orgânico ocorre fora dos ossos e dentes, podendo ser encontrado nos diversos órgãos e no plasma sanguíneo. O fósforo constitui de 0,16% a 0,20% da composição dos tecidos moles.

Entre as várias funções desses elementos, podemos indicar que eles afetam o desenvolvimento saudável dos animais, sua reprodução, a conversão de vitaminas e sua utilização, a coagulação do sangue, a ativação de diversas enzimas e hormônios etc. A absorção de cálcio e fósforo no organismo depende de sua solubilidade no ponto de contato com as membranas absorventes do trato digestivo. Isso se aplica tanto pelos solúveis quanto pelos insolúveis, que se tornam solúveis ao passar por esse trato digestivo. A digestibilidade verdadeira se deduz pelo consumo e pela correção das perdas fecais e urinárias, normalmente denominada disponibilidade, que originaram as expressões: cálcio disponível, fósforo disponível, e também para outros minerais. Os fosfatos bicálcico, monocálcico, monoamônio, tricálcico têm alta disponibilidade, enquanto os fosfatos de rocha apresentam baixa disponibilidade, além de maior percentual de flúor.

1.1. Principais funções do cálcio

- Essencial à formação e manutenção óssea.
- Importante para os dentes.
- Essencial para a secreção normal de leite.
- Necessário para o eficiente desempenho dos animais.
- Essencial para a boa produtividade das aves e qualidade da casca dos ovos.
- Participação na coagulação do sangue.
- Participação na contração dos músculos esqueléticos cardíacos.
- Essencial à transmissão de estímulos nervosos.
- Ativador de enzimas.

1.2. Alguns fatores que influenciam na utilização do cálcio alimentar

- Adequado nível de cálcio e fósforo.
- Nível e tipo de vitamina D.
- Idade dos animais (jovens são mais eficientes).
- Biodisponibilidade.
- pH do intestino delgado (acidez favorece a absorção).
- Condições sanitárias dos animais (várias doenças interferem na absorção de nutrientes).

1.3. Sintomas de deficiência do cálcio

- Crescimento retardado.
- Deformações ósseas.
- Raquitismo nos animais jovens e osteomalacia nos adultos.
- Nascimento de animais fracos e natimortos, principalmente leitões.
- Redução na produção de ovos, e ovos com defeitos na casca.
- Redução na produção de leite.
- Doenças carenciais.

1.4. Principais funções do fósforo

- Participação na estrutura óssea.
- Metabolismo energético.

- Metabolismo de carboidratos, aminoácidos, gorduras.
- Equilíbrio acidobásico do sangue.
- Transporte de gorduras.

1.5. Alguns fatores que afetam o aproveitamento do fósforo

O excesso de cálcio de alta solubilidade intestinal (granulometria fina) resulta em redução de absorção de fósforo devido à formação de fosfatos insolúveis no intestino delgado. Por outro lado, o excesso de fósforo é mais prejudicial que o de cálcio, pois a absorção de cálcio independe do nível de fósforo na dieta, e é importante afirmar que a absorção de fósforo é dependente da absorção de cálcio.

1.6. Principais sintomas da deficiência do fósforo

- Perda de apetite, fragilidade óssea e eventual morte (deficiência severa).
- Raquitismo no animal jovem e osteomalacia nos adultos (deficiência menos severa).
- Crescimento retardado.
- Problemas reprodutivos, com baixa fertilidade.
- Baixa produção de carne, leite, ovos etc.
- Deformação da casca dos ovos.
- Nódulos nas junções da costela das aves.

1.7. Formas de fornecimento do fósforo

A biodisponibilidade do fósforo varia entre as fontes. O fósforo inorgânico e o de fontes proteicas de origem animal são considerados como tendo 100% desse mineral disponível. No entanto, o de origem vegetal possui disponibilidade média de um terço do total analisado. A disponibilidade do fósforo vegetal depende do teor de ácido fítico presente nos ingredientes.

O feno de alfafa não possui fósforo fítico, enquanto o farelo de arroz apresenta maior fração de ácido fítico, em torno de 86%. Os animais jovens têm maior dificuldade de aproveitar o P fítico comparativamente com animais adultos. Os vegetais possuem certa

quantidade de fitase, que também pode contribuir para a solubilização de parte do fósforo quelatado no fitato; porém, essa contribuição é muito pequena. Para melhorar a disponibilidade do ácido fítico pode ser utilizada a fitase, que já existe no mercado. Produzida através de fermentação, de fato tem efeitos significativos na melhoria da disponibilidade do P fítico. Pesquisas realizadas por Borrmann et al. (2001) com poedeiras evidenciaram a eficácia dessa enzima, e o uso de 300 FTU de fitase foi suficiente para economizar 0,1% de fósforo disponível na dieta. Para frangos de corte, existe a necessidade da adição de 500 FTU para obter a mesma liberação de 0,1% de fósforo disponível no alimento (Bertechini, 2006).

TABELA 1

Conteúdo de fósforo de alguns ingredientes vegetais

Ingredientes	P total (%)	Fítico (%)	Não fítico (%)
Alfafa 17% PD	0,28	0,00	0,28
Milho	0,26	0,17	0,09
Sorgo	0,31	0,21	0,10
Farelo de arroz	1,67	1,44	0,23
Farelo de soja	0,66	0,38	0,28
Trigo	0,30	0,20	0,10

Fonte: International Minerals & Chemical Corporation.

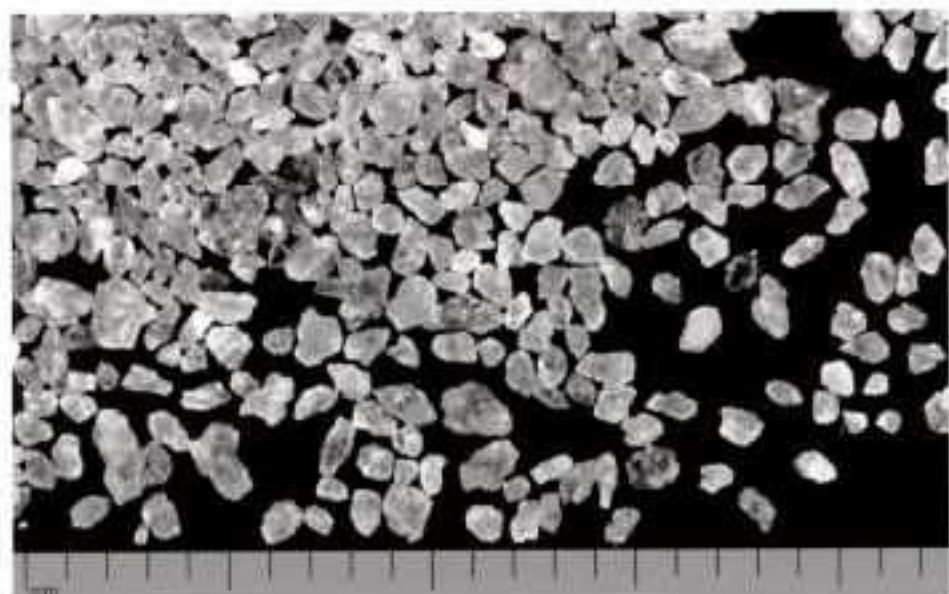
1.8. Fontes de cálcio e fósforo

Como principais fontes de cálcio podem-se citar os calcários e a farinha de ostras.

As principais fontes de cálcio e fósforo são: fosfato bicálcico, fosfato monocálcico e fosfato monoamônio, este último como fonte de fósforo e nitrogênio e sem a presença de cálcio.

1.8.1. Calcários

São minerais inorgânicos utilizados na nutrição animal como fonte de cálcio, formados pelo acúmulo de organismos inferiores ou precipitações de carbonato de cálcio na forma de bicarbonato. Podem ser encontrados no meio marinho, em lagos e rios e principalmente no subsolo. Existem várias espécies de fontes calcárias, porém, para nutrição animal, o mais utilizado é o calcário calcítico com teor de cálcio entre 35% e 39%. O calcário dolomítico e o magnesiano, com níveis superiores de magnésio, são utilizados na agricultura para correção do pH do solo, podendo ser empregados para ruminantes como fonte de cálcio e magnésio. O calcário dolomítico normalmente apresenta maiores teores de magnésio que o magnesiano. Esses ingredientes apresentam-se na forma granulada de coloração branca ou acinzentada.



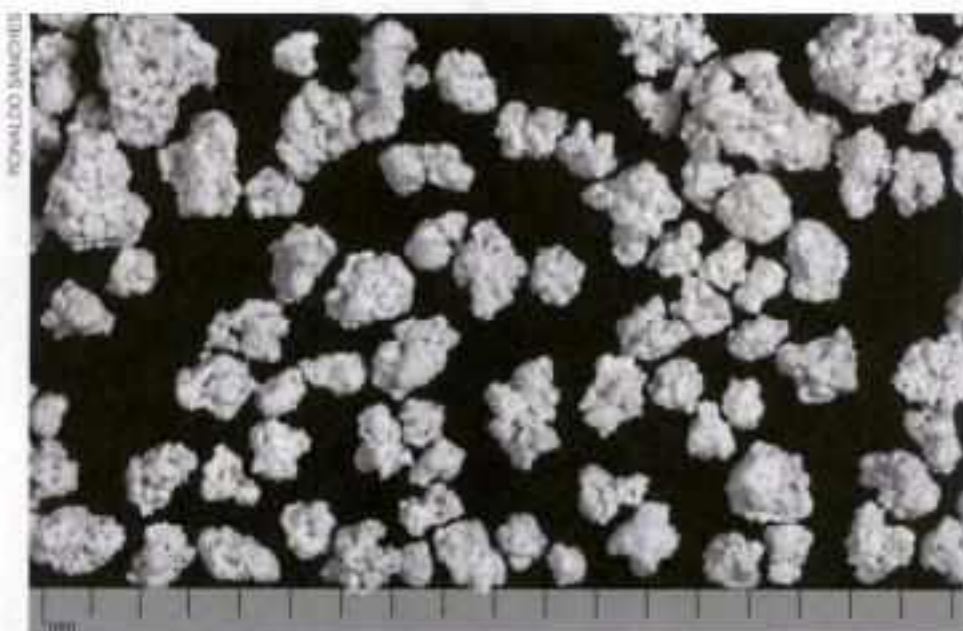
Calcário calcítico.

1.8.2. Farinha de ostras

Produto derivado de conchas marinhas, muito utilizado na nutrição de poedeiras comerciais. Para o uso correto há necessidade de várias lavagens desse material, principalmente para retirar o excesso de sal, de areia e de produtos orgânicos. Moídas com diversas granulometrias, são excelentes fontes de cálcio.

1.8.3. Fosfato bicálcico

Os depósitos naturais de fósforo se encontram em dois tipos de rocha: as ígneas e as metamórficas. As primeiras são melhores devido à menor contaminação de metais, como flúor, ferro, vanádio e outros, que, em níveis elevados, são prejudiciais aos animais. Essas rochas, denominadas apatitas, reagem com enxofre e com ácido sulfúrico, produzindo ácido fosfórico. Esse ácido, depois de desfluorizado, em contato com fontes de cálcio, como calcário ou cal virgem, produz o fosfato bicálcico. Esse ingrediente é apresentado nas formas de pó ou microgranulada nas cores branca ou acinzentada.

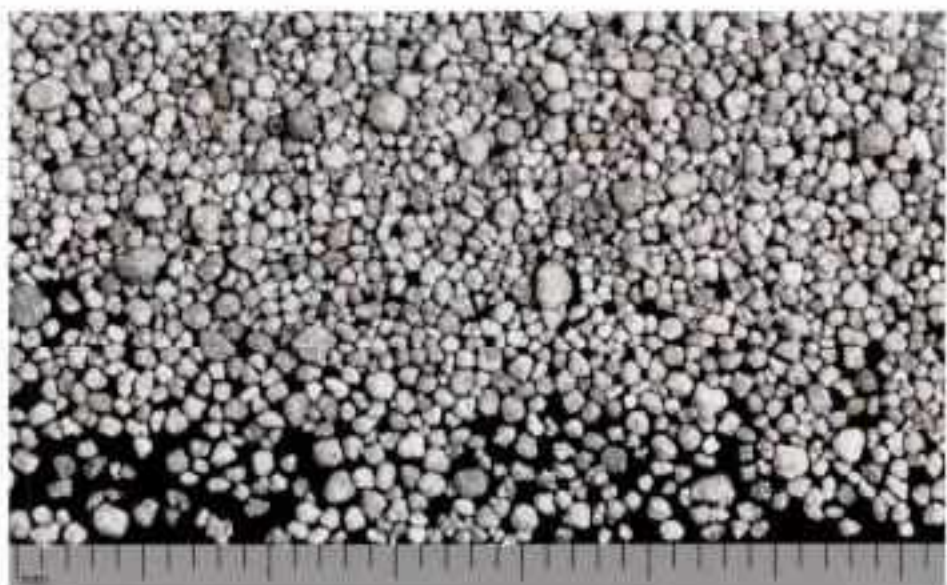


Fosfato bicálcico microgranulado.

1.8.4. Fosfato monocálcico

Também excelente fonte de cálcio e fósforo, com boa disponibilidade desses macrominerais. Contém geralmente 21% de fósforo e ao redor de 18% de cálcio, com níveis mínimos de flúor.

Fluxograma da produção de fosfato bicálcico



Fosfato monocálcico.

1.8.5. Fosfato monoamônio

O fosfato monoamônio para nutrição animal é fonte inorgânica de fósforo de excelente disponibilidade, resultante do tratamento de amônia com ácido fosfórico desfluorizado. O percentual de P nesse ingrediente é de 24%, com 108% de biodisponibilidade, resultando fósforo disponível de 25,9%, conforme tabela abaixo. Entra também em sua composição 11% de nitrogênio, que é excelente para dietas de ruminantes. São necessários nesse ingrediente níveis baixos de flúor e de metais pesados.

TABELA 2

Fontes de macrominerais e biodisponibilidade do fósforo para aves e suínos (cálcio-fósforo-flúor)

Fontes de Ca e P	Cálcio (%)	Fósforo (%)	Disp. P Aves	Digestibilidade suínos (%)	Flúor (%)
Ácido fosfórico	—	21,5	25,8	19,4	0,16
Farinha de ossos calcinada	33,8	16,2	14,9	—	—
Fosfato bicálcico	24,5	18,5	18,5	14,1	0,14
Fosfato monobicálcico	20,0	18,9	19,8	15,6	0,19
Fosfato monocálcico	18,6	21,0	21,2	16,4	0,25
Fosfato monoamônio	—	24,0	25,9	—	0,22
Fosfato tritálcico	36,2	17,6	17,6	—	—
Fosfato de rocha de Araxá	26,0	12,1	6,2	—	1,59
Fosfato de rocha de Catalão	32,3	15,1	7,0	9,6	2,17
Fosfato de rocha de Tapira	33,6	15,0	7,8	—	1,10
Calcário calcítico	38,4	—	—	—	—
Calcário dolomítico	18,6	—	—	—	—

Fonte: Rostagno et al., 2005.

2. SÓDIO (Na), POTÁSSIO (K) E CLORO (Cl)

Esses elementos são considerados em conjunto porque estão inter-relacionados no metabolismo. Encontram-se amplamente distribuídos nos fluidos e tecidos moles do organismo, exercendo conjuntamente com os íons, fosfatos e bicarbonato todo o controle homeostático orgânico, mantendo a pressão osmótica, o equilíbrio ácido-básico, o controle da passagem dos nutrientes para as células e o metabolismo da água. O sódio e o cloro, juntos, são importantes para a manutenção do pH neutro, e o cloro, essencial para a formação do ácido clorídrico nos fluidos digestivos. O sal contém sódio e cloro necessários a todas as espécies animais, e o requerimento de sal varia de espécie para espécie, e esse requerimento na dieta depende da temperatura, tipo de alimento, salinidade da água e produção dos animais. O requerimento de sal na dieta varia de 0,25% a 0,50% para suínos e frangos, 0,50% aproximadamente. O leite é rico em sal e devido a isso é alto o requerimento de sal na dieta para bovinos em lactação. O excesso de sal pode causar depressão do consumo de alimentos, perda de peso, diarreia, alta mortalidade, problemas cardíacos, renais etc.

2.1. Funções do sódio

- Regulador do volume dos fluidos do corpo, do pH e das relações osmóticas do organismo.
- Participação nas contrações das células musculares.
- Inibidor de enzimas da mitocôndria no meio extracelular.
- Absorvedor e transportador de nutrientes para as células.
- Participação na estrutura dos ossos.
- Componente de produtos.

2.2. Funções do potássio

- Regulador do volume dos fluidos intracelulares, mantendo o pH e as relações osmóticas no interior das células.
- Ativador de sistemas enzimáticos, principalmente enzimas da mitocôndria.

- Essencial para a atividade normal do coração, onde exerce efeitos opostos ao cálcio, reduzindo a contratibilidade do músculo do coração, favorecendo o relaxamento.
- Controle do potencial de ação da membrana da célula.

As forragens são geralmente ricas em potássio e podem conter de 3% a 4% da matéria seca, e os grãos, de 0,3% a 0,7%. Animais geralmente necessitam menos de 1% de potássio nas rações, sendo o requerimento para novilhas de 0,6% e para suínos na fase inicial ao redor de 0,26% da dieta. Os sintomas da deficiência de potássio não são específicos, porém algumas indicações dessa deficiência incluem: baixo consumo de alimentos, alta conversão alimentar, diarreia, fraqueza muscular e decréscimo da produção de leite, entre outros.

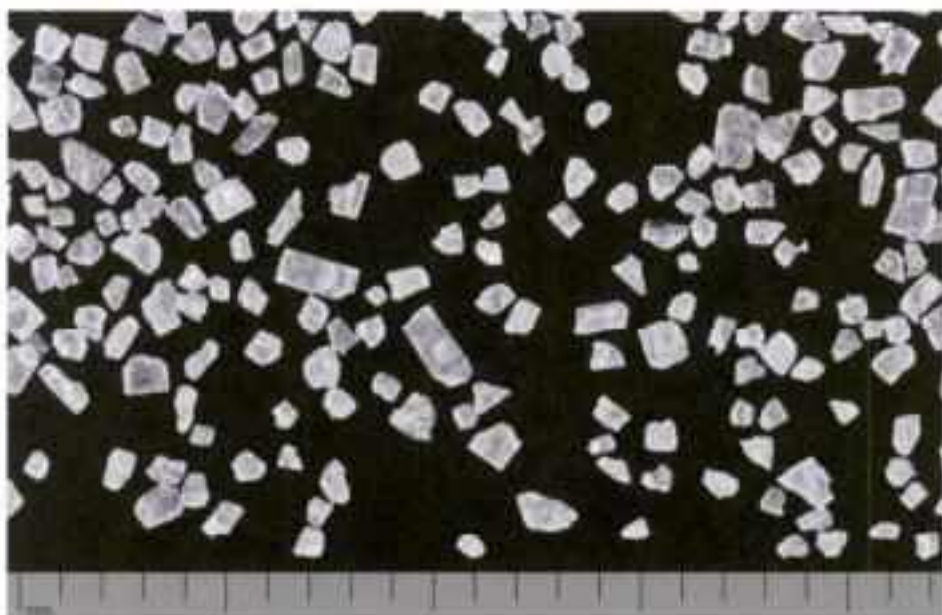
2.3. Funções do cloro

- Contribui para a tonicidade da resistência iônica do meio intracelular.
- Formador do HCl gástrico.

Como sintomas da deficiência do sódio e do cloro citam-se a inapetência, a redução do crescimento e da produção, o apetite depravado e o canibalismo, especialmente em frangos de corte e poedeiras.

3. CLORETO DE SÓDIO

O cloreto de sódio, popularmente conhecido como sal, é substância necessária à nutrição humana e animal. Sua fórmula química é NaCl, formada na proporção de um átomo de cloro para cada átomo de sódio. Existem dois tipos de sal: o marinho e o retirado de minas ou sal-gema. O marinho é o mais utilizado para nutrição animal. O processo de fabricação do sal é físico, e não químico, realizado pelo bombeamento de água do mar, evaporação, extração e beneficiamento. O sal é apresentado na forma de cristais brancos ou incolores em diversos tamanhos de partículas.



Clareto de sódio (sal).

4. MAGNÉSIO

O magnésio tem a função de ativar as várias enzimas do corpo, auxiliando na manutenção funcional do sistema nervoso, no metabolismo de carboidrato, gordura e proteína e na utilização



Óxido de magnésio.

do cálcio, fósforo, zinco e nitratos. É um constituinte dos ossos e necessário para o desenvolvimento normal do esqueleto. O magnésio é essencial para a vida, mas está presente em pouquíssima quantidade no organismo animal – ao redor de 0,02% a 0,05%.

Em aves e suínos, é improvável a deficiência desse mineral, pois em ingredientes como milho e soja o percentual de magnésio é de 0,2% a 0,4%, suficiente para suprir a necessidade desse mineral. Em vacas leiteiras em período de lactação, pode ocorrer a tetania magnesiana, ou tetania das pastagens, que é a deficiência de magnésio. Geralmente ocorre em vacas adultas e em período de lactação, pastoreando em forragens viçosas e de alto crescimento fertilizadas com nitrogênio ou potássio. As vacas ficam prostradas e incapazes de locomoção. O requerimento sugerido de magnésio para bezerros é de 0,07%, aumentando para 0,25% para vacas com alta produção de leite.

5. ENXOFRE

O enxofre é um componente essencial da proteína e de vários outros compostos do organismo animal e constitui 0,15% do organismo animal na forma de compostos orgânicos, como aminoácidos sulfurados metionina, e também de vitaminas, como tiamina e biotina. Na forma inorgânica, aparece como componente da cartilagem (condroitina). A adição de enxofre a dietas para frangos e poedeiras não resultou em melhora dos resultados zootécnicos. Ingredientes normalmente utilizados nas rações de aves e suínos contêm quantidades de enxofre compatíveis com as necessidades nutricionais, não sendo necessária a suplementação. Existe uma relação entre nitrogênio e enxofre nas células animais e nas plantas; assim, alimentos ricos em proteína contêm níveis mais elevados de enxofre. Alimentos para ruminantes com níveis maiores de nitrogênio não proteico podem ter deficiência de enxofre e necessidade da suplementação. O uso da ureia como suplemento de nitrogênio não proteico na dieta de ruminantes tem aumentado a necessidade da suplementação de enxofre, porque os alimentos ricos em proteína vegetal, que foram substituídos pela ureia, são fontes de enxofre.



RONALDO SAMBRER

Enxofre.

Para maior eficiência na utilização da ureia em vacas de lactação sugere-se a relação nitrogênio/enxofre (N/S) de 12:1. Dietas com deficiência de enxofre para gado de leite provocam redução no consumo do alimento, menor digestibilidade e menor produção; por outro lado, excesso de enxofre também pode causar menor ingestão de alimentos, além de problemas urinários e interferência no metabolismo de outros minerais, principalmente selênio (Se) e cobre (Cu). As necessidades dietéticas para gado leiteiro em lactação pode variar de 0,20%, para não lactantes, a 0,26%, para vacas em lactação. Intoxicação pelo consumo em excesso de enxofre causa tremores musculares, inquietação, falta de ar e diarreia nos animais.

MICROMINERAIS

1. FERRO

O ferro está distribuído principalmente nos tecidos moles, desempenhando funções importantes nos processos vitais do organismo. O ferro é absorvido principalmente no intestino delgado, e parte dele pode ser transferida do estômago. O fígado, o baço e a medula óssea são os maiores responsáveis pelo armazenamento do ferro no organismo. A maior fração do ferro orgânico está na molécula de hemoglobina, representando de 60% a 70% do total do ferro no organismo. O restante está distribuído nos músculos (mioglobina), fígado (ferritina e hemociderina), soro (transferina), leite (lactoferrina), rins (transferrina) e baço (ferritina). As células do sangue que contêm hemoglobina são formadas na medula óssea, a hematopoese, e esses corpúsculos vermelhos sofrem destruição e posteriormente a sua substituição. Na destruição, a hema-tina da hemoglobina separa-se, formando um composto ferroso, como bilirrubina, e outros pigmentos, que são transportados para o fígado e segregados na bile. O ferro liberado pela destruição normal da célula sanguínea pode ser utilizado novamente para a

RONALDO SAMPEDES



Sulfato ferroso.

formação da hemoglobina. Quando a destruição é acelerada, principalmente provocada por infecções ou por problemas alimentares, e não ter a suficiente substituição, ocorre a anemia. Maiores ingestões de fósforo, zinco, cádmio, cobre e cobalto prejudicam a absorção de ferro pelo organismo.

1.1. Funções do ferro

O ferro é responsável pela formação da hemoglobina, que é a parte do sangue que transporta oxigênio para as células do corpo. O ferro participa da oxidação de nutrientes nas células e está presente em muitos produtos, como ovo, leite, carne etc.

Estudos indicaram que a exigência de ferro nas dietas para poedeiras é de 40 mg por quilo, e cada ovo contém em média 1,1 mg de ferro por unidade. Para suínos, 80 mg e para ruminantes de 30 mg a 40 mg. As exigências de ferro são maiores em animais na fase inicial e de crescimento, em virtude de a demanda para a síntese da mioglobina ser muito grande.

Como sintomas de deficiência do ferro citam-se a anemia, a diarreia, o aumento dos movimentos respiratórios, a taquicardia, entre outros.

O ferro pode ser suplementado à dieta nas seguintes formas:

- carbonato de ferro (FeCO_3) Fe = 43,0%;
- sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) Fe = 30,0%;
- sulfato ferroso hepta-hidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) Fe = 20,0%.

2. MANGANÊS

O manganês ocorre principalmente no fígado, porém está presente em vários outros órgãos, como pele, músculos e ossos. Nas células, o maior conteúdo de manganês é encontrado no interior das mitocôndrias. Nos ossos, a tíbia é o tecido com maior sensibilidade de deposição em função dos níveis ingeridos. Os ingredientes comumente utilizados em rações de aves e suínos são relativamente ricos em manganês, pois as rações à base de milho e de soja já possuem em torno de 25 ppm. Por outro lado, a absorção desse



RICHARDO SANCHEZ

Sulfato de manganês.

mineral no intestino delgado é baixa, já que grandes quantidades desse mineral são detectadas nas fezes. Pesquisas indicam a necessidade da suplementação em rações de frangos de corte e poedeiras em 80 ppm para melhor formação óssea. Para poedeiras comerciais no final de postura, o nível de 123 ppm foi indicado por Fassani et al. (2002) para melhorar a qualidade da casca dos ovos. Nos bovinos, o requerimento desse mineral é mais alto nos períodos de reprodução e lactação.

2.1. Funções do manganês

- Essencial para o desenvolvimento da matriz orgânica óssea, a qual é composta largamente por mucopolissacarídeos.
- Ativador de várias enzimas (arginase, fosfatase, tiaminase, enolase etc.).
- Essencial à reprodução e funcionamento do sistema nervoso central.
- Participação na utilização do fósforo, na assimilação do ferro e na redução dos nitratos, tem também funções no metabolismo de aminoácidos e na síntese dos ácidos graxos.

2.2. Deficiências do manganês

Nível de manganês na dieta inferior a 20 ppm é considerado deficiente e geralmente causa problemas aos animais. Os sintomas de deficiência desse mineral são considerados similares aos de fósforo, ferro e vitamina A, ou seja, encurtamento e má formação dos ossos das pernas, inchaço e endurecimento das juntas. Em alguns casos, problemas reprodutivos, como esterilidade nos animais, redução na ovulação, abortos, além da depressão do consumo de alimentos. Em poedeiras, causa a redução na produção de ovos e eclodibilidade nas matrizes.

São raras as intoxicações por excesso de uso do manganês, o que pode ocorrer com níveis altíssimos, acima de 1000 ppm.

O manganês pode ser suplementado aos alimentos com as seguintes fontes:

- carbonato de manganês ($MnCO_3$) Mn = 47,0%;
- óxido de manganês (MnO) Mn = 52% a 62%;
- sulfato de manganês ($MnSO_4 \cdot H_2O$) Mn = 31%;
- sulfato de manganês
penta-hidratado ($MnSO_4 \cdot 5H_2O$) Mn = 22,7%.

3. IODO

O principal requerimento fisiológico do iodo é para a síntese dos hormônios da glândula tireoide, que regula o nível do metabolismo energético. Essa glândula, situada na traqueia, produz uma secreção que contém a tiroxina, um aminoácido, na forma de cristais, que contém 65% de iodo. Estima-se que a concentração desse mineral no organismo adulto é mínima: 0,00004%, mas, se essa taxa não for mantida pela alimentação, os resultados serão desastrosos. Mais de 50% desse iodo encontra-se na glândula tireoide, e é em relação ao funcionamento dessa glândula que decorre a necessidade do organismo. O restante está distribuído pelo corpo. A remoção precoce da tireoide resulta em atrofia física, mental e sexual. Em animais adultos, na deficiência desse mineral, o pelo e o couro apresentam envelhecimento e pode-se notar um relaxamento

basal em todos os casos, resultando descontrolo do ritmo metabólico. O iodo é absorvido pelo trato digestivo usando o sistema semelhante ao do cloro. Após a absorção, o iodo é convertido na forma orgânica na tireoide, formando a iodotirosina. O excesso absorvido é rapidamente excretado pela urina. Vários vegetais possuem efeitos goitrogênicos, como linhaça, soja etc., resultando a necessidade da suplementação nas dietas. As fontes de iodo são indicadas para suplementação (estável). Já a fonte KI possui o iodo muito volátil e sem estabilidade na mistura, não devendo ser utilizada como suplemento. A suplementação de iodo nas dietas é necessária, principalmente onde o solo e a água são deficientes desse mineral, e a deficiência pode causar bócio, que é o crescimento anormal da glândula tireoide, pois a deficiência de iodo faz com que a glândula trabalhe em ritmo acelerado para poder compensar a falta desse mineral no alimento. O bócio é uma hipertrofia compensatória ou uma dilatação abrangendo a formação de mais tecidos no esforço para assegurar maior secreção de iodo. Animais nascidos com bócio em fase adiantada quase sempre não sobrevivem ou permanecem fracos. Vacas em lactação requerem quantidade maior na dieta comparativamente com bovinos não lactantes, porque cerca de 10% do iodo ingerido é excretado pelo leite. Recomendam-se para vacas em lactação e em final de gestação concentrações de iodo nas dietas de 0,6 ppm.



Iodato de cálcio.

3.1. Funções do iodo

- Integrante dos hormônios da tireoide que controlam todo o ritmo metabólico orgânico.
- Ação calorigênica nos animais homeotérmicos através dos hormônios tereoidianos.
- Regulação, por meio da tiroxina, do funcionamento do hipotálamo e da adeno-hipófise.
- Retardamento da maturidade sexual das aves.

3.2. Sintomas de deficiência do iodo

- Bócio ou hipertrofia da glândula tireoide.
- Ausência de cerdas, edema e engrossamento da pele em leitões.
- Preguiça mental generalizada e mal desenvolvimento na fase infantil nos seres humanos.
- Queda da produção de leite e desenvolvimento retardado em ruminantes.

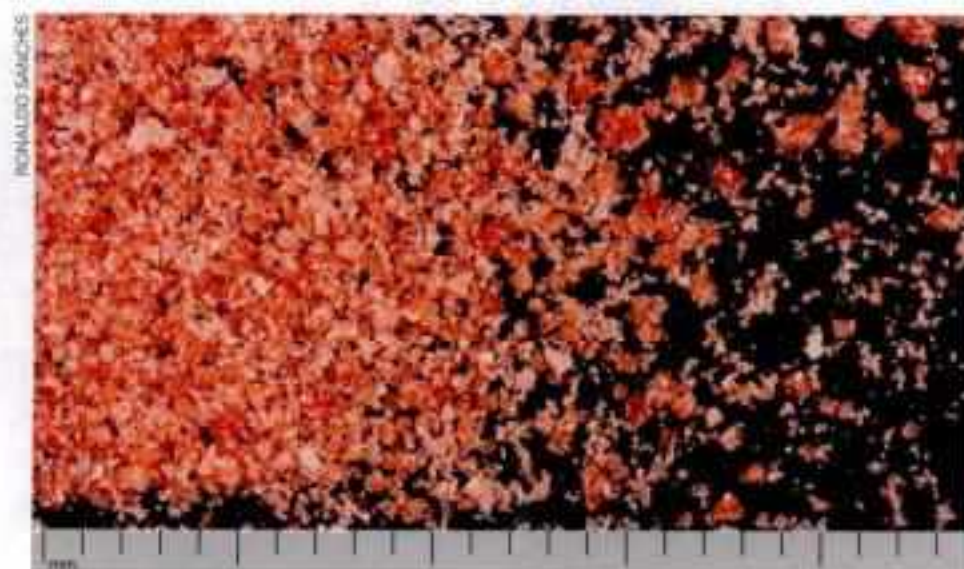
Com excesso de suplementação em bovinos observaram-se os seguintes sintomas: lacrimejamento, sialorreia, problemas respiratórios com excesso de fluidos nasais, congestão na traqueia e tosse.

Fontes de iodo para suplementação:

- iodato de cálcio ($\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$) I = 62,0%;
- iodeto de cobre (CuI_2) I = 66,0%;
- iodato de potássio (KIO_3) I = 59,0%;
- iodeto de potássio (KI) I = 76,0%.

4. COBALTO

A suplementação de cobalto nas rações de monogástricos é controversa. O National Research Council (NRC, 1994) recomenda a suplementação somente da vitamina B12, sendo dispensável a complementação desse microelemento nas rações das aves. Na molécula dessa vitamina o cobalto representa 4% da sua composição total. Apesar da não definição do uso do cobalto suplementar para



Sulfato de cobalto.

as rações desses animais, existe elevação da concentração sanguínea quando se aumenta o cobalto da ração, como observado por Georgievskii (1982).

As recomendações do Inra (1999) e Rostagno et al. (2000) são de 0,12 ppm. Em pesquisa realizada por Kato et al. (2006) com poedeiras comerciais concluiu-se que a suplementação de cobalto para essas aves não exerceu efeito na produção, na qualidade dos ovos, na concentração hepática e na gema, sugerindo que não existe a necessidade de suplementação. Por outro lado, a suplementação da vitamina B12 resultou em melhores medidas de desempenho e qualidade do ovo, indicando a independência de efeito em relação ao cobalto suplementar.

Ao contrário do que se verificou nos monogástricos, o cobalto é essencial na dieta dos ruminantes, porque é necessário para a síntese da vitamina B12 pelos micro-organismos gastrintestinais.

Cerca de 43% do cobalto do corpo é estocado nos músculos, ao redor de 14% nos ossos e o restante em outros órgãos e no sangue. O principal local de absorção do cobalto pelos ruminantes é a porção final do intestino delgado e sua excreção, pela urina e pelo leite, visto que o leite contém de 0,14 a 1,0 mg de cobalto por litro e o colostro pode conter até dez vezes mais essa concentração. O requerimento de cobalto na dieta está estimado em 0,10 ppm na matéria seca.

4.1. Deficiências do cobalto

Os sintomas de deficiência do cobalto são similares à da vitamina B12, como baixo consumo de alimentos, desenvolvimento tardio, decréscimo da taxa de fertilidade, baixa produção de leite e de carne.

São raras as intoxicações de cobalto pelos bovinos, pois eles são tolerantes a altas concentrações desse mineral na dieta.

Fontes de cobalto utilizadas na suplementação dos alimentos:

- carbonato de cobalto (CoCO_3) Co = 45,0%;
- sulfato de cobalto ($\text{CoSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) Co = 33,0%;
- sulfato de cobalto hepta-hidratado ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) Co = 21,0%.

5. COBRE

O cobre está estreitamente associado ao metabolismo do ferro na formação da hemoglobina e distribuído em todos os tecidos orgânicos em pequenas quantidades. O fígado é o principal órgão armazenador, na forma de metaloproteína. O tecido muscular também é importante armazenador de cobre. No sangue, o cobre acha-se ligado a frações de albuminas. A ceruloplasmina é a principal proteína de ligação com o cobre, que funciona como uma enzima ferroxidase no metabolismo do ferro. Quando o cobre é deficiente na dieta, há um decréscimo na absorção do ferro, ocasionando severa anemia, denominada "anemia microcítica-hipocrômica".

5.1. Funções do cobre

- Formação normal dos ossos, atividade osteoblástica, formação do colágeno e da elastina.
- Participação indireta na síntese da hemoglobina através da ativação da ferroxidase, envolvida na utilização e manutenção dos níveis de ferro no plasma.
- Manutenção da mielina do sistema nervoso.

- Participação em vários outros sistemas enzimáticos (aminoxidasas, tironisase, dopamina-hidroxilase etc.).
- Envolvimento na síntese da queratina, principal componente do pelo.

O cobre como promotor de absorção foi usado nas rações de suínos na Europa até pouco tempo atrás, sendo atualmente proibido por danos ao ambiente. No Brasil ainda é usado pelo seu baixo custo, porém já existem estudos semelhantes aos da Europa, que podem determinar a restrição desse mineral como ingrediente ativo. O uso de níveis mais altos nas rações resulta em maiores concentrações desse microelemento nas fezes, e o excesso, também absorvido no fígado. Para frangos de corte, não foi observado efeito sobre o desempenho com o uso de 200 ppm no período de 1 a 42 dias de criação dessas aves. Do ponto de vista ambiental, o uso do cobre como microingrediente ativo não é cientificamente indicado. A maior parte do mineral é excretada, contaminando o meio ambiente. A utilização desses excrementos pode comprometer a disponibilidade de molibidênio para as plantas devido ao

RODOLFO DO NASCIMENTO



Sulfato de cobre.

antagonismo desses microelementos. Para bovinos, a deficiência de cobre é reconhecida em várias regiões do mundo pela deficiência nas pastagens e também por influência de altos níveis de molibidênio. O nível requerido por vacas em lactação varia de 5 a 8 ppm na dieta.

5.2. Deficiências do cobre

- Anemia.
- Crescimento defeituoso dos ossos (a deficiência de cobre afeta a calcificação dos ossos, osteoblastos), mas não influi na formação da cartilagem.
- Despigmentação do pelo e da pele.
- Redução da produção de ovos e eclodibilidade em poedeiras e reprodutoras com severa deficiência (0,7 a 0,9 ppm); embrião com hemorragias após mais de 72 horas de incubação.
- Desenvolvimento anormal da formação de lãs, descoloração das lãs pretas, com aspecto fibroso e sem maciez, em ovinos.
- Sintomas nervosos em cordeiros e bezerros, como ataxia.

Os ovinos são os mais suscetíveis à intoxicação por excesso de consumo de cobre do que qualquer outro animal doméstico. Por isso não é recomendável, atualmente, o uso rotineiro de maiores níveis de cobre na dieta.

Fontes de cobre para suplementação aos alimentos:

- carbonato de cobre ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) Cu = 53,0%;
- óxido de cobre (CuO) Cu = 75,0%;
- sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) Cu = 34,5%;
- sulfato de cobre penta hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Cu = 25,0%.

6. ZINCO

O zinco está distribuído em todos os tecidos orgânicos, porém as maiores concentrações desse elemento são encontradas no fígado,

na pele e nos pelos. Os ingredientes das rações de aves e suínos normalmente utilizados no Brasil possuem conteúdos de zinco muito variáveis. Enquanto fontes proteicas de origem animal como farinha de carne contêm de 100 a 150 ppm (disponível), o farelo de soja e o milho possuem 50 e 5 ppm, respectivamente, porém grande parte na forma de quelatos insolúveis. Não fosse isso, dificilmente seria detectada alguma deficiência, já que as exigências variam de 40 a 50 ppm para aves ou suínos.

6.1. Funções do zinco

O zinco é importante no desenvolvimento normal da pele, do pelo, da lã, dos ossos, dos olhos; na prevenção da paraqueratose, cicatrização de feridas etc. É necessário para vários sistemas enzimáticos, incluindo a peptidase, anidrase carbônica, síntese da proteína, e também como componente da insulina.

A presença de altos conteúdos de cálcio e fósforo no intestino delgado interfere na absorção do zinco, formando compostos insolúveis e prejudicando o seu aproveitamento. O excesso de cálcio é mais comum, principalmente nas regiões calcárias, onde fontes de água podem conter níveis de cálcio que comprometem a utilização de zinco, principalmente para suínos, provocando a paraqueratose.



Óxido de zinco.

6.2. Deficiências do zinco

Existem basicamente três situações que possibilitam o aparecimento da deficiência: excesso de ácido fítico, de cálcio e de fósforo na dieta. A deficiência do zinco pode provocar:

- Paraqueratose em suínos, caracterizada por hiperqueratinização que se inicia em volta dos olhos e na extremidade das patas; a progressão dessa deficiência leva a severas rachaduras na pele e no casco, debilitando os animais e levando-os à morte.
- Problemas reprodutivos; o zinco participa na formação e manutenção dos túbulos seminíferos, na espermatogênese, na formação do líquido seminal e em todos os processos reprodutivos das fêmeas.
- Baixo desempenho de aves e suínos.
- Encurtamento e engrossamento dos ossos longos.
- Empenamento pobre em frangos de corte e frangas de reposição.
- Diminuição do consumo de alimentos, diminuição do crescimento testicular, lesões escamosas, alopecia, dermatites gerais, e outras lesões em novilhos; em vacas, decréscimo da produção de leite, já que o leite normal de vacas contém cerca de 4 ppm de zinco.

Fontes de zinco para suplementação:

- | | |
|---|-------------|
| • carbonato de zinco ($ZnCO_3$) | Zn = 52,0%; |
| • óxido de zinco (ZnO) | Zn = 73,0%; |
| • sulfato de zinco ($ZnSO_4 \cdot H_2O$) | Zn = 35,0%; |
| • sulfato de zinco hepta-hidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) | Zn = 22,0%. |

7. SELÊNIO

O selênio ocorre em todos os tecidos do corpo animal em concentrações que variam de acordo com suas necessidades. O fígado e os rins contêm os maiores níveis de selênio do organismo, e os músculos cardíacos possuem mais selênio do que os músculos

esqueléticos. No metabolismo, o selênio está associado à vitamina E. Organicamente, a vitamina E tem a função de evitar a oxidação dos tecidos (antioxidante *in vivo*), mantendo a integridade das membranas das células. Por outro lado, o selênio, através da ativação da enzima glutathiona peroxidase, destrói os peróxidos formados, recuperando as membranas das células e dos capilares. O duodeno é o principal local de absorção do selênio pelos animais.

7.1. Níveis de selênio nos alimentos

Os níveis de selênio nos grãos cultivados em solos deficientes são também deficientes. Por outro lado, existem fatores que afetam a absorção de selênio pela planta. Plantas que crescem em solo alcalino absorvem menos selênio que aquelas que medram em solos ácidos. No Brasil, os níveis de selênio nos grãos são de

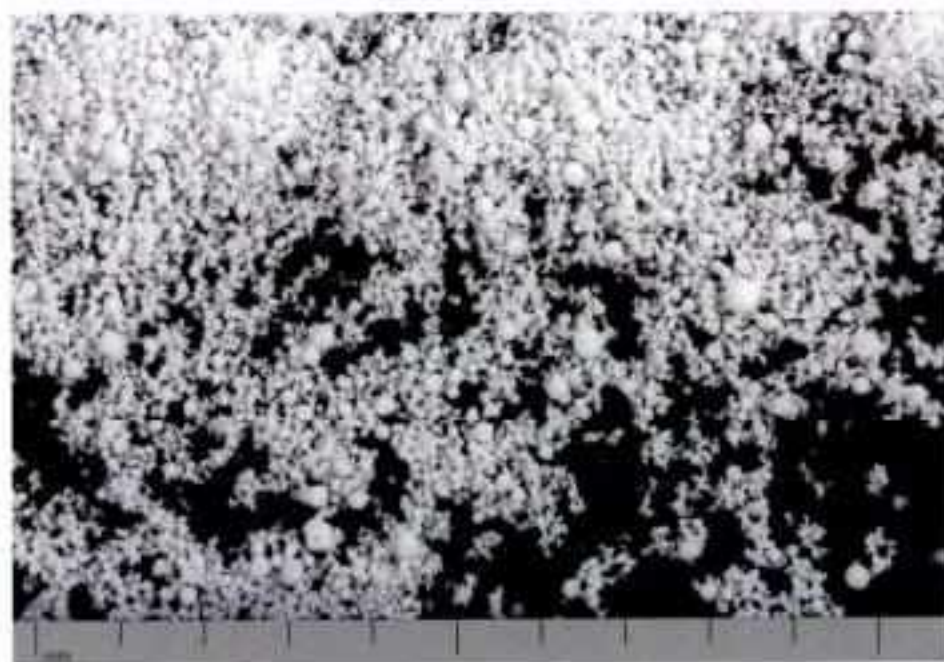
TABELA 3
Níveis de selênio no milho cultivado em solos de diversos locais do Brasil

Localidades	Selênio (ppm)
Belém (PA)	0,070 - 0,240
Recife (PE)	0,093 - 0,140
Capinópolis (MG)	0,048 - 0,060
Pelotas (RS)	0,017 - 0,023
Araras (SP)	0,041
Botucatu (SP)	0,021
Lins (SP)	0,030
Lavras (MG)	0,020

maneira geral deficientes; no entanto, amostras de milho analisadas em algumas áreas dos Estados do Pará (Belém) e Pernambuco (Recife) apresentam níveis médios de selênio.

7.2. Deficiências do selênio

- Distrofia muscular nutricional, caracterizada por degeneração dos músculos estriados. Nas aves ocorre degeneração associada à diátese exsudativa, especialmente nos músculos peitorais.
- Diátese exsudativa em aves, caracterizada pela formação de edemas no organismo, principalmente na região abdominal das aves. Esse é o resultado da permeabilidade anormal das paredes dos capilares, que é recuperada com a adição de selênio e/ou vitamina E na dieta.
- Hepatose dietética em suínos, ocorre com maior frequência em leitões de 3 a 15 semanas de idade, resultando em alta mortalidade. Exame pos-morte evidencia severas lesões no tecido necrótico formado no fígado. A adição de selênio pode corrigir esse quadro, porém a vitamina E parece ser mais efetiva em prevenir essa degeneração hepática.



Selenito de sódio.

- Problemas de reprodução, redução na eclodibilidade e baixa produção de ovos em poedeiras. Em bovinos, problemas reprodutivos, com abortos e retenção da placenta após o parto.

7.3. Intoxicações por selênio

Ingredientes cultivados em áreas seleníferas ou excesso desse mineral nas dietas podem causar intoxicações graves. Dieta com níveis superiores a 0,5 ppm é potencialmente perigoso. Os animais novos são os mais suscetíveis e os principais sintomas de intoxicação por selênio são aborto, alta mortalidade dos fetos, queda do consumo alimentar etc.

Fontes de selênio para suplementação dos alimentos:

- selenito de sódio (NaSeO_3) Se = 42,0%;
- selenato de sódio (Na_2SeO_4) Se = 45,0%.

Referências

- ANDRIGUETO, José Milton et al. *Nutrição animal: as bases e os fundamentos de nutrição animal*. São Paulo: Nobel, 2006.
- BERTECHINI, A. G. e FAGANI, E. J. "Macro e microminerais na alimentação animal". Simposio sobre Ingredientes na Alimentação Animal. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001.
- BERTECHINI, A. G. *Nutrição de monogástricos*. Editora da UFPA, 2006.
- BOHRMANN, M. S. L. et al. "Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo". *Revista Ciência Agrotécnica*, v. 25, nº 1, 2001.
- FASSANI, E. J. et al. "Utilização de diferentes níveis de suplementação de sódio para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção". *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 4, nº 3, 2002.
- GEORGIEVSKII, V. I. et al. (eds.). *Mineral nutrition of animals*. Londres: Butterworths, 1982.
- GILLESPIE, James R. *Animal nutrition and feeding*. Nova York: Delmar Publisher, 1987.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). *Alimentação dos animais monogástricos: suínos, aves e coelhos*. 2ª ed. São Paulo: Rocca, 1999.
- KATO, R. K. et al. "Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangos de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade". *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, 2006.
- MERTZ, Walter. *Trace elements in human and animal nutrition*. 5ª ed. Nova York: Academic Press, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient requirements of poultry*. 9ª ed. Washington: National Academy Press, 1994.
- . *Nutrient requirements of swine*. 10ª ed. Washington: National Academy Press, 1998.
- REGINA, Regis e BERTECHINI, Antonio Gilberto. "Cálcio e fósforo na nutrição animal e deficiência destes minerais". *Boletim Informativo Andifós*, fev., 2004.
- ROSTAGNO, Horácio Santiago et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2ª ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005.

6

A escolha de aditivos para alimentação animal na indústria de aves e suínos

Alba K. Fireman
Zootecnista

INTRODUÇÃO

Ao escrever este capítulo, não pretendemos tratar da complexidade com que cada país define suas diretrizes de uso de aditivos ou das polêmicas relativas à permissão ou proibição de seu uso, pois isso vários autores competentemente já o fizeram.

De maneira prática, gostaríamos de abordar o assunto “aditivos para alimentação animal” enfocando os cuidados com a escolha de cada produto, com exemplos do dia a dia da indústria, do eterno aprendizado que é a vida do profissional que cuida da nutrição animal e de suas tomadas de decisão, que vão resultar na resposta produtiva dos animais. Abordaremos, conforme nossa experiência, aspectos importantes que envolvem a escolha dos aditivos comumente usados em dietas animais.

Como, ao falar de aditivos, uma definição seria imprescindível, de todas as existentes de aditivos para alimentação animal elegemos a da normativa número 13 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 30 de novembro de 2004, por ser a mais atual e aquela que ampara por lei, no Brasil, as empresas produtoras de aditivos. Essa normativa define aditivo para produtos destinados à alimentação animal como substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo, e que aperfeiçoe as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano.

Nessa definição, os aditivos alimentares foram distribuídos em cinco categorias, cada qual com seus grupos funcionais. Apesar de cada classificação oficialmente conter muitos grupos de aditivos, por uma questão didática mencionaremos somente aqueles a respeito dos quais discutiremos.

Entre os aditivos classificados como **aditivos tecnológicos**, definidos como qualquer substância adicionada ao produto destinado à alimentação animal com fins tecnológicos, destacaremos os seguintes:

- adsorventes;
- aglomerantes;

- antioxidantes;
- conservantes.

Entre os aditivos classificados como **aditivos sensoriais** e definidos como qualquer substância adicionada ao produto para melhorar ou modificar as propriedades organolépticas desses ou as características visuais dos produtos, destacaremos os seguintes:

- pigmentantes;
- aromatizantes;
- palatilizantes.

Entre os classificados como **aditivos zootécnicos**, definidos como toda substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto, destacaremos:

- aditivos zootécnicos digestivos: enzimas.
- aditivos equilibradores da flora intestinal: probióticos;
prebióticos;
ácidos orgânicos.

1. ADITIVOS TECNOLÓGICOS

1.1. Adsorventes

São substâncias capazes de fixar outras moléculas em sua estrutura, e usadas em rações animais pela necessidade de impedir a absorção de micotoxinas pelos animais, cujos efeitos tóxicos são responsáveis por grandes baixas no desempenho produtivo. Há um crescente número de produtos adsorventes de micotoxinas disponíveis no mercado, cada qual com sua especificidade de atuação. Porém, antes de escolher o adsorvente de micotoxinas o nutricionista deve definir como fará o gerenciamento desses metabólitos fúngicos em suas matérias-primas e rações. O primeiro ponto crítico desse gerenciamento se encontra na amostragem e o último, na tomada de decisão, que muitas vezes passa a ser a parte mais difícil, já que leva em conta a redução do impacto da intoxicação em relação ao custo-benefício.

Conforme afirmaram Miraglia et al. (2005), a amostragem é a atividade mais importante no monitoramento de micotoxinas. Os autores basearam esse monitoramento em dois passos principais, sem os quais um bom programa não pode ser implantado:

1. Estabelecer *por que, onde e quando* amostrar, embasado no objetivo da empresa, no tempo e local apropriados para a coleta de amostras.
2. Estabelecer *como* fazer essas amostragens seguindo um planejamento específico para colher uma amostra representativa, já que a distribuição das micotoxinas na massa de grãos é heterogênea.

Ao estabelecer *por que* amostrar, o nutricionista deve levar em consideração que, embora o milho seja comumente o ingrediente adicionado em maior quantidade nas dietas, ele pode não ser a única fonte de contaminação por micotoxinas. Então, começa a surgir a necessidade de amostrar outros ingredientes, como farelo de trigo, farelo de soja, farinha de bolacha, e outros.

O primeiro local onde devem ser coletadas as amostras para análises de micotoxinas é no caminhão, quando ele está entregando a matéria-prima na planta de produção. Para essas análises expeditas os *kits* baseados em colunas de imunoafinidade, apesar de não serem tão precisos quanto uma análise por HPLC, podem ser usados para triagem.

Atualmente, através de uma prática simples recomendada pela Comissão de Normas da UE (Amtsblatt der Europäische Gemeinschaften N L 102/1, TEIL II, 1976, e Futtermittelrecht Mit Typenliste für Einzelund Mischfuttermitteln, 1994) e adaptada no Brasil pelo Laboratório de Análises Micotoxicológicas (Lamic) da Universidade de Santa Maria (RS), é possível recolher amostras com a segurança da representatividade de uma coleta realizada de minuto a minuto.

O Lamic recomenda que a cada 100 toneladas de ração produ-

Portanto, cada companhia deve planejar o seu programa de amostragem de forma a considerar vários aspectos, que vão desde a concentração de micotoxinas nos insumos que chegam à planta produtora, limite de aceitação, até o custo total do programa de amostragem.

tendo conhecimento do prejuízo que causa a alimentação de animais com dietas que contêm micotoxinas, a indústria tem condições de calcular de forma muito simples o custo de seu programa de amostragem.

Quanto à escolha do adsorvente de micotoxinas, esta deve levar em conta a espécie de micotoxina a ser adsorvida, pois as toxinas são moléculas que diferem quimicamente entre si, e essas diferenças químicas afetam a forma como elas se complexam com as substâncias adsorventes.

As aflatoxinas, por exemplo, são moléculas muito pequenas, capazes de contaminar até através da pele, e altamente polares. Sendo polares, são atraídas fortemente pelos aluminossilicatos. Entre as toxinas consideradas polares, há ainda a ocratoxina e a fumonisina, sendo a última uma grande e complexa molécula, se comparada às duas primeiras, o que acaba tornando sua adsorção difícil.

Nem todos os aluminossilicatos são hábeis em adsorver micotoxinas; como são argilas de origem vulcânica, sua efetividade vai depender da mina de onde o material foi extraído, do tipo de argila, da disposição de suas lâminas e cargas.

A expansão ou craquelamento da argila é um método que consiste em submeter o material a altíssimas temperaturas e pressão, para que suas partículas funcionem como verdadeiras esponjas em capacidade de adsorção. Com esse processo obtém-se a formação de géis mais estáveis no trato digestório do animal, o que reduz a capacidade de troca catiônica e possibilita inclusão muito menor de aluminossilicato na ração, com efeito protetor superior.

Porém, moléculas como zearalenona, DON, T2, DAS não são atraídas pelos aluminossilicatos, pois são pouco polares, ou apolares. Para tornar essas estruturas químicas mais hidrofílicas o conceito da biotransformação é bem aceito pela comunidade científica. Consiste em submeter as moléculas a mudanças por reações enzimáticas ou processos microbiológicos em que ocorrem reações de hidroxilação, de-epoxilação ou deacetilação. Por esse motivo, algumas

companhias produtoras de adsorventes criaram novas combinações de produtos, com outros componentes, que, juntamente com os aluminossilicatos, tornam esses produtos hábeis para biotransformar e/ou adsorver as diversas micotoxinas.

É interessante sublinhar aqui a pesquisa realizada por Guaiume (2003), que mostrou claramente que, quando frangos de corte ou perus são submetidos a contaminações bacterianas, a presença de aflatoxina B1 ou da toxina T2 na dieta é potenciada. A causa desse efeito sinérgico negativo é a interação entre os lipopolissacarídeos de bactérias e a toxina presente na dieta, mesmo que a toxina esteja presente em níveis muito baixos. Essa é possivelmente a causa da presença de sinais clínicos de micotoxicose em campo, quando o nível da toxina analisada nos grãos está abaixo dos padrões críticos.

A micotoxicose é um problema multifatorial; então, é muito importante para a tomada de decisão, em relação a um adsorvente específico, observar se sua formulação traz componentes que contra-ataquem os vários fatores de risco.

Além do custo-benefício e da tecnologia empregada na fabricação de um adsorvente, é indispensável a observação dos métodos diagnósticos aos quais esse produto foi submetido para ser aprovado para uso, que laboratório gerou essa certificação e qual o nível de precisão do método utilizado. Todos esses aspectos trazem segurança ao técnico na sua tomada de decisão.

1.2. Aglomerantes

São substâncias que possibilitam às partículas individuais de um alimento aderir-se umas às outras. Os aglomerantes são utilizados na indústria para melhorar a qualidade das rações peletizadas, por aumentar a resistência à quebra dos pletes.

Antes de pensar em um bom aglomerante de pletes, o profissional da nutrição animal já deve ter esgotado as possibilidades de melhora da sua resistência com seus colegas de tecnologia da produção, ajustando moagem, temperatura e tempo de permanência no condicionador, hidratação, pressão, vapor, diâmetro de matrizes, velocidade de produção, tempo de resfriamento etc. Além de outros aspectos da produção que podem melhorar muito a qualidade dos pletes, como a inclusão de óleos e/ou gorduras, após a peletização.

Logicamente, deve ser ponderado pela empresa o custo e o *payback* do investimento no equipamento a ser instalado para esse fim.

É muito importante que o nutricionista conheça as características relativas à peletabilidade de cada ingrediente presente na ração, como a plasticidade, a capacidade de absorção de água e a abrasividade, pois a composição química do ingrediente pode ser tão importante nesse processo quanto os fatores físicos, como tamanho de partícula.

Se os ingredientes podem afetar positiva ou negativamente a qualidade do pélete, muitas vezes o uso de ingredientes com características que afetam positivamente esse parâmetro, até mesmo levando nutrientes à dieta, dispensa o emprego de aglomerantes. Ingredientes que podem ser usados para esse fim são o trigo e seus subprodutos, a farinha de mandioca e as dextrinas de milho e de mandioca.

Em situações em que se decide usar um aditivo aglomerante, a opção por aqueles que têm alta efetividade em baixa inclusão é recomendada, mas nunca sem antes se certificar com o fabricante da temperatura de reação daquela substância. Alguns produtos exigem temperaturas a partir de 85°C para reagir e formar os complexos esperados, melhorando a durabilidade do pélete. Muitas das plantas produtoras de rações para aves e suínos no Brasil trabalham com temperaturas de peletização mais baixas que 85°C; portanto, um produto que reage a partir dessa temperatura não seria efetivo.

1.3. Antioxidantes

São substâncias que prolongam o período de conservação dos alimentos e das matérias-primas para alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada pela oxidação.

A oxidação das gorduras é afetada por vários fatores. Os mais importantes a serem observados na nutrição animal são:

1.3.1. Temperatura ambiente

Altas temperaturas aceleram os processos oxidativos, mas isso não significa que baixas temperaturas garantem a preservação das gorduras. Deve ser lembrado que outro fator importante é o tempo de exposição, pois, mesmo a -20°C, durante vários meses, observa-se peroxidação de gorduras.

1.3.2. Catálise por metais

Metais como ferro, cobre, manganês, zinco são muito ativos em promover o aparecimento de radicais livres; assim, em sua presença, as gorduras perdem sua estabilidade rapidamente. Além da inclusão dos minerais do premix, deve ser lembrado que tanto a farinha de penas e sangue como a própria farinha de carne bovina trazem quantidades consideráveis de ferro à dieta.

1.3.3. Atividade de água dos grãos

À medida que a atividade de água dos grãos aumenta, naturalmente cresce o potencial oxidativo das gorduras presentes.

1.3.4. Enzimas

Como lipases, lipoxigenases e peroxidases, que são produzidas por micro-organismos, como fungos e bactérias, ou mesmo que estão presentes em certos ingredientes, como o farelo de arroz integral, trazem para a dieta um altíssimo potencial oxidativo.

1.3.5. Perfil de ácidos graxos

Quanto mais insaturada a gordura, maior seu potencial oxidativo.

O nutricionista deve ser responsável pela qualidade da matéria-prima com a qual desenha as dietas dos animais; por isso é mais eficiente para a indústria que o supervisor de controle de qualidade seja subordinado à nutrição, e não à produção. Quando uma companhia produz farinhas animais em seu frigorífico e as usa nas rações, é muito importante que o nutricionista conheça o processo de produção dessas farinhas passo a passo, envolvendo-se no conhecimento desde a qualidade do vapor gerado pelas caldeiras que alimentam esse processo até a molécula (ou mix de moléculas) de antioxidante que está sendo usada para proteger as farinhas e a gordura gerada no processo, como o produto é aplicado e em que pontos da produção a aplicação é realizada.

A planta de produção recebe diariamente outros ingredientes que também estão sujeitos à auto-oxidação, como as farinhas de origem animal, farelo de arroz integral, farinha de bolachas, gorduras e óleos etc. O nutricionista deve estar inteirado do controle da

qualidade dessas matérias-primas e nunca é demais participar do desenvolvimento de fornecedores junto com a equipe de controle de qualidade e de compras. Isso torna elástica a compreensão das diferenças entre processos pelos quais um mesmo ingrediente pode passar, que o pode tornar mais ou menos suscetível à oxidação. Muitas vezes a orientação de um nutricionista é essencial para que um fornecedor antes considerado fora do padrão passe a agregar alto padrão ao seu produto.

A interação do nutricionista com os processos fabris da planta produtora de rações também é essencial. Há nutricionistas corporativos que formulam para várias plantas de produção ao mesmo tempo, e outros que, além de ser nutricionistas, desempenham papel gerencial. Isso, de certa maneira, tende a reduzir as possibilidades de o profissional visitar as plantas produtoras de alimento, desenvolver fornecedores, ir a campo e ver como os animais estão respondendo à sua nutrição. Mesmo que trabalhe em escritórios dentro dos frigoríficos das empresas, o nutricionista não consegue visitar a própria fábrica de farinhas e gorduras. A nutrição animal não pode ser feita com sucesso pelo nutricionista – em se tratando de peróxido, apenas para não sair do tema –; pelo contrário, ele deve ser o líder de várias frentes, pois os danos causados pelos altos índices de peróxido no desempenho dos animais são muitas vezes irreparáveis, e a cobrança, com toda a razão, recai sempre sobre a nutrição.

Uma observação mais cuidadosa dos episódios como encefalomalacia em pintinhos, piora da qualidade óssea em frangos e galinhas, rejeição de alimento por leitões e redução do *shelf life* de ovos comerciais, entre outros, pode levar o nutricionista a rastrear altos níveis de peróxido nas dietas. Sua primeira questão será: "De onde veio esse peróxido?".

Em algumas empresas é prática da produção armazenar algum milho moído. Se isso ocorre, o nutricionista deve recomendar a adição de um antioxidante adequado e em concentração apropriada. De acordo com Fischer et al. (2004), 125 ppm de etoxiquim puro não foram suficientes para controlar a oxidação da gordura contida no milho moído armazenado por quatro semanas. O mesmo cuidado deve-se ter para armazenar soja integral moída.

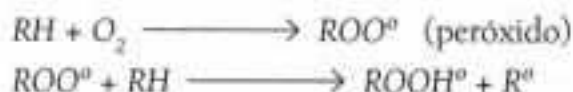
É importante lembrar que, ao se adicionar qualquer ingrediente à dieta, cujo processo de auto-oxidação esteja em qualquer das três fases do processo, quais sejam iniciação, propagação ou terminação, isso prejudicará todas as gorduras presentes na dieta, caso ela não esteja protegida com antioxidante. Todavia, o uso de antioxidante nessa dieta não fará com que o processo de auto-oxidação ocorrido seja revertido, o que terá como consequência certa a piora no desempenho dos animais.

Os três estágios da auto-oxidação de gorduras

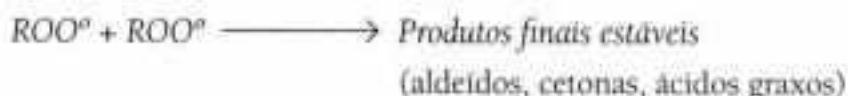
1. Iniciação



2. Propagação



3. Terminação



Quanto às farinhas produzidas pela empresa, não basta apenas ao nutricionista saber que lhes é adicionado antioxidante durante o processo, ele deve ter conhecimento de como e quando o produto começa a agir nas farinhas e gorduras.

Quando o processo é feito em digestores por bateladas, é muito difícil para o funcionário da fábrica de farinhas fazer a dosagem manual de um produto em pó; os fornecedores recomendam que a dosagem seja feita ao abrir o digestor, quando as vísceras já estão em fase de fritura, ou seja, quando não existe mais água do cozimento no digestor. Ao acompanhar como isso é feito, o nutricionista vai observar que aquele calor quase insuportável que vem de dentro do digestor desestimula o funcionário a colocar uma dose

de antioxidante em cada batelada; então, ele pode negligenciar algumas doses ao dia, em algumas bateladas, e dosar duplamente em outras, apenas para acertar o estoque.

Ainda no processo por bateladas é comum haver um tempo de espera entre uma entrada e outra no digestor das vísceras e penas cruas, assim como do sangue, que geralmente entra junto com as penas para gerar a farinha de penas e sangue. Pois é durante esse intervalo que as gorduras iniciam o processo de auto-oxidação.

Todas as fábricas de farinha geram um resíduo comumente chamado "borra de flotação"; se esse resíduo volta para o processo de produção da farinha, pode-se dizer que o desafio de auto-oxidação da farinha assim produzida torna-se infinitamente maior. Essa prática não deve ser aceita pelo nutricionista. A melhor forma de aproveitamento desse resíduo é usá-lo na caldeira misturado ao óleo. Muitas indústrias que trabalham com essa recomendação já perceberam diferenças significativas na qualidade de suas farinhas.

Outra prática comum em algumas indústrias, que reduz consideravelmente a qualidade das farinhas de origem animal, é a inclusão de resíduo de incubatório na produção dessas farinhas. É inevitável a presença de proteína em decomposição no resíduo de incubatório. As aminas biogênicas ali formadas passam a fazer parte da composição da farinha, que nesse caso deixa de ser um ingrediente nobre para se tornar apenas um subproduto. Existem empresas especializadas em coletar resíduos de incubatório, com normas de certificação, para que esses resíduos não passem a fazer parte da alimentação dos animais.

É amplamente recomendado o uso de antioxidantes líquidos para farinhas de origem animal justamente por causa desses aspectos. Os resultados de estudos com misturas de antioxidantes têm mostrado que as moléculas combinadas são mais eficientes que quando separadas, e está comprovado que há uma sinergia entre elas, e algumas atuam melhor em determinado perfil de ácido graxo que em outros.

Caso haja tempo de espera da matéria crua, deve ser aplicada a primeira dose por aspersão sobre ela e uma segunda dose será necessária quando a farinha já estiver caindo no silo de expedição, porque boa parte do antioxidante aplicado na primeira dose é atraída para a gordura no momento da prensagem das vísceras. A farinha de penas exigirá duas dosagens sempre que houver sangue sendo

Produtos antioxidantes em pó, ofertados como misturas sinérgicas, devem ser vistos com cautela pelo nutricionista. Uma verdadeira mistura sinérgica de substâncias antioxidantes parte do princípio de que as substâncias são misturadas ainda em sua forma líquida, emulsificadas e depois aspergidas sobre um veículo com partículas muito finas. Esse processo se denomina "nanoaspersão" e proporciona à molécula de cada substância antioxidante ser parte de cada partícula do produto, estando unidas para sinergizarem em sua ação. Misturas produzidas com as substâncias em forma de pó são ineficientes, e sua sinergia, após a adição nas rações ou farinhas, passa a não existir, pois suas partículas estarão separadas após serem adicionadas aos produtos.

1.4. Conservantes

São considerados conservantes as substâncias que prolongam o período de conservação dos alimentos e das matérias-primas para alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada por micro-organismos. Focaremos nossa atenção em dois grupos de conservantes: os antissalmonela e os antifúngicos.

A segurança na cadeia alimentar tem sido mais que nunca discutida nos meios ligados tanto à nutrição animal quanto à humana. No Brasil, por causa do número de toxi-infecções, muitas vezes fatais em humanos, a salmonela é considerada a bactéria de maior risco à saúde pública. Em especial, tem-se observado maior prevalência do sorovar *S. enteritidis*, sendo os produtos cárneos e os ovos reconhecidos como frequentes veículos de transmissão.

1.4.1. Antissalmonela

Há muitos anos se sabe que a acidificação reduz a contaminação microbiológica. Há um trabalho publicado em 1906 por Watkins que mostrou que uma leve acidificação com ácidos orgânicos na farinha reduziu significativamente a contaminação bacteriana do pão.

Misturas de ácidos orgânicos com formaldeído têm sido adotadas por várias indústrias para a prevenção de salmonela em produtos de origem animal e em rações. Apesar de atuarem em ampla gama de micro-organismos, esses produtos são chamados genericamente de antissalmonela.

O apelo comercial para antissalmonela contendo formaldeído se baseia no fato de que a substância é capaz de reduzir a carga bacteriana dos produtos nos quais é aplicada em poucos minutos, garantindo assim a saída da farinha animal ou da ração de sua planta de produção com o nível de contaminação aceitável para o consumo pelos animais.

O fato de ser o formaldeído uma substância polêmica, por ter seu uso proibido em vários países, em virtude de seu potencial carcinogênico, resultou na busca de alternativas pelos profissionais de muitas indústrias, que começaram a optar por produtos que contenham apenas ácidos orgânicos.

Os produtos fabricados à base de ácidos orgânicos trazem diferentes composições, contendo porcentagens diferentes da mistura de seus ácidos, e, em geral, têm-se mostrado muito eficientes, se se levar em conta que apresentam um forte efeito residual quando são aplicados, o que reduz a carga bacteriana das farinhas e rações de maneira consistente. Os produtos mais comuns contêm em sua composição principalmente os ácidos fórmico e propiônico, por ser essa mistura comprovadamente eficiente para esse fim (Berchieri e Barrow, 1996).

Geralmente, para uso em farinhas de origem animal, opta-se pelo uso de antissalmonela líquido. Tenha ele formaldeído, ou não, o funcionamento do equipamento de dosagem deve ser sempre revisado pelo pessoal do controle de qualidade, pois em muitos casos o aparecimento de contaminação bacteriana se dá na farinha tratada, não porque o antissalmonela foi ineficiente, mas por causa da maneira como foi aplicado. O tamanho da gotícula durante a aplicação é muito importante. A aspersão do antissalmonela sobre a farinha deve formar uma fina névoa, que deve estar perfeitamente dimensionada para garantir que toda a farinha que passar por aquele ponto receba a dosagem uniformemente. Recomenda-se escolher como ponto de aplicação a rosca sem fim da saída do processo, cujo movimento faz com que haja ainda uma mistura das pequenas gotículas, o antissalmonela.

Para rações, geralmente usa-se antissalmonela em pó. Assim como sucede com os produtos líquidos, existem aqueles que contêm em sua composição somente ácidos orgânicos e os que, além desses ácidos, possuem formaldeído. Para rações fareladas não é inconveniente que o produto contenha formaldeído; porém,

quando elas passam por peletização, esse composto volatiliza e pode provocar danos à saúde dos funcionários que trabalham no ambiente próximo às prensas peletizadoras.

Atenção também deve ser dada à quantidade incluída do produto na ração. É recomendado que o nutricionista exija do fabricante material científico comprovando que seu produto, na dose recomendada, é capaz de garantir a ausência de bactérias nas rações. Muitas vezes, por uma questão econômica, o fabricante recomenda redução da inclusão do seu produto nas rações. A decisão de redução da dose deve ser tomada pelo nutricionista, quando envia amostras de rações para um laboratório de microbiologia de sua confiança, com diferentes inclusões do produto, tentando montar uma linha de resposta em reduções escalonadas. Dessa forma, será possível encontrar o ponto de inclusão que tenha o melhor custo-benefício para a realidade em que as rações se encontram inseridas.

1.4.2. Antifúngicos

Também baseados em misturas de ácidos orgânicos, os antifúngicos são assim chamados por serem utilizados como conservantes de grãos contra o ataque de fungos.

Apesar de os efeitos danosos dos fungos e micotoxinas serem conhecidos já há muito tempo, ainda há certa resistência de alguns profissionais – e certo que cada vez menos – em aceitar orientações para o gerenciamento do controle de fungos e seus metabólitos em suas matérias-primas e rações. Todavia, a urgência em aderir ao controle de fungos e micotoxinas vai além dos prejuízos causados no desempenho animal, refletidos na economia da indústria – é um problema de saúde pública, de segurança na cadeia alimentar.

Não há dúvida de que a contaminação fúngica, principalmente nos climas tropicais e subtropicais, como no Brasil, é favorecida pelas condições de temperatura e umidade. Mas a contaminação fúngica não ocorre somente na armazenagem dos grãos – pode suceder durante praticamente todas as fases do desenvolvimento do grão.

A secagem para o armazenamento é prática de grande importância no processo, pois a redução da umidade do grão diminui

muito a possibilidade de contaminação fúngica, como também os sistemas de aeração dos silos. No entanto, a umidade do grão por si só não conta toda a sua história. Há outro aspecto fundamental a ser observado e controlado muito precisamente: a atividade de água do grão, que pode ser muito semelhante em grãos com diferentes umidades.

A atividade de água no grão é a relação entre a pressão do vapor de água na solução e a pressão do vapor de água na água pura. Esse valor expressa basicamente a quantidade de água disponível para o crescimento microbiológico: acima de 0,65, sinaliza alto risco de contaminação (Samapundo et al., 2005). Essa é uma análise essencial para as companhias que querem implantar um controle sério de contaminação fúngica em suas unidades.

Data de 1938 (Hoffman et al.) uma das primeiras publicações que apresentaram o ácido propiônico como eficiente agente antifúngico. Hoje em dia, o uso de ácidos orgânicos para o controle do crescimento fúngico já está muito bem estudado.

As primeiras tentativas de uso do ácido propiônico puro já antecipavam que a corrosão dos equipamentos seria inevitável. Com o passar dos anos, cada vez mais as empresas produtoras de ácidos orgânicos se especializaram em fabricar misturas de ácidos puros com seus sais para evitar a corrosão de equipamentos e melhorar a eficiência dos produtos, aproveitando o sinergismo entre as diferentes espécies de ácidos e ainda reduzindo o custo de inclusão. Outra vantagem dos produtos antifúngicos modernos é conter em sua formulação um surfactante. A molécula do surfactante é composta por duas partes: uma, hidrofílica, que interage com a água, e outra, hidrofóbica, que repele a água. Devido a essa estrutura, as moléculas orientam-se na superfície de forma que a parte hidrofílica fica em contato com a água enquanto a parte hidrofóbica permanece voltada para o ar, formando assim um filme de proteção. Isso dificulta o acesso dos fungos à água superficial do grão tratado. Por essa razão recomenda-se eleger um produto antifúngico com essas características.

2. ADITIVOS SENSORIAIS

2.1. Corantes e pigmentantes

Corantes são substâncias que conferem cor aos alimentos e são utilizados principalmente em rações de pássaros, como atrativo; pigmentantes são aquelas capazes de, ao ser consumidas, modificar a cor da pele ou da gema dos ovos.

Os patamares comumente utilizados de milho nas dietas de aves trazem níveis de xantofilas satisfatórios (33 a 44 mg/kg) para atender à coloração da pele do frango e da gema do ovo para o consumidor brasileiro. Porém, para alguns mercados a intensidade de coloração da pele do frango e da gema do ovo depende da preferência do consumidor. Nesses mercados o consumidor costuma associar a pigmentação da pele do frango ao seu estado de sanidade, e a cor da gema à quantidade de vitaminas dos ovos, seu frescor e até seu sabor.

Surge desses mercados a exigência do uso de pigmentantes nas rações para atingir a pigmentação desejada. A pigmentação é resultante da deposição de xantofilas, que são pigmentos carotenoides, na gema do ovo, na pele ou no tecido adiposo das aves.

As fontes de pigmentos carotenoides podem ser naturais, como as do grupo do milho, páprica, cravo *marigold*, urucum e outros, mas há também os carotenoides sintéticos, tais como a cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo).

Como o uso de pigmentantes aumenta o custo da dieta, o nutricionista deve cercar-se de cuidados para que seu efeito não seja perdido. Deve-se dar atenao ao excesso de cálcio nas dietas, que tem efeito negativo sobre a deposiao de carotenoides, tanto amarelos quanto vermelhos, na gema.

Sendo os pigmentos substâncias lipossolúveis, a oxidaao deles provoca mudanças em sua estrutura química, reduzindo ou eliminando o efeito pigmentante. Portanto, aqui cabe a recomendaao do uso simultâneo de um bom antioxidante nas dietas.

2.2. Aromatizantes e palatibilizantes

Aromatizantes, também conhecidos no mercado como flavorizantes (por causa do termo em inglês *flavor*), são substâncias que conferem ou intensificam o aroma dos alimentos; e palatibilizantes, ou edulcorantes, são substâncias definidas quimicamente, cuja adição aos alimentos aumenta sua palatabilidade e aceitabilidade.

Escolhemos comentar esses dois aditivos sensoriais de forma concomitante pelo fato de serem relativos a sistemas fisiológicos que trabalham em conjunto, o olfativo e o gustativo, que são chamados sentidos químicos, porque seus receptores são excitados por estímulos químicos.

Em se tratando de aroma, estão envolvidos os sentidos olfato e paladar, pois o aroma possui propriedades odoríferas e/ou sápidas. Um bom exemplo é o aroma de chocolate, cujas propriedades odoríferas são peculiares e cujas propriedades sápidas trazem o dulçor à boca.



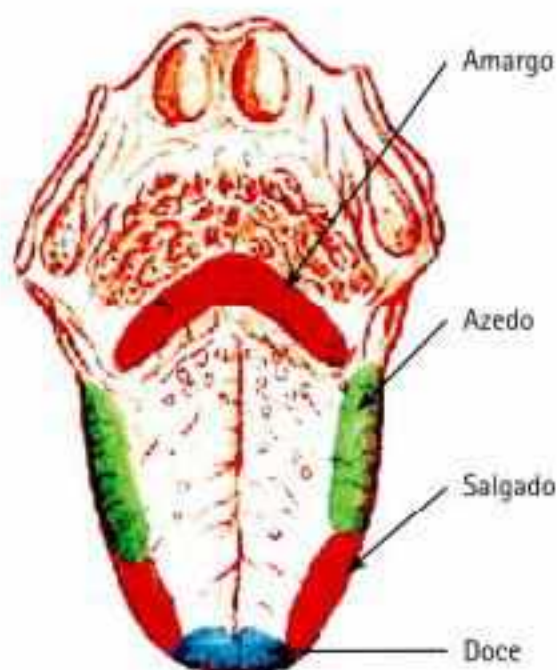
Papila gustativa de mamífero.



Disponível em <www.jornalivre.com.br>.

Enquanto a forma através da qual os cheiros são percebidos pelas diversas espécies animais continua ainda não completamente entendida, e nenhuma das teorias existentes é capaz de prever o cheiro de uma molécula com exatidão, embora todas sejam embasadas em evidências científicas, os mecanismos envolvidos no sentido do paladar já estão bem explicados.

Na superfície da língua se situam as papilas gustativas, que percebem os quatro sabores básicos: doce, salgado, azedo e amargo. Mas é através das partículas de aroma que exalam do alimento sendo consumido que o sabor desse alimento é definido completamente pelo indivíduo que o está consumindo. As microvilosidades são as estruturas que favorecem a superfície receptiva para o paladar.



Disponível em <www.jornallivre.com.br>.

Os aditivos aromatizantes são comercializados para a nutrição de suínos muito mais que para a de aves, pois, enquanto os suínos possuem 19.904 botões gustativos na língua (Chamorro et al., 1993), as aves têm apenas 316 (Ganchrow e Ganchrow, 1987). E, apesar de alguns autores discordarem de que existam benefícios em usar flavorizantes e edulcorantes nas dietas, há evidências de que a exposição dos animais a essas substâncias afeta seu comportamento produtivo.

Um trabalho realizado por Ostindjer et al. (2009) mostrou que, adicionando-se determinado aroma à dieta da porca (exposição pré-natal), é possível modular a preferência dos leitões por determinados alimentos e até mesmo evitar a neofobia da qual eles sofrem ao desmamar, demonstrada pela relutância ao consumo. Segundo o autor, o feto consegue detectar o aroma através do líquido amniótico que circunda o seu epitélio olfatório.

Da mesma forma que um aroma pode atrair ou até modular o consumo de ração pelos animais, alguns podem ter efeito altamente negativo sobre o consumo, como o aroma dos pequenos alcaloides gerados no processo de oxidação das gorduras da dieta, que, além de destruir o aroma existente na dieta, por ser baseado em compostos lipossolúveis, se encarregam de deixar a dieta com o repugnante odor de rancidez. O uso de antioxidante é indispensável em alimentos para leitões.

Um estudo realizado por McLaughlin et al. (1983), em modelo de dupla escolha, com 96 diferentes aromas, mostrou que leitões preferem os aromas de manteiga, frutas, carne e odores adocicados. Provavelmente a preferência pelo aroma de manteiga reside no fato de que o leite da porca tenha seu perfil de ácidos graxos rico em ácido butírico, como também a preferência pelas frutas pode ser justificada pelo instinto do animal, que na natureza estaria em busca de frutos maduros caídos das árvores.

Em se tratando de palatabilidade das dietas, sabe-se que os suínos são particularmente sensíveis aos diversos sabores, que podem afetar positiva ou negativamente seu consumo. Além de serem utilizados para ressaltar os sabores dos compostos doces e agradáveis da dieta dos leitões, os palatabilizantes são empregados para mascarar os sabores amargos de alguns compostos da dieta, como alguns aminoácidos e medicamentos, que têm aroma desagradável e sabor amargo, ou compostos minerais, com seus sabores metálicos, como óxido de zinco, sulfato de cobre e sulfato ferroso etc.

A combinação de edulcorantes com determinados aromas foi testada em um experimento de dupla escolha, e foi demonstrado por Torrallardona et al. (2001) que, dependendo da combinação com certos aromas, uma dieta contendo sacarina (150 ppm) pode ser significativamente preferida (aroma leite/queijo) ou expressivamente rejeitada (aroma leite/cítrico).

É prática comum das indústrias oferecer dietas chamadas de choque ou lanche para suínos, que consistem em dietas medicadas e devem ser consumidas durante uma semana, para marcar a transição entre diferentes fases de crescimento. O uso de um palatibilizante que possa mascarar o sabor amargo dessas dietas, como os que contêm taumatina, pode ser de grande ajuda para melhorar o consumo dessas rações.

Para porcas que apresentam baixo consumo de ração, o uso de um aroma de trufas combinado com um edulcorante deve melhorar sobremaneira o consumo. Por sua alta preferência pelo sabor dos cogumelos *perigord*, suínos adultos são utilizados nas colheitas dessa requintada iguaria.

Alguns aspectos importantes devem ser considerados para definir o aromatizante a ser utilizado em cada dieta. Os aromatizantes devem ser equilibrados, conter notas de base e de coração, que lhes confirmam durabilidade ao longo do tempo, e não somente as notas de topo, altamente voláteis, cujo aroma somente é sentido na planta produtora de rações. Recomenda-se proceder a um teste muito simples, que consiste na inclusão do produto em uma dieta, cujas amostras serão guardadas para que o aroma seja sentido ao longo do tempo. Esse teste também serve para determinar a resistência à temperatura a que o produto pode ser submetido, caso a ração seja peletizada.

3. ADITIVOS ZOTÉCNICOS

3.1. Aditivos zotécnicos digestivos

3.1.1. Enzimas

Desde o final dos anos 1990 se intensificaram os estudos acerca do uso de enzimas na nutrição animal no Brasil. De lá para cá, muitos avanços foram realizados nessa área, e hoje em dia as enzimas fazem parte do cotidiano dos nutricionistas de todas as indústrias de aves e suínos.

As enzimas são usadas em rações de animais não ruminantes ou para complementar o papel das enzimas endógenas dos animais, como as amilases e proteases, ou para suplementar em suas dietas porque estes não podem sintetizá-las totalmente ou em quantidade suficiente, como as mananases, β -glucanases, α -galactosidases, xilanases e fitases.

Os europeus foram pioneiros no uso de enzimas por tradicionalmente usarem ingredientes que consideramos alternativos, como trigo, cevada, centeio, que contêm altos níveis de polissacarídeos não amídicos. Especialmente na Holanda, onde há leis rígidas que regulam a qualidade da água de seus mananciais, o uso de uma enzima que reduzisse o P e o N das excretas se tornou necessário e urgente por causa da alta carga de dejetos presente em algumas áreas de criação intensiva de animais. E o uso da fitase surgiu com força, primeiro, naquele país, espalhando-se depois por todo o mundo.

Aditivos enzimáticos estão definidos pela Instrução Normativa nº 13, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, de 30 de novembro de 2004, como substâncias que não possuem função nutricional na dieta, sendo utilizadas para melhorar o processo digestivo, aperfeiçoando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta.

Quando se iniciou o uso de enzimas na nutrição animal, a substância era incluída na ração, e o nutricionista, de acordo com o crédito esperado do nutriente que teria sua digestibilidade beneficiada, fazia as devidas alterações nas exigências mínimas desses nutrientes na dieta. Ou, se a enzima tinha como objetivo melhorar a digestibilidade de amido, ou polissacarídeos não amiláceos, por exemplo, o nutricionista alterava a exigência da energia, ou simplesmente mantinha como estava, e esperava que o resultado aparecesse em forma de melhora da conversão alimentar. Hoje em dia, as enzimas têm um enfoque diferente em termos de função nutricional na dieta. A valorização de nutrientes na matriz nutricional das enzimas consagrou-se no mercado brasileiro de maneira definitiva. Cada fornecedor tem sua própria valorização, a qual é informada ao nutricionista para que seja aplicada às suas dietas, reduzindo até mesmo o custo delas.

Os benefícios do uso de enzimas exógenas em dietas de animais não ruminantes são incontestáveis e é possível enumerar vários deles; os quais já foram muito bem estudados:

- destruição de fatores antinutricionais;
- maior aproveitamento de nutrientes e energia da dieta;
- redução da viscosidade da dieta, melhorando a digestão e a absorção de nutrientes;

- redução da umidade da cama, diminuindo a incidência de pododermatites em aves;
- redução de substrato potencialmente utilizado por bactérias patogênicas no intestino final;
- economia no custo das dietas;
- redução da poluição ambiental pela excreção de fósforo e nitrogênio.

Porém, esses benefícios estão atrelados à correta escolha do produto ideal, e muitos são os fatores para essa escolha:

- **Confiança no fornecedor:** muitas vezes o comprador recebe oferta de um produto por valor bem mais baixo que o pago pela enzima que está sendo utilizada pelo nutricionista, o qual é pressionado a mudar de produto para ter uma economia adicional no custo das dietas. Como para qualquer outro aditivo, é importante que o nutricionista saiba a origem do produto e, se possível, conheça a planta produtora. O novo fornecedor pode informar que não possui uma matriz nutricional própria, mas que pode ser utilizada a matriz do seu concorrente, porque o micro-organismo que produz sua enzima é "igual" ao que produz a do fornecedor tradicional. Essa decisão não deve ser tomada de pronto, pois o nutricionista necessitará receber uma amostra desse produto, parte da qual enviará imediatamente para análise em um laboratório de sua confiança, para determinar a atividade da enzima, e outra parte ele submeterá às condições do seu processo, tomando amostras para analisar.
- **Termoestabilidade:** quando as dietas são submetidas a diversos níveis de temperatura, é muito importante saber até quantos graus a enzima é capaz de suportar sem que suas funções sejam prejudicadas. A temperatura máxima atingida pelo processo não é o único fator importante a ser levado em conta, mas também o tempo em que a massa é submetida a essa temperatura quando está no condicionador. Por isso, é imprescindível que o nutricionista, antes de utilizar a enzima com sua potencial matriz nutricional, a coloque em uma dieta,

sem considerar sua matriz, e colete amostras durante o processo para análise de recuperação da enzima, certificando-se assim de que ela sobrevive às suas condições de processo. Essa análise pode ser feita pelo próprio fornecedor com amostras cegas. Essa será uma boa oportunidade também de o fornecedor conhecer seu produto em diferentes condições de processo. Com respeito às fitases, os produtos termoestáveis são apresentados ao mercado de duas maneiras: as fitases de origem fúngica, que possuem um revestimento, que deve primeiro ser decomposto, durante o processo de digestão, para que a fitase que está em seu interior possa atuar; e aquelas de origem bacteriana, que são naturalmente resistentes à altas temperaturas. Já é possível encontrar no mercado brasileiro um produto enzimático resistente ao processo de expansão. No caso da decisão pelo uso de uma enzima não resistente à expansão, a alternativa é o uso de aplicação líquida pós-péletes.

- **Miscibilidade e precisão na aplicação:** em se tratando de enzimas apresentadas na forma não líquida, elas podem ter o aspecto de um pó muito fino, grânulos irregulares recobertos pela enzima, ou microgrânulos, dependendo do veículo em que a enzima é incorporada. É importante testar a miscibilidade do produto em cada processo de produção com o apoio do gerente de produção e do de controle de qualidade. Da mesma forma, toda a atenção deve ser dada ao processo de aplicação de enzima líquida. É comum o fornecedor oferecer o equipamento de dosagem em comodato. Mesmo sendo o fornecedor o responsável para que o sistema funcione de maneira satisfatória, o apoio do pessoal de produção e do de controle de qualidade no dimensionamento correto da caída da ração no momento da aspersão da enzima é imprescindível. Há casos em que um conceito muito interessante pode ser completamente destruído por causa de um mau dimensionamento do processo de aplicação de enzima líquida, pois, se uma quantidade muito grande de ração cai em tempo não suficiente para que toda a massa receba a aspersão do produto de maneira uniforme, ou, pior, se há momentos em que a aspersão nem ocorre,

todo o benefício esperado do conceito estará destruído. Coeficientes de variação abaixo de 20% são considerados aceitáveis para a dosagem líquida de algumas enzimas, porém essa não é a garantia de uma boa aplicação. Um acompanhamento da atividade enzimática deve ser feito periodicamente nas rações. Caso haja desvios, todo o processo deve ser revisto com novas análises de recuperação absoluta da enzima.

- **Período de validade e estabilidade em pré-misturas e em rações comerciais:** as empresas de nutrição animal têm nas enzimas um forte aliado para redução de custos e melhora da qualidade de seus produtos, e esses produtos, naturalmente, possuem um tempo de prateleira durante o qual os fornecedores devem garantir as características originais para o desempenho adequado dos animais. Algumas enzimas, quando incorporadas a pré-misturas ou rações comerciais, têm suas funções prejudicadas muito rapidamente, por causa de reações com outros ingredientes presentes na mistura. Antes de definir que enzima deve fazer parte de uma pré-mistura ou de uma ração completa, é recomendado que o nutricionista faça testes, com coleta periódica da ração ou pré-mistura, para determinação da atividade enzimática.
- **Matriz nutricional:** as matrizes nutricionais das enzimas em geral são determinadas com base em experimentos com níveis considerados usuais dos ingredientes. Porém, por mais que a matriz nutricional de uma enzima tente ser acurada na oferta de nutrientes, em determinados tipos de dieta pode ocorrer desvios relativamente grandes. Por isso é crucial que o nutricionista saiba quanto de substrato está presente em suas dietas e se informe com seu fornecedor da proporção de enzima/substrato segura. Já existem programas de predição de matrizes nutricionais disponíveis no mercado, que informam níveis de ácido fítico, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, além de outros nutrientes, após a leitura simples em equipamento Near Infra Red de apenas um conjunto pequeno de nutrientes (nutrição de precisão). Atenção também deve ser dada ao uso de diferentes enzimas simultaneamente utilizando a matriz nutricional de ambas. Nesse caso também o conhecimento do substrato faz muita diferença.

3.2. Aditivos equilibradores da flora intestinal

São definidos pelo MAPA como micro-organismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que têm efeito positivo sobre a flora do trato digestório. Os probióticos, prebióticos e ácidos orgânicos representam esses aditivos.

3.2.1. Probióticos

São organismos vivos, administrados em quantidades adequadas, que conferem benefícios à saúde do hospedeiro. Esses benefícios são conhecidos há muitos anos, desde que seres humanos começaram a consumir o resíduo do leite fermentado com *Lactobacillus acidophilus*.

Com a necessidade de eliminar os antibióticos promotores de crescimento da alimentação animal, o setor experimenta novos desafios e é obrigado a buscar novos conceitos que maximizem as funções fisiológicas de cada animal como indivíduo. Esses novos conceitos devem assegurar tanto bem-estar como saúde aos animais. Observando por esse contexto, os probióticos surgiram para a nutrição animal como um conceito novo, que alia um antigo conhecimento científico a novas tecnologias. São ofertados no mercado produtos probióticos que trazem em sua composição bactérias ou leveduras.

Trabalhos científicos com probióticos em dietas de aves e suínos têm demonstrado bons resultados. Desde que começaram a ser administrados em frangos de corte, matrizes, poedeiras, porcas lactantes e leitões, bons produtos probióticos, tanto bactérias quanto



Bacillus subtilis.



Bacillus licheniformis.



Sacharomyces cerevisiae.

leveduras, demonstraram ser excelente alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento. E também apresentam uma ação complementar quando usados em rações, nas quais, simultaneamente, adiciona-se prebiótico ou mesmo antibiótico promotor de crescimento.

Os efeitos benéficos se dão principalmente pelas seguintes características dos probióticos:

- inibição do crescimento de micro-organismos patogênicos através da produção de ácidos orgânicos e bacteriocinas;
- alta capacidade de adesão aos enterócitos e exclusão competitiva de patógenos;
- melhora na morfologia das vilosidades, aumentando a superfície de absorção;
- estímulo do sistema imune, através da ativação de macrófagos, produção de células T e de *interferon*.

O conceito estimulante do uso de probióticos em rações animais fez surgirem no mercado brasileiro muitas espécies de produtos ditos probióticos, com distintas espécies de micro-organismos, alguns dos quais contendo grande número deles como um *mix* indefinido até mesmo pelo próprio fornecedor.

As células probióticas, depois de ingeridas pelo animal, enfrentam os desafios presentes no trato gastrointestinal e devem sobreviver a eles, mantendo-se viáveis. Devem resistir por mais de quatro horas às enzimas proteolíticas presentes no trato digestório, assim como aos baixos níveis de pH, entre 1,8 e 3,2, prevalentes no estômago. Essas células também devem manter a viabilidade em presença de altas concentrações de bile, suco pancreático e muco, condições de intestino delgado, e produzir substâncias consideradas antibióticas, como ácidos orgânicos, peróxido de hidrogênio e bacteriocinas (Brizuela et al., 2001). Bactérias probióticas devem ser gram+ e ter capacidade de adesão aos enterócitos.

Ao serem produzidos em escala industrial, os probióticos também enfrentam desafios tecnológicos. Durante todo o processo de produção e todo o prazo de validade do produto, essas células devem manter-se estáveis e viáveis em níveis satisfatórios, e o produto final deve ser reconhecido como seguro.

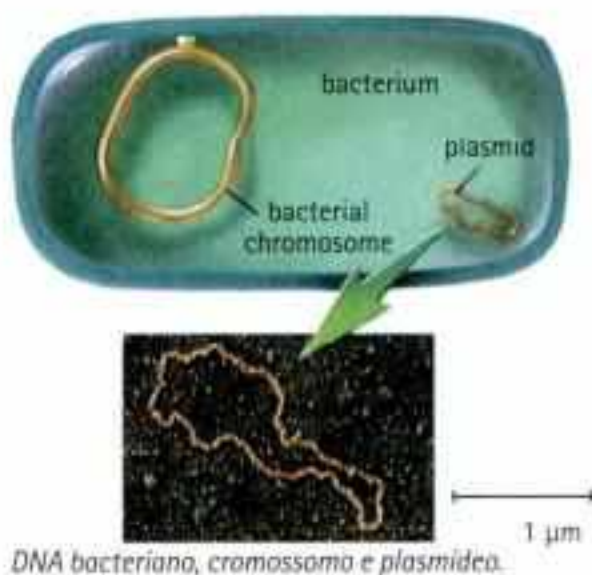
Além dessas características, espera-se que as cepas usadas como probióticos sejam resistentes aos antibióticos eventualmente administrados nas dietas animais. Alguns micro-organismos utilizados como probióticos são até mesmo resistentes ao formaldeído, que é amplamente usado no Brasil para controle de salmonela, mas essa resistência deve ser intrínseca e não transmissível a outras espécies de micro-organismos.

Faz-se mister lembrar que ocorrem interações genéticas entre os diversos micro-organismos que passam a habitar a complexa flora do trato digestório. Essas interações ocorrem por três distintas vias: conjugação, transformação e transdução. A troca de genes conjugativos depende de elementos móveis autônomos, de localização extracromossômica, denominados plasmídeos, através dos quais determinada resistência é transmitida de um a outro organismo eucariótico. Podem ocorrer em bactérias ou em organismos eucarióticos unicelulares, como algumas cepas de leveduras. A existência de plasmídeos com diversos genes de resistência a diferentes antibióticos é um problema no tratamento de doenças bacterianas. O DNA plasmídico é replicado da mesma maneira como se realiza a replicação do DNA cromossômico, à mesma velocidade ou a uma velocidade superior (o que provoca um número elevado de cópias do plasmídeo na célula). Os plasmídeos replicam-se de forma independente do DNA cromossômico, mas a sua replicação dá-se a cada divisão celular, de maneira a conservar pelo menos uma cópia em cada célula-filha. Por esse motivo, o nutricionista deve estar em alerta máximo quanto ao uso, ou mesmo ao teste, em suas instalações de produtos probióticos, pois, se um micro-organismo introduzido como probiótico na produção contiver um plasmídeo de resistência a algum antibiótico e essa resistência for transferida a uma bactéria patogena, será muito difícil controlar as infecções subsequentes.

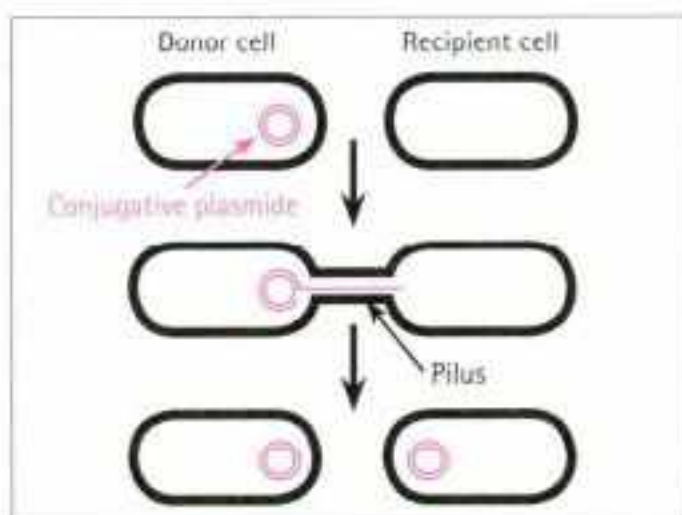
Portanto, é altamente recomendado que o nutricionista exija do fornecedor documentos que garantam a qualidade e segurança de uso do probiótico para teste ou uso geral, como:

- laudo laboratorial identificando e caracterizando a cepa do micro-organismo presente no produto; em caso de produtos que contêm mais de um micro-organismo, este deve ser especificado separadamente;

- laudo laboratorial comprovando ausência de plasmídeo (gel eletroforese);
- laudo laboratorial para organismos geneticamente modificados, incluindo certificado de biossegurança.



DNA bacteriano, cromossomo e plasmídeo.



Transferência de plasmídeo por conjugação entre células bacterianas.

As empresas fornecedoras de probióticos sérias fazem questão de acompanhar os resultados dos seus clientes, até mesmo coletando amostras de rações e fezes dos animais para contagem de unidades formadoras de colônia, mantendo uma linha constante de informação com o cliente.

3.2.2. Prebióticos

O termo "prebiótico" é utilizado para definir quaisquer substâncias que promovam o desenvolvimento de uma flora bacteriana benéfica ao intestino. Podem ser originados de alimentos vegetais, da parede celular de leveduras ou de substâncias quimicamente definidas, oligossacarídeos específicos e amido resistente de prebiótico.

A maioria dos produtos chamados prebióticos encontrados no mercado brasileiro baseia-se em oligossacarídeos não digestíveis extraídos diretamente de suas fontes naturais, como parede de leveduras e vegetais. Há também produtos obtidos da hidrólise parcial, enzimática ou ácida de polissacarídeos, ou por reações de transglicosilação.

O uso de prebióticos na nutrição animal se baseia no fato de que sua presença em nível de lúmen intestinal ativa a resposta imune, e sua estrutura complexa e não digestível para os animais tem a propriedade de modular a microbiota nativa do intestino, por constituir rico substrato para fermentação.

Sendo resistentes a ácidos e enzimas digestivas, os prebióticos chegam à porção final do intestino e é ali que são fermentados. Sua fermentação muda a relação molar de ácidos graxos voláteis produzidos naquela região do trato digestório. Esses produtos de fermentação é que fazem a grande diferença para a microbiota que passa a habitar o local. No cólon humano a proporção comum entre os três ácidos graxos voláteis produzidos é 60:25:10 para acetato: propionato: butirato. Se o indivíduo consome um amido resistente, o butirato passa a ter uma presença de 20% a 28%, o propionato também é aumentado e, conseqüentemente, reduz-se a proporção do acetato (Cummings, 1981). Essa mudança de proporção, com aumento do butirato e propionato e redução do acetato, proporcionalmente a proliferação de uma flora bacteriana saudável.

Outro modo de ação dos prebióticos descrito na literatura é a característica atribuída principalmente aos mananoligossacarídeos (MOS) de aglutinarem as bactérias patogênicas. Para que as bactérias consigam colonizar no intestino, necessitam aderir-se aos enterócitos através de fimbrias que se projetam de sua membrana externa. Essas fimbrias são compostas por moléculas de polissacarídeos, os quais

têm afinidade para se ligar aos oligossacarídeos do MOS. Ao se ligarem ao MOS, deixam de se aderir ao intestino e são excretados. É reconhecido que os MOS possuem características que atuam diretamente tanto sobre a salmonela como sobre a *E. coli*.

Os vários produtos baseados em MOS que são oferecidos diferem em sua qualidade, mas o nutricionista pode implementar um procedimento de controle para padronizar seus fornecedores:

- **Análise de mananos e glucanos:** que define a pureza do produto; um bom MOS deve ter níveis de mananos acima de 25%.
- **Monitoramento de resíduo de antibióticos:** em produtos derivados de leveduras de fermentação alcoólica (produção de açúcar e álcool) são comumente encontrados resíduos de antibióticos utilizados para controlar contaminação por outros micro-organismos. O resíduo mais comum é a monensina. A Comissão Europeia publicou uma diretiva em 2008, determinando o nível de vários antibióticos permitidos em levedura, porém o mercado exige nível zero de resíduos. Procurar conhecer as plantas produtoras dos produtos, seus controles locais e suas certificações é muito importante.
- **Análise bromatológica do produto:** mesmo sem ter análise específica de mananos, um bom ponto de checagem é o nível de proteína, cinzas solúveis e insolúveis. Analisados num contexto, esses parâmetros dão um indicativo do perfil do produto: parede celular, levedura inativa seca ou levedura autolisada. O MOS tem baixo nível de cinzas total (próximo de 2%) e baixo nível de cinzas solúveis (próximo de 5%). O nível de proteína do MOS nunca ultrapassa 30%.
- **Capacidade de aglutinação:** o nutricionista pode enviar amostras a um laboratório de microbiologia de sua confiança para saber a capacidade de aglutinação do MOS que pretende usar. Essa característica diz respeito à eficiência do produto em impedir a colonização do intestino por bactérias patogênicas. Um bom MOS pode aglutinar até 100% de *E. coli* e pelo menos 85% de salmonela.

3.2.3. Ácidos orgânicos

Ácidos orgânicos são aqueles que contêm uma ou mais carboxilas em sua molécula. São constituintes naturais dos alimentos e também produzidos pelo organismo durante as etapas do metabolismo intermediário. Desde 1960 são usados em alimentos com diferentes propósitos, principalmente como conservantes.

Em se tratando de nutrição animal, quando se emprega o termo "ácidos orgânicos", é uma referência aos ácidos fracos de cadeia curta, que são aqueles que contêm entre um e sete carbonos em sua molécula. Cada um desses ácidos tem uma constante de dissociação diferente (pKa), que indica o valor de pH no qual 50% do ácido está dissociado e 50%, não dissociado. Há que observar que a dissociação é expressa em escala logarítmica e, sendo assim, apenas uma unidade de pH acima do pKa de determinado ácido indica que ele se encontra 90% não dissociado, e duas unidades de pH acima do pKa indica que o ácido se encontra 90% dissociado. Quanto mais baixo o valor de pKa, mais forte o ácido é considerado.

TABELA 1

Algumas propriedades físico-químicas dos ácidos orgânicos mais comuns

Nome	Forma física	Constante de dissociação (pKa)	Odor
Formico	Líquido	3,76	Pungente
Acético	Líquido	4,76	Pungente
Propiônico	Líquido oleoso	4,88	Pungente
Butírico	Líquido oleoso	4,82	Rancido
Lático	Líquido	3,86	Leite ácido
Sorbico	Sólido	4,76	Levemente acre
Fumárico	Sólido	3,02/4,38	Sem odor
Málico	Sólido/líquido	3,46/5,10	Maçã
Cítrico	Sólido	3,10/4,80/6,40	Sem odor

Fonte: Adaptado de Mroz, 2005

Na década de 1990 o uso de ácidos orgânicos em dietas de leitões desmamados se intensificou, com o objetivo de complementar a ação da reduzida quantidade de HCl secretado pelos animais no período de desmama.

Antes da desmama a proteína prevalente no estômago do leitão é a quimosina, que coagula o leite. Com o aumento da idade do animal, naturalmente essa prevalência muda para o pepsinogênio. O pH ótimo para a ativação da quimosina está entre 3 e 5 e para ativação do pepsinogênio, entre 1 e 3. Assim, o HCl produzido no período de desmama pode ser suficiente para ativação e atividade da quimosina, mas não para ativação do pepsinogênio. Esse é o princípio que sempre norteou as pesquisas com inclusão de ácidos orgânicos nas dietas de leitões.

TABELA 2

Valores de pH em diferentes segmentos do trato gastrointestinal de leitões

Estômago	Duodeno	Jejuno	Ceco	Cólon	Reto
4,55	5,30	6,57	6,02	6,68	7,00

Fonte: Adaptado de Adams, 2000.

Embora sejam poucos os experimentos através dos quais se conseguiu comprovar que a adição de ácidos orgânicos na dieta de leitões proporciona redução do pH do estômago, ficou comprovado em vários estudos que a acidificação de dietas de leitões melhora seu desempenho.

Não há dúvida de que os ácidos orgânicos melhoram a utilização dos nutrientes da dieta, modulam a flora bacteriana benéfica, atuam como fonte energética prontamente disponível para a formação de novos enterócitos e reduzem a contaminação bacteriana de duas maneiras: por redução do pH no interior da célula da bactéria ou por criar um ambiente inóspito para ela, por acidificar o meio.

As primeiras tentativas de acidificar dietas de leitões com o objetivo de reduzir o pH do estômago foram realizadas usando-se níveis muito altos de inclusão de ácido fumárico, com valores que chegavam a 30 kg de ácido fumárico por tonelada de dieta. Essas altas inclusões foram fortemente questionadas pelo seu custo, e pelo fato de ocupar espaço na formulação de uma dieta que exige um nível

considerável de detalhes. Surgiu, então, a ideia de produzir misturas de ácidos cujas ações fossem complementares e sinérgicas, até mesmo com a inclusão de ácidos inorgânicos, como o fosfórico.

Hoje há misturas de ácidos contendo, por exemplo, ácidos fórmico, fumárico, cítrico e fosfórico. Alguns ácidos têm ótimas propriedades bactericidas, ou conseguem baixar o pH do meio mais rapidamente, mas possuem cheiro irritante e sabor azedo, como o ácido fórmico e o propiônico. Então, entram em uma proporção menor na mistura, dando lugar àqueles de sabor agradável, que servem também como palatilizantes, como o láctico e o butírico (muito atrativos para leitões), ou a outros que não têm odor ou sabor, como o fumárico. E assim desenha-se um produto de alto desempenho e com custo relativamente baixo de inclusão.

O custo dessas inclusões ainda se torna mais atrativo quando o nutricionista conta com a matriz nutricional desses produtos. Alguns deles trazem parte dos ácidos orgânicos apresentados como sais, por exemplo, os sais de cálcio (lactato de cálcio, citrato de cálcio, formiato de cálcio etc.), cuja inclusão traz significativas quantidades de cálcio prontamente disponível para absorção pelo animal. Ademais, podem ser encontrados no mercado produtos que também contêm ácido fosfórico, que é um ótimo acidulante, e ainda liberar ortofosfatos para a absorção, ou seja, esses produtos podem trazer uma matriz nutricional contendo níveis importantes de cálcio e fósforo, além de níveis de energia. Todos os ácidos orgânicos têm seu valor energético, já que fazem parte do metabolismo intermediário. Sendo o ácido láctico a própria forma de armazenamento de energia pelos músculos e fígado e outros, como o fumárico, o málico e o cítrico, participam diretamente do ciclo dos ácidos tricarbóxicos, gerando ATP.

O aproveitamento do cálcio e do fósforo contidos nos sais dos ácidos é uma ótima estratégia para reduzir a inclusão de calcário e fosfato bicálcico nas dietas. Esses ingredientes possuem alta capacidade alcalinizante e acabam servindo como tamponantes para os compostos ácidos. Com a redução da capacidade alcalinizante da dieta, menor inclusão de acidificante é necessária, em relação aos níveis de ácido fumárico que eram usados nos primórdios da acidificação de dietas de leitões.

Os acidificantes também têm sido usados em dietas de suínos em terminação e de porcas em lactação, com excelentes resultados. Um

aspecto muito importante a ser observado é que uma eficiente acidificação de dietas de suínos proporciona redução do pH da urina.

A manipulação do pH dos dejetos de suínos através da acidificação das dietas é uma estratégia sugerida por vários pesquisadores para reduzir a emissão de gases e a poluição ambiental. Cahn et al. (1997) conseguiram reduzir de 1,6 a 1,8 unidade o pH da urina de suínos em crescimento e terminação com a inclusão de sais de cálcio na dieta desses animais em níveis entre 7 e 10 kg/t. Nesse trabalho os pesquisadores reportaram-se a uma redução da emissão de amônia entre 23% e 53%. O uso de benzoato de cálcio em substituição ao calcário também favoreceu a redução de emissão de amônia de 37%, no trabalho realizado por Hendricks et al. (1997) com suínos em crescimento. Kim e Van Kempen (2001) concluíram que a inclusão de ácido fosfórico ou fosfato monocálcico, quando combinados com sulfato de cálcio, proporciona redução na emissão de amônia de 30% e 16%, respectivamente. A redução da amônia está diretamente ligada ao bem-estar dos animais e, conseqüentemente, à sua produtividade.

A inclusão de ácidos orgânicos em dietas de aves tem uma história mais recente. Os estudos começaram quando as grandes indústrias exportadoras de carne foram obrigadas a buscar alternativas ao uso de antibióticos promotores de crescimento (APC). A retirada dessas substâncias antimicrobianas das dietas de frangos teve impacto direto no custo de produção, ainda mais porque, para alguns mercados importadores, a retirada de APC veio acompanhada da exclusão de farinhas de origem animal.

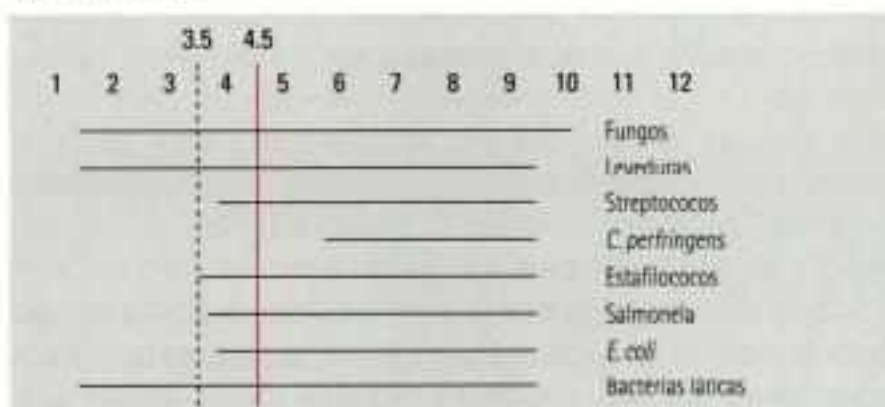
O sucesso do uso de acidificantes para frangos de corte começou a chamar a atenção dos técnicos quando estes começaram a incluir misturas de ácidos orgânicos na água de beber dos animais, juntamente com as alternativas aos APC inclusos nas dietas. Nos testes em campo observava-se que os lotes que bebiam água acidificada, apesar de consumirem dietas livres de APC, apresentavam fezes de melhor aspecto e melhor desempenho geral, quando comparados aos que bebiam água não acidificada.

A acidificação da água de beber é uma excelente prática para reduzir a contaminação bacteriana. O crescimento da maioria das bactérias se dá em pH acima de 4,0. É imprescindível que o técnico conheça as características físico-químicas da água usada para os

animais em cada granja. Já estão disponíveis no mercado modelos de pHmetros digitais a preços acessíveis para fazer essa monitoria. Em certas regiões encontram-se águas de poços cujo pH chega a 8,5. São as chamadas "águas duras", muito ricas em carbonatos. Os resultados de uso de acidificantes em águas com alto pH são surpreendentes em se tratando do desempenho dos animais. Os animais bebem um volume duas a duas vezes e meia maior do que o volume que comem. O consumo de água dura, em muitos casos, pode ser a causa de ração mal digerida, a qual aparece nas fezes dos animais. Uma água com boa qualidade microbiológica apresenta contagem total de bactérias de não mais que 10^5 UFC/ml e não mais que 100 UFC/ml de bactérias termorresistentes. A amostra deve ser colhida nos bebedouros, e não na caixa-d'água.

As chamadas soluções caseiras, como o uso de vinagre (acetato) ou suco de limão nas caixas-d'água das granjas, não devem ser fomentadas pelos técnicos. Para reduzir o pH a 4,0, com substâncias dessa natureza, seria necessário um grande volume de inclusão, sendo difícil a manutenção do pH baixo. Nesses casos observa-se o desenvolvimento de algas e leveduras na água, formando um microfilme dentro das tubulações que chega a entupir os bebedouros. Os produtos comerciais são misturas de ácidos desenvolvidos para esse fim, e, dependendo do pH da água, alguns desses produtos conseguem reduzir o pH a 4,0 com inclusões de até 1ml/l, com a vantagem de limpar completamente o microfilme formado nas tubulações, não deixando que ele se forme novamente.

Valores de pH



Diferentes micro-organismos crescem em diferentes faixas de pH.

Durante o jejum hídrico, antes do abate, oferecer água acidificada para os animais tem-se tornado uma prática comum nas grandes indústrias produtoras de carne. Durante o jejum os animais costumam praticar a coprofagia, o que pode levar a um conteúdo contaminado no inglúvio. A água acidificada oferece proteção e ainda, em altas temperaturas ambientes, auxilia na manutenção do equilíbrio eletrolítico, contra-atacando uma possível alcalose respiratória.

Quando os pintinhos chegam ao aviário, começam a formar a microflora que habitará seu trato digestório, primeiro, através da catação de elementos presentes na cama do aviário e depois por meio do consumo da própria ração. A observação desse comportamento levou à necessidade de se implementar na dieta compostos que favoreçam o desenvolvimento de uma flora benéfica no inglúvio desses animais, antes que seja desenvolvida uma microflora patogêna, e esta, resistindo à acidez do proventrículo, se instale no intestino, prejudicando o desempenho da ave.

Entre as alternativas aos APC, o uso de ácidos orgânicos na dieta, combinados ou não com probióticos ou com prebióticos, ou ambos, tem demonstrado ser efetivo tanto para frangos quanto para poedeiras. O uso de acificantes promove o desenvolvimento de bactérias lácticas no inglúvio. Essas bactérias também produzem ácidos graxos voláteis, tornando o ambiente impróprio ao crescimento de bactérias patogênas.

Se o nutricionista deseja usar ácidos orgânicos com o objetivo de que estes protejam o intestino da colonização por bactérias indesejáveis, seja para suínos, seja para aves, sem dúvida deve optar por produtos encapsulados por componentes lipídicos, ou que estejam protegidos por fazerem parte da estrutura química de um glicerídeo. A lógica dessa escolha reside no fato óbvio de que a capa de gordura que envolve as moléculas de ácidos, ou a molécula do glicerídeo, passaria intacta pelo estômago, sendo digerida pelas lipases pancreáticas somente no intestino, onde os ácidos devem atuar ainda em sua forma não dissociada. Somente na forma não dissociada um ácido é capaz de atravessar a membrana de uma bactéria, para, em seu interior, se dissociar e provocar o desequilíbrio acidobásico desse micro-organismo, além de danos irreversíveis ao seu DNA, causando sua morte.



Ácidos orgânicos encapsulados em gordura.

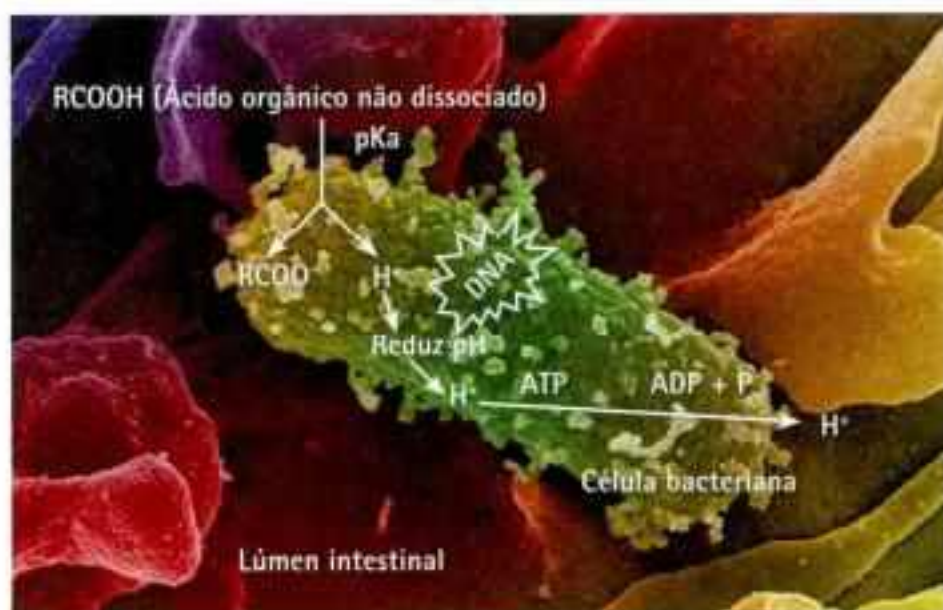


Início da digestão das cápsulas por lipase.

O ácido butírico tem sido intensamente investigado por ser uma molécula multifuncional. Além de todas as propriedades já descritas na literatura mundial, especificamente para o butirato, uma característica única desse ácido de quatro carbonos é sua estimulação do crescimento de novos enterócitos, mesmo tendo sido em vários trabalhos creditada ao butirato a capacidade de reduzir a incidência de câncer do cólon e de eliminar os efeitos da doença de Crohn em humanos.

Immersel et al. (2004) e (2005), em uma linha de pesquisa muito detalhada sobre o controle de salmonela por butirato de sódio, demonstraram a eficácia da forma encapsulada em controlar a invasão de salmonela em diversos tecidos de frangos de corte. Os autores justificaram os resultados pelo fato conhecido de que o butirato inibe a virulência da bactéria através da supressão da expressão genética da invasividade. Resultados semelhantes foram observados por Doretto Jr. et al. (2008), em cujo trabalho o butirato de sódio encapsulado em gordura (500 g/t de um produto comercial a 30%) foi eficaz no controle de salmonela em frangos desafiados.

Leeson (2009) também reportou-se a resultados interessantes de desempenho de frangos, desta feita usando glicerídeos de butirato. O autor comparou o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas de antibióticos promotores de crescimento (virginiamicina ou bacitracina) com dietas contendo glicerídeos de butirato. Frangos que consumiram dietas de glicerídeos de butirato apresentaram desempenho semelhante àqueles que consumiram virginiamicina, em se tratando de peso corporal, peso de carcaça, rendimento de peito e conversão alimentar. Entretanto, o desempenho dos animais que



Modo de ação antimicrobiana de um ácido orgânico sobre a *Escherichia coli*.

consumiriam glicerídeos de butirato foi significativamente melhor do que daqueles que consumiram dietas de bacitracina em relação ao parâmetro rendimento de peito, sendo o melhor rendimento observado em animais alimentados por 2 kg de glicerídeos de butirato por tonelada de ração.

Referências

- ADAMS, C. A. "Acidifiers, important components of pig feeds. Kemur Industries". *Technical Boletim*, 2000.
- BERCHIELLI Jr., A.; e BARROW, P. A. "Reduction in incidence of experimental fowl typhoid by incorporation of a commercial formic acid preparation into poultry feed". *Poultry Science*, nº 75, 1996, pp. 339-341.
- BRIZUELA, M. A.; SERRANO, P.; e PEREZ, Y. "Studies on probiotics properties of two lactobacillus strains". *Braz. arch. biol. technol.*, v. 44, nº 1, 2001, pp. 95-99.
- CAHN, T. T.; AARNINCK, A. J. A.; MROZ, Z.; e JONGBLOED, A. W. "Influence of dietary calcium salts and electrolyte balance on urinary pH, slurry pH and ammonia volatilization from slurry of growing finishing pigs". *Journal of Animal Science*, v. 75 (suppl. 1), 1989.
- CHAMORRO, C. A.; PAZ, P.; FERNANDEZ, J. G.; e ANEL, L. *Scanning Microscopy*, v. 7, nº 1, 1993, pp. 313-322.

- CUMMINGS, J. H. "Short chain fatty acids in the human colon". *Gut*, v. 22, 1981, pp. 763-779.
- DORETTO Jr., L.; DORETTO, L. S.; e RIBEIRO, A. C. "Avaliação da eficácia de Adimix MR no controle de Salmonela em frangos de corte. Relatório de Pesquisa" CPABR, 2008.
- DROGE, M.; PUHLER, A.; e SELBITCHKA, W. "Horizontal transfer among bacteria in terrestrial and aquatic habitats as assessed microcosm and field studies". *Biology and Fertility of Soils*, 29(3), jul., 1999, pp. 221-245.
- FISCHER, G. et al. "Peroxidação em amostras de milho, protegidas ou não por etoxiquim". *Gençua Animal Brasileira*, v. 6, nº 4, 2004.
- GANCHROW, J. R.; e GANCHROW, D. *The Anat. Record*, nº 218, 1987, pp. 88-98.
- GUAÍUME, E. A. "Effects of continuous administration of Low-dose of Escherichia Coli Lipopolysaccharide in chicks and poults fed non toxic doses of Aflatoxin B1 and T2 toxin". University of Missouri, Columbia, jul., 2005. Tese de doutorado.
- GUYTON, A. C. *Fisiologia humana*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.
- HENDRICKS, G. L.; VRIELINK, M. G. M.; e VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C. "Reducing ammonia emission from pig housing by adding acid salts to the feed". *Proceedings of the Fifth International*, 1997, pp. 65-70. Livestock Environment Symposium, ASAE, St. Joseph, MI.
- HOFER, E.; QUINTAIS, B. R.; REIS, E. M. F.; RODRIGUES, D. P.; SEKI, L. M.; FEITOSA, I. S.; RIBEIRO, L. H. F. F.; e FERREIRA, M. R. "Emergência da multirresistência a antimicrobianos em *Vibrio cholerae* isolados de pacientes com gastroenterite no Ceará, Brasil". *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 32(2), mar-abr., 1999, pp. 151-156.
- HOFFMAN, C.; DALBY, G.; e SCHWEITZER, T. R. "Process for inhibition of mold". Nova York: *Ward Baking*, 2, 1938, pp. 154 e 449.
- KIM, I. B. e VAN KEMPEN, T. "Determination of ammonia emission and urine pH as affected by different dietary sources of calcium and/or phosphorus in grow-finish pigs". *Annual Swine Report*, North Carolina State University, 2001.
- LEESON, S. "Dietary butyrate glycerides - Roles as an antibacterial and as a potent stimulator of gut development in poultry". *Research Report*. Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, 2009.
- MACRINA, F. L.; KOPECKO, D. J.; JONES, K. R.; AYERS, D. J.; e McCOWEN, S. M. "A multiple plasmid-containing *Escherichia coli* strain: convenient source of size reference plasmid molecules". *Plasmid*, v. 1, 1978, pp. 417-420.
- MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; GIACOMINI, L. Z.; e RAUBER, R. H. "Micotoxicoses em suínos e aves". I Encontro Tecnológico INVE, 13 a 15 de outubro de 2005. Florianópolis (SC).
- McLAUGHLIN, C. L.; BAILE, C. A.; BUCKHOLTZ, L. L.; e FREEMAN, S. K. *Journal of Animal Science*, 56(6), 1983, pp. 1.287-1.293.

- MIRAGLIA, M.; DE SANTIS, B.; MINARDI, V.; DEBEGNACH, F.; e BRERA, C. "The role of sampling in mycotoxin contamination: An holistic view". *Food Additives and Contaminants*, supl. 1, 2005, pp. 31-36.
- MROZ, Z. "Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs". *Advances in Pork Production*, v. 16, 2005, p. 169.
- MURO, M. A. e PRIEST, F. G. "Construction of chromosomal integrants of *Bacillus sphearicus* 2362 by conjugation with *Escherichia coli*". *Research in microbiology*, 151(7), set., 2000, pp. 547-555.
- OOSTINDJER, M.; BOLHUIS, J. E.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B. "Prenatal flavor exposure affects flavor recognition and stress-related behavior of piglets". *Chem Senses*, nov., 34(9), 2009, p. 775.
- SAMAPUNDO, S.; DEVLIEGHERE, F.; DE MEULENAER, B.; e DEBEVERE, J. "The effect of water activity and temperature on growth and the relationship between fumonisin production and the radial growth of *Fusarium moniliforme* and *F. proliferatum* in corn". *Journal of Food Protection* (accepted), 2005.
- SHOEMAKER, N. B.; VLAMAKIS, H.; HAYES, K.; e SALYERS A. A. "Evidence for extensive resistance gene transfer among *Bacteroides* spp and among bacteroides and other genera in the human colon". *Applied and Environmental Microbiology*, 67(2), fev. 2001, pp. 561-568.
- THRELFALL, E. J.; ROWE, B.; FERGUSON, J. L.; e WARD, L. R. "Characterization of plasmids conferring resistance to gentamicin and apramicin in strains of *Salmonella typhimurium* phage type 204c isolated in Britain". *Journal Hyg. Camb.*, 97, 1986, pp. 419-426.
- TORRALLARDONA, D.; SALVADÓ, R.; MATAS, J.; FORT, E.; e ROURA, E. "Preferences indices of feeds with aromas for weanling pigs". 52nd Annual Meeting of the EAAP, 21-24 de agosto, 2001.
- VAN IMMERSEEL, F.; DE BUCK, J.; BOYEN, E.; BOHEZ, L.; PASMANS, F.; VOLE, J.; SEVCIK, M.; RYCHLIK, I.; HAESBROUCK, E.; e DUCATELLE, R. "Medium-chain fatty acids decrease colonization and invasion through *hilA* suppression shortly after infection of chickens with *Salmonella enterica* serovar enteritidis". *Applied and Environmental Microbiology*, 2004, pp. 3.582-3.587.
- VAN IMMERSFFEL, F.; BOYFN, F.; GANTOIS, I.; TIMBERMONT, L.; BOHEZ, L.; PASMANS, F.; HAESBROUCK, E.; e DUCATELLE, R. "Supplementation of coated butyric acid in the feed reduces colonization and shedding of *Salmonella* in poultry". *Poultry Science*, nº 84, 2005, pp. 1.851-1.856.
- WALKINS, E. J. "Ropiness in flour and bread and its detection and prevention". *Journal Soc. Chem. Ind. Londres*, nº 25, 1906, pp. 350-357.

7

Manejo e alimentação de aves e suínos

Karina Ferreira Duarte
Médica-veterinária

Otto Mack Junqueira
Médico-veterinário

MANEJO E ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E GALINHAS DE POSTURA

INTRODUÇÃO

O mercado internacional de carne de frango mudou significativamente nas últimas décadas, mudanças essas relacionadas com a adoção em grande escala de tecnologia, tanto na área biológica como na econômica. Pode-se dizer que em termos mundiais, dentro do setor primário, o avícola foi o que mais se destacou em termos de absorver com rapidez as novas tecnologias e os novos sistemas integrados de produção e de transferi-los com eficiência, na forma de preços baixos e elevado padrão de qualidade, para os consumidores finais.

De acordo com a União Brasileira de Avicultura (UBA), a avicultura no Brasil gera 4,8 milhões de empregos diretos e indiretos, representando 1,5% do PIB. Cerca de 150 países importam a carne de frango do Brasil, o que corresponde a 33% do total produzido. Os 67% restantes são destinados ao mercado interno, que consome 38,9 quilos/habitante/ano, o maior consumo *per capita* entre as carnes no Brasil. A produção mundial de carne de frango em 2008 foi de 77,038 milhões de toneladas, dos quais 10,94 milhões foram produzidos no Brasil, que é o terceiro maior produtor, atrás somente dos Estados Unidos e da China. O Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo: em 2008 exportou 3,645 milhões de toneladas, resultando em US\$ 6,95 bilhões de receita cambial, valor correspondente a 48,53% da receita gerada por exportações brasileiras de carne. Entre as carnes exportadas pelo Brasil, a de frango participa com 55,63% das exportações; a bovina fica em segundo, com 33,04%; e a suína em terceiro, com 8,21%.

Ainda de acordo com a UBA, a produção industrial de frangos de corte está presente em todas as regiões do país. No Mato Grosso do Sul o número de cabeças abatidas com Serviço de Inspeção Federal (SIF) equivale a 2,48% do abate nacional, assegurando a sétima posição no *ranking* dos Estados produtores. Esse desenvolvimento

extraordinário da avicultura brasileira é atribuído a uma associação entre genética, nutrição, manejo e sanidade, aliada ao interesse do setor avícola em obter melhores índices de produtividade com a adoção constante de novas tecnologias.

A cadeia produtiva de ovos no Brasil se caracteriza pela produção para consumo *in natura* e industrializados, realizada predominantemente no sistema de criação em gaiolas, com granjas de cria e recria. A grande maioria é composta por produtores independentes de pequeno e médio porte, que preparam a própria ração na propriedade e trabalham com galpões abertos, tradicionais, mas existem grandes produtores que estão partindo para a adequação climática e automação das instalações. Boa parte da produção é comercializada no mercado interno, pois o setor se ajustou às novas necessidades nos últimos anos para incrementar as exportações. Entretanto, para atender as exigências do consumidor nacional e do mercado internacional, existe a necessidade da contínua implementação de programas que garantam elevado padrão de qualidade dos ovos de mesa e dos produtos à base de ovo.

O Brasil produz mais de 67 milhões de caixas de 30 dúzias de ovos por ano, ou 24.252.250.959 unidades, de acordo com os últimos números divulgados pela União Brasileira de Avicultura (UBA). Minas Gerais é o principal Estado exportador de ovos com casca para consumo, cujo montante (US\$ 17 milhões) representa 63,3% das exportações brasileiras (US\$ 26,9 milhões), acompanhado pelo Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná, que respondem, juntos, por US\$ 9,8 milhões. As exportações mineiras de ovos com casca para consumo chegaram a US\$ 17 milhões, com volume de 14,3 mil toneladas, no período de janeiro a setembro de 2009. Os principais países importadores foram Emirados Árabes, Omã e Angola, que compraram o equivalente a US\$ 11,2 milhões, US\$ 3,3 milhões e US\$ 1,0 milhão, respectivamente, totalizando o equivalente a 91,6% do valor total exportado.

Segundo dados do IBGE, Minas Gerais é o segundo maior produtor de ovos do Brasil e, nos primeiros seis meses de 2009, respondeu por uma produção de 146,4 milhões de dúzias, que correspondem a 13% da produção nacional do período (1,2 bilhão de dúzias). São Paulo, o primeiro, produziu 362,1 milhões de dúzias, que representam 31% do total do país. Daí a importância de discutir as tendências e inovações para a avicultura de postura brasileira.

1. MANEJO GERAL DE FRANGOS DE CORTE

1.1. Configuração dos galpões

Muitos fatores devem ser levados em consideração ao selecionar o tipo de galpão e os equipamentos adequados à produção de frangos de corte. Embora as limitações econômicas sejam geralmente prioritárias, alguns fatores como disponibilidade de equipamentos, serviços pós-venda e vida útil dos produtos são também essenciais. As instalações deverão propiciar boa relação custo-benefício e durabilidade, bem como permitir o controle do ambiente.

Ao projetar e construir um aviário, deve-se, primeiramente, selecionar um local com boa drenagem hídrica e com bastante movimentação natural de ar. A orientação do galpão deve seguir o eixo leste-oeste (figura 1) a fim de reduzir a intensidade da incidência de luz direta nas paredes laterais durante a parte mais quente do dia. O principal objetivo é diminuir ao mínimo a variação de temperatura durante as 24 horas do dia, principalmente à noite. O controle da temperatura irá propiciar melhor desempenho das aves principalmente em termos de conversão alimentar e taxa de crescimento.

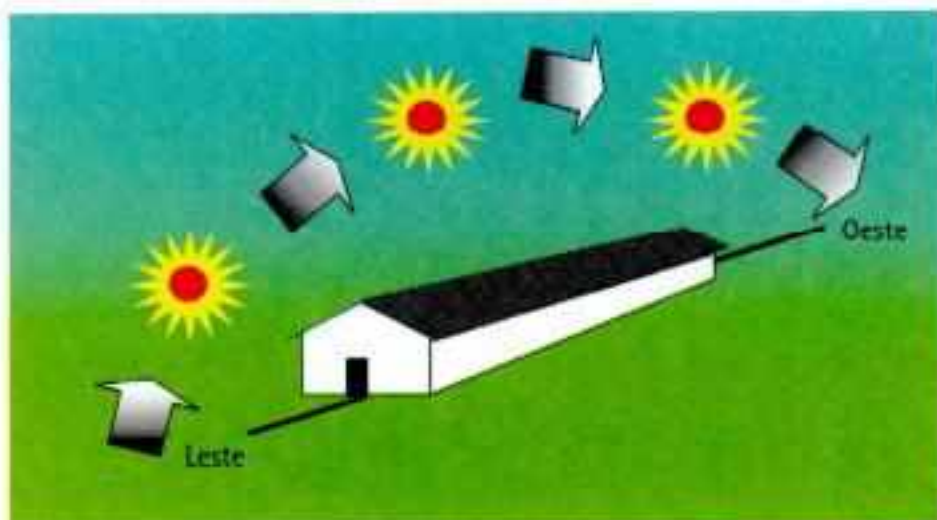
O telhado deve ter cobertura refletiva, para ajudar a reduzir a condução de calor solar, além de conter material isolante, e o sistema de aquecimento, ter alta capacidade de aquecimento e ser ajustado de acordo com o clima da região, assim como o sistema de ventilação, que deve ser projetado para fornecer grande volume de oxigênio e manter ótimas as condições de temperatura para as aves. Pesquisas demonstram a influência direta do ambiente inadequado de criação como um dos fatores que predispõem ao desenvolvimento de doenças respiratórias nas aves, que são a segunda maior causa de anormalidades que levam à condenação total ou parcial de carcaças nos abatedouros.

1.1.1. Densidade de alojamento

A densidade de alojamento correta é essencial para o sucesso do sistema de produção de frangos de corte, pois garante o espaço adequado ao máximo desempenho das aves, assim como seu bem-estar.

FIGURA 1

Orientação do galpão segundo a posição do sol



Fonte: Bassi et al., 2006.

Para fazer a avaliação correta da densidade de alojamento, alguns fatores, como clima, tipo de aviário, peso de abate e regulamentação sobre o bem-estar animal, devem ser levados em consideração.

O aumento da densidade populacional propicia algumas desvantagens, como baixa qualidade da carcaça (problemas de pernas, arranhões e contusões), a alteração da ordem social, maior mortalidade, piores condições atmosféricas no interior do galpão, além do comprometimento da integridade da cama (Simon, 1997). Para conseguir resultados positivos com esse sistema, os produtores devem realizar rigoroso planejamento (Abreu, 1999). Em alguns países, grande número de aves é alojado em um galpão, com duas metas de peso diferentes. Ao atingir a meta de peso mais baixa, 20% a 50% das aves são removidas para atender às vendas desse segmento de mercado. As aves remanescentes terão, então, mais espaço, com possibilidade de alcançar a meta de peso mais alta.

Diversas densidades de alojamento são utilizadas em várias partes do mundo. Em países de clima mais quente, a densidade de 30 kg/m² aproxima-se do ideal. As recomendações gerais a respeito desse assunto estão demonstradas na tabela 1.

TABELA 1

Densidade máxima de alojamento de acordo com o tipo de galpão para frangos de corte

Tipo de galpão	Tipo de ventilação	Equipamentos	Densidade máxima de alojamento
Aberto	Natural	Exaustores de circulação	30 kg/m ²
Aberto	Pressão positiva	Exaustores nas paredes laterais a 60°	35 kg/m ²
Fechado	Ventilação cruzada	Configuração europeia	35 kg/m ²
Fechado	Ventilação tipo túnel	Nebulizadores	39 kg/m ²
Fechado	Ventilação tipo túnel	Resfriamento evaporativo	42 kg/m ²

1.1.2. Isolamento

O ponto fundamental para alcançar o melhor desempenho das aves é o aviário ter ambiente consistente e uniforme, especialmente durante o alojamento. Grandes flutuações na temperatura do galpão causam estresse nos pintos e reduzem o consumo de ração. Além disso, essas flutuações resultam em maior consumo de energia para manter a temperatura corporal.

Entre os fatores do ambiente, os térmicos são os que afetam mais diretamente a ave, pois comprometem sua função vital mais significativa, que é a manutenção de sua homeotermia, e nas fases iniciais de vida, quando existe risco de estresse por frio o fornecimento de calor para as aves é essencial (Tinôco, 2001).

Em períodos frios é necessário evitar perda de calor para fora do aviário; portanto, o controle das aberturas é de fundamental importância. Por outro lado, a ventilação apresenta função relevante, principalmente por razões higiênicas, pois ela tem a função de renovar o ar para evitar concentrações de gases indesejáveis dentro do aviário (Tinôco, 2001; Nääs et al., 2007).

Os requisitos mais importantes quanto ao isolamento concentram-se no telhado, ou seja, um telhado com bom isolamento térmico reduz a entrada de calor no galpão em dias quentes, diminuindo assim

a carga de calor nas aves. Durante os dias frios, um telhado com bom isolamento reduz a perda de calor e o consumo de energia necessário para manter o ambiente adequado às aves durante a fase de alojamento, o período mais importante do desenvolvimento da ave. No Brasil, um país de clima tropical, com temperaturas elevadas de verão e intensa radiação, o material utilizado na construção de telhados de aviários deve permitir bom isolamento térmico para que a temperatura interna seja menos influenciável à variação climática e proporcione maior conforto térmico para as aves. O telhado deverá possuir isolamento mínimo de 20-25 valor-R (dependendo do clima).

A capacidade isolante dos materiais é medida em valores-R. Quanto maior o valor-R, maiores as propriedades isolantes do material. Ao selecionar o material isolante, a consideração mais importante é a relação entre custo e valor-R, mais do que o custo por espessura do material. Na tabela 2 estão relacionados alguns materiais isolantes e seus respectivos valores-R.

TABELA 2
Materiais isolantes e valores-R

Material	Valor-R para cada 2,5 cm
Placa de poliestireno	Média R-3
Injetado ou preenchido: celulose ou fibra de vidro	Média R-3,2
Mantas: fibra de vidro	Média R-3,2
Poliestireno: placa extrusada	Média R-5
Espuma de poliuretano	Média R-6

O valor-R exigido para o telhado é de 20 e o valor-U, de 0,05. O valor U (coeficiente de transmissão de calor) é uma medida da taxa de perda ou ganho de calor não solar através de determinado material. Os valores-U indicam a capacidade de determinado

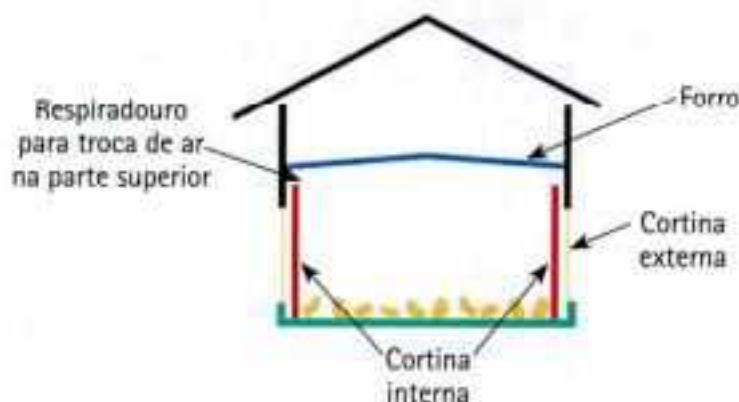
material de permitir a passagem de calor. Os valores-U geralmente se classificam entre 0,20 e 1,20. Quanto menor o valor-U, maior a resistência do material ao fluxo de calor e melhor sua capacidade de isolamento. O inverso do valor-U é o valor-R. Isso ajudará a controlar os custos com aquecimento, reduzir a penetração de energia solar e evitar condensação.

1.1.3. Câmara de alojamento

Em instalações com isolamento inadequado podem-se reduzir as flutuações de temperatura por meio da instalação de uma sobrecortina dentro do galpão (cortina interna), a 1 metro da cortina externa. Nos primeiros dias de vida, recomenda-se o uso de sobrecortinas em regiões frias, para auxiliar a cortina propriamente dita (cortina externa), evitando a entrada de correntes de ar no aviário (figura 2). A sobrecortina deve ser fixada na parte interna do aviário de tal forma que se sobreponha à tela, evitando a entrada de correntes de ar.

O forro pode ser utilizado como barreira física a radiação recebida e emitida pela cobertura, no interior do aviário, pelo fato de permitir a formação de camada de ar junto da cobertura e contribuir para a redução da transferência de calor para as aves e conseqüentemente facilitar o controle da temperatura. As condições de conforto térmico em aviários com uso de forro na altura do pé-direito da instalação foram melhoradas, segundo Santos et al. (2002).

FIGURA 2
Forro e cortinas para alojamento



1.1.4. Equipamentos

Sistemas de bebedouros

O fornecimento de água limpa e fresca, com a vazão adequada, é essencial para a boa produção de frangos de corte. Sem a ingestão correta de água, o consumo de ração diminuirá e o desempenho das aves ficará comprometido. Utiliza-se com frequência tanto o sistema aberto (bebedouros pendulares ou tipo copinho) quanto o fechado (sistemas de *nipple*).

a) Bebedouros pendulares ou tipo copinho (sistemas abertos)

Ao mesmo tempo em que a instalação de um sistema aberto de bebedouros apresenta vantagem em termos de custo, os problemas associados à qualidade da cama, condenações e higiene da água são mais frequentes. No caso dos sistemas abertos, é difícil manter a pureza da água, pois as aves introduzem agentes contaminantes nos bebedouros, o que torna necessária a sua limpeza diária, implicando maior quantidade de mão de obra e maior desperdício de água.

O estado da cama é uma excelente maneira de avaliar se o ajuste de pressão da água nos bebedouros está correto. Se a cama nos pontos localizados abaixo da fonte de água estiver molhada, isso significa que os bebedouros estão muito baixos ou a pressão, alta demais, ou o ajuste do bebedouro (nível da água e contrapeso), incorreto. Se a cama sob o bebedouro estiver excessivamente seca, pode ser que a pressão da água esteja baixa demais e o bebedouro, demorando muito para encher.

Recomendações para a instalação:

- os bebedouros do tipo pendular devem fornecer no mínimo 0,6 cm de espaço por ave;
- todos os bebedouros pendulares devem ser ajustados (nível da água e contrapeso) para reduzir o derramamento de água na cama.

Recomendações de manejo:

- os bebedouros pendulares e do tipo copinho devem ser suspensos para garantir que o nível da borda do bebedouro seja igual à altura do dorso da ave em pé;
- conforme as aves forem crescendo, é preciso ajustar a altura dos bebedouros para diminuir a possibilidade de contaminação;

- a água deve ficar a 0,5 cm da borda do bebedouro no caso de pintos de 1 dia, diminuindo gradativamente, até a profundidade de 1,25 cm após 7 dias de idade.

b) Sistemas de *nipple* (sistemas fechados)

Existem dois tipos de bebedouro tipo *nipple* mais utilizados:

- bebedouros tipo *nipple* de alta vazão que operam a 80-90 ml/min: esses bebedouros fornecem uma gota de água na extremidade do *nipple* e possuem um reservatório para recolher o excesso de água que possa vazar do *nipple*. Geralmente recomendam-se 12 aves por *nipple* para os sistemas de alta vazão;
- bebedouros do tipo *nipple* de baixa vazão que operam a 50-60 ml/min: caracteristicamente, esses bebedouros não possuem reservatórios e a pressão é ajustada para manter o fluxo de água conforme a necessidade dos frangos. Geralmente recomendam-se 10 aves por *nipple* para os sistemas de baixa vazão.

Recomendações para a instalação:

- os sistemas de *nipple* precisam ser pressurizados. Isso pode ser feito por meio da instalação de um tanque ou sistema de bomba;
- em galpões com desnível do piso, deverão ser instalados corretores de desnível, de acordo com as recomendações do fabricante, a fim de igualar a pressão da água em todas as partes do galpão. Outras opções para obter esse mesmo resultado são: cortes das linhas, reguladores de pressão ou neutralizadores de desnível;
- as aves não devem se deslocar mais que 3 metros para beber água;
- os *nipples* devem ser posicionados a uma distância máxima de 35 cm dos centros.

Recomendações de manejo:

- os sistemas de *nipple* apresentam menos chance de contaminação que os abertos;
- os bebedouros tipo *nipple* devem ser ajustados em função da altura das aves e da pressão da água (figuras 3a e 3b). Como regra geral, as aves devem sempre ter que levantar-se

ligeiramente para alcançar o botão de acionamento de água, nunca se abaixar – os pés das aves devem estar completamente em contato com o piso;

FIGURA 3a

Ajuste adequado dos bebedouros tipo *nipple* de acordo com a idade das aves (inicial)

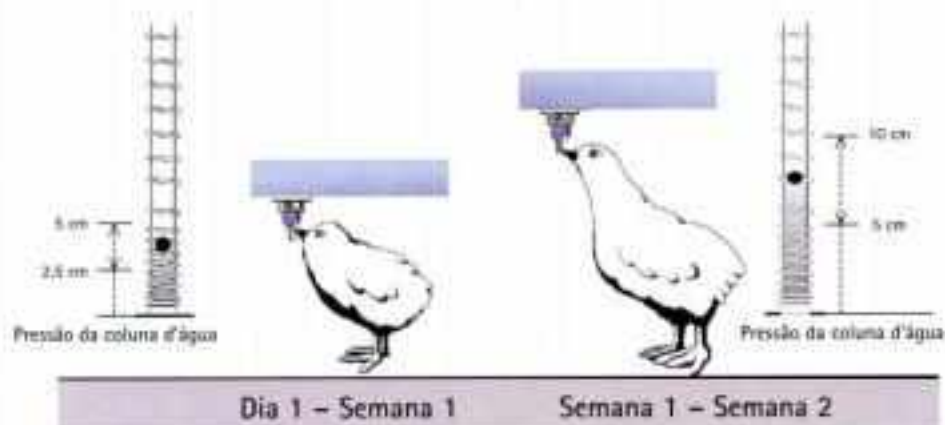
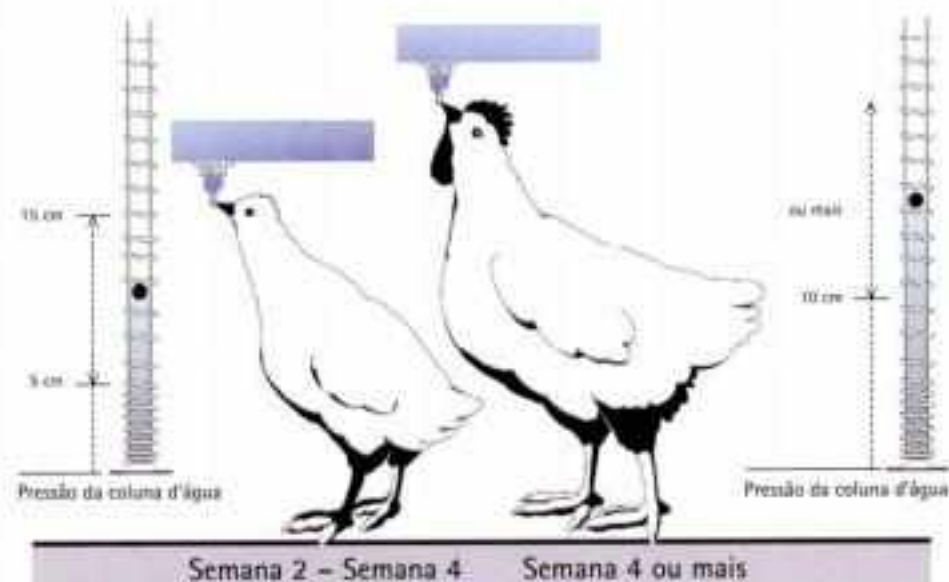


FIGURA 3b

Ajuste adequado dos bebedouros tipo *nipple* de acordo com a idade das aves (crescimento e final)



Fonte: Guia de manejo de matrizes COBB, 2008.

- no caso de sistemas dotados de canos de distribuição, a pressão deve ser ajustada em aumentos de 5 cm, de acordo com as recomendações do fabricante;
- para que os frangos apresentem excelente desempenho, recomenda-se o uso de sistemas fechados, pois a possibilidade de contaminação da água não é tão alta como no caso dos sistemas abertos e o desperdício de água também é menor;
- além disso, os sistemas fechados tem a vantagem de não exigir limpeza diária, necessária nos casos de sistemas abertos;
- no entanto, é essencial realizar o monitoramento regular e os testes de vazão, pois apenas o exame visual não é suficiente para determinar se todos os *nipples* estão funcionando corretamente.

Medições de água

O monitoramento do consumo de água por meio dos hidrômetros é uma maneira excelente de avaliar também o consumo de ração, uma vez que ambos estão correlacionados. Eles devem ter o mesmo tamanho da linha de entrada de água para garantir uma taxa de fluxo adequada.

O consumo de água deve ser avaliado diariamente, sempre no mesmo horário, para se saber com maior precisão as tendências gerais de desempenho e o grau de bem-estar das aves. Qualquer mudança significativa no consumo de água deve ser examinada a fundo, pois pode indicar vazamentos, problemas de saúde ou com a ração. A queda no consumo de água é, com frequência, a primeira indicação de problemas no lote.

O consumo de água deve ser aproximadamente 1,6 a duas vezes o consumo de ração por massa, mas pode variar, dependendo da temperatura do ambiente (tabela 3), qualidade da ração e saúde das aves.

- O consumo de água aumenta em 6% para cada grau de aumento de temperatura entre 20°C e 32°C.
- O consumo de água aumenta em 5% para cada grau de aumento de temperatura entre 32°C e 38°C.
- O consumo de ração diminui em 1,23% para cada grau de aumento de temperatura acima de 20°C.

TABELA 3

Relação entre temperatura ambiente e consumo de água e ração

Temperatura °C / °F	Relação entre água e ração
4°C / 39°F	1,7:1
20°C / 68°F	2,0:1
26°C / 79°F	2,5:1
37°C / 99°F	5,0:1

Tanques de armazenamento de água

A granja deve dispor de um reservatório de água adequado no caso de ocorrerem falhas no sistema principal. O estoque de água ideal deve ser equivalente à demanda máxima de água em 48 horas. A capacidade de armazenamento baseia-se no número de aves mais o volume exigido para as bombas de resfriamento.

O exemplo a seguir pode ser usado como referência para o cálculo da demanda de água em uma granja:

Capacidade das bombas por 2.300 m²:

- 40 litros por minuto de água de beber;
- 30 litros por minuto de água para os nebulizadores;
- 15 litros por minuto x 2 células de resfriamento.

Se a fonte de água for um poço ou um tanque-reservatório, a capacidade da bomba de fornecimento deve ser suficiente para o consumo máximo de água das aves e também para atender à necessidade máxima dos sistemas de resfriamento evaporativo e/ou de nebulização.

Os tanques-reservatórios deverão ser esvaziados entre um lote e outro. Em locais de clima quente, os tanques devem ser sombreados, pois a água, se estiver quente, causará redução do consumo de ração. A temperatura ideal da água para manter o consumo desejado deve estar entre 10°C e 14°C (50°F e 57°F).

Sistemas de comedouros

Independentemente do tipo de sistema de comedouros utilizado, o espaço de alimentação é absolutamente fundamental, ou seja,

se o espaço dos comedouros for insuficiente, a taxa de crescimento será prejudicada e a uniformidade do lote, gravemente comprometida (tabela 4).

TABELA 4

Número de linhas de comedouros de acordo com a largura do galpão de criação de frangos de corte

Largura do galpão	Número de linhas de comedouros
Até 12,8 m	2 linhas
de 13 a 15 m	3 linhas
de 16 a 20 m	4 linhas
de 21 a 25 m	5 linhas

A distribuição da ração e a proximidade entre o comedouro e as aves são críticas para que se alcancem as metas de consumo de ração desejadas. Todos os sistemas de comedouros devem ser aferidos de modo a fornecer volume de ração suficiente com o mínimo de perdas.

a) Comedouros automáticos

- A recomendação é de 60-70 aves por comedouro tipo prato de 33 cm de diâmetro.
- Requerem pleno enchimento (transbordo) para a fase inicial.

Geralmente, recomendam-se comedouros do tipo prato, pois permitem a livre movimentação das aves no galpão, causam pouco derramamento de ração e melhoram a conversão alimentar.

Se as aves estiverem entornando os comedouros para alcançar a ração, é uma indicação de que os comedouros estão muito altos.

b) Comedouros automáticos de corrente

- Devem fornecer espaço mínimo para alimentação de 2,5 cm por ave.
- Para determinar o espaço para alimentação, ambos os lados da corrente devem ser levados em consideração.
- A borda do trilho deve estar nivelada com o dorso das aves.

- A manutenção dos trilhos, cantos e tensão da corrente é essencial.
- A profundidade da ração é controlada pelos reguladores de saída de ração e deverá ser cuidadosamente monitorada para evitar desperdício de ração.

c) Silos para armazenamento de ração

- Os silos para armazenamento de ração devem ter capacidade equivalente ao consumo de ração em 5 dias.
- Para reduzir o risco de proliferação de fungos e bactérias, é essencial que os silos possuam fechamento hermético.
- Recomenda-se que sejam usados dois silos por galpão. Isso permite que sejam feitas alterações na ração caso seja necessário administrar medicamentos ou satisfazer exigências de contenção de consumo.
- Os silos de armazenamento de ração a granel deverão ser limpos e fumigados entre um lote e outro.

Sistemas de aquecimento

O fator fundamental para obter o máximo desempenho das aves é propiciar um ambiente consistente e uniforme no aviário – temperaturas constantes do ambiente e do piso para as aves mais jovens. Os requisitos quanto à capacidade de aquecimento dependem da temperatura do ambiente, do isolamento do telhado e teto e do grau de vedação do aviário.

Recomenda-se o isolamento térmico do telhado de valor-R 20 (telhado com bom isolamento), com requisito quanto à capacidade de aquecimento de 0,05 kWh/m³ de volume do aviário no caso de clima temperado e 0,10 kWh/m³ de volume do aviário em climas cujas temperaturas no inverno sejam geralmente abaixo de 0°C. Os seguintes sistemas de aquecimento encontram-se disponíveis:

- **Aquecedores de ar forçado:** esse tipo de aquecedor deve ser colocado onde a movimentação do ar é lenta o suficiente para garantir bom aquecimento do ar, normalmente no centro do galpão. Esses aquecedores devem ser posicionados a uma altura de 1,4-1,5 metro do piso, altura essa que não causará correntes no nível das aves. Os aquecedores de ar forçado

nunca devem ser posicionados perto da entrada de ar, pois eles não conseguem aquecer o ar com rapidez. A instalação de aquecedores nas entradas de ar resultará no aumento do consumo e do custo com energia.

- **Aquecedores tipo campânula:** tanto os sistemas tradicionais de aquecimento por campânula redonda como por calor radiante são utilizados para o aquecimento da cama dentro do galpão. Esses sistemas permitem que os pintos encontrem sua zona de conforto. Água e ração devem estar sempre próximas.
- **Aquecimento sob o piso:** este sistema funciona através da circulação de água quente dentro de canos no piso de concreto. A troca de calor no piso aquece a cama e a área do pinteiro.

Recomendações: os aquecedores tipo campânula por calor radiante podem ser usados em conjunto com os de ambiente. As campânulas por calor radiante são usadas como fonte principal de calor durante a fase de alojamento, ao passo que os de ambiente fornecem aquecimento complementar em clima frio. Conforme o lote cresce, as aves desenvolvem a capacidade de regular a temperatura interna corporal. Aproximadamente aos 14 dias de idade, os aquecedores de ar forçado tornam-se a principal fonte de calor. Geralmente, os aquecedores por calor radiante devem ser usados como principal fonte de calor em galpões com isolamento insuficiente, ao passo que os aquecedores a ar forçado podem ser usados em galpões fechados com bom isolamento térmico.

Sistemas de ventilação – A importância da qualidade do ar

O principal objetivo da ventilação mínima é fornecer ar de boa qualidade (tabela 5). É muito importante que as aves contem sempre com o volume adequado de oxigênio e quantidades mínimas de dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), amônia (NH_3) e poeira. A ventilação mínima feita de forma inadequada e a conseqüente queda na qualidade do ar no aviário podem levar ao aumento dos níveis de NH_3 , CO_2 , umidade, e a ocorrência de síndromes como a ascite.

Os padrões de amônia sempre devem ser avaliados no nível das aves, pois existem alguns efeitos negativos que devem ser evitados,

como: queimaduras nos coxins plantares (calos), irritação ocular, irritações da pele e calos de peito, perda de peso, baixa uniformidade, suscetibilidade a doenças e cegueira.

TABELA 5

Diretrizes de qualidade do ar no interior do galpão de criação

% de oxigênio	> 19,6%
Dióxido de carbono	< 0,3% / 3.000 ppm
Monóxido de carbono	< 10 ppm
Amônia	< 10 ppm
Umidade relativa	45-65%
Poeira inspirável	< 3,4 mg/m ³

1.2. Preparo do galpão – Pré-alojamento

Existem diversas abordagens para se configurar um pinteiro, ou seja, o projeto do galpão, as condições ambientais e a disponibilidade de recursos irão determinar sua configuração.

1.2.1. Galpão inteiro

O alojamento em galpão inteiro é geralmente limitado a galpões fechados com paredes ou àqueles localizados em regiões de clima ameno. O aspecto mais importante do sistema de alojamento em galpão inteiro é fornecer um ambiente sem flutuações de temperatura.

1.2.2. Galpão parcial

O sistema de alojamento em galpão parcial é uma prática comum para tentar reduzir os gastos com aquecimento. A redução do espaço estabelecido para o alojamento ajuda a conservar a quantidade de calor necessária e reduzir custos. Além disso, áreas menores facilitam a manutenção da temperatura em níveis adequados.

O objetivo do alojamento em galpão parcial é utilizar o espaço de alojamento conforme a capacidade de aquecimento e de isolamento térmico do galpão, de modo a manter a temperatura desejada de

acordo com as condições climáticas locais. O aumento da área de alojamento depende da capacidade de aquecimento, do isolamento térmico do galpão e das condições climáticas externas. O objetivo é ampliar a área de alojamento tão logo seja possível, contanto que a temperatura desejada esteja sendo obtida. Antes da ampliação, a área a ser utilizada deve ser aquecida e ventilada até atingir as exigências das aves, pelo menos 24 horas antes de liberá-las para a nova área. Confira um exemplo de recria em galpão parcial:

- até 7 dias – metade do galpão;
- de 8 a 10 dias – $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ do galpão;
- de 11 a 14 dias – $\frac{3}{4}$ do galpão.

Várias estratégias para a divisão do galpão são utilizadas ao redor do mundo. Cortinas que correm do piso ao teto são mais comumente utilizadas para dividir o galpão. Uma barreira sólida de 20 cm deve ser instalada no piso em frente à cortina para garantir que não haja correntes de ar no nível dos pintos. O manejo de alojamento em galpão parcial pode ser feito de forma similar ao do alojamento em galpão inteiro, por meio da utilização de fonte de calor central e luzes de atração.

1.2.3 Luzes de atração

Com os aquecedores de calor radiante, as luzes de atração, posicionadas centralmente ao longo do comprimento da área de alojamento, devem ser instaladas acima da fonte de calor para atrair os pintos para perto da água e da ração. As luzes de atração são mais úteis durante os primeiros cinco dias a partir da entrada dos pintos. No quinto dia, as luzes de fundo deverão aumentar gradativamente, até chegar à iluminação total do galpão no décimo dia.

1.2.4 Manejo da cama

Apesar de muitas vezes não receber a devida importância, o manejo da cama é outro aspecto fundamental do manejo da ambiência. O manejo correto da cama é essencial para a saúde, para o desempenho das aves e para a qualidade final da carcaça, consequentemente influenciando os lucros tanto dos produtores como dos integradores.

Funções importantes da cama

As funções da cama de frangos compreendem, entre outras, as capacidades de absorver a umidade, diluir a excreta, minimizando o contato das aves com os excrementos, e fornecer isolamento das aves em relação à baixa temperatura do piso.

Embora haja várias opções de materiais para cama de frangos, certos critérios devem ser considerados. O material da cama deve ser absorvente, leve, de baixo custo e atóxico. Além disso, a cama deve também possuir características que contribuam para seu aproveitamento como composto, fertilizante ou combustível após a produção.

Opções de materiais para serem utilizados como cama

- Maravalha de pinus – tem excelente absorção de umidade.
- Maravalha de madeira de lei – pode conter tanino, uma substância tóxica, e as lascas, causar lesões no papo.
- Serragem – apresenta alta umidade, podendo facilitar o desenvolvimento de fungos. Além disso, os pintos podem consumi-la, podendo causar aspergilose.
- Palha picada – preferir palha de trigo a palha de cevada, pela capacidade de absorção. A palha picada não refinada tende a aglutinar nas primeiras semanas.
- Papel – de difícil manejo quando úmido, pode apresentar discreta tendência a aglutinar. Esse tipo de material não funciona bem.
- Casca de arroz – uma opção barata em algumas áreas, pode ser uma boa opção de cama.
- Casca de amendoim – tende a aglutinar e incrustar, mas é manejável.
- Bagaço de cana – solução barata em certas regiões de cultura.

Avaliação da cama

Uma maneira prática de avaliar a umidade da cama é pegar uma amostra dela nas mãos e apertá-la suavemente. A cama deve aderir levemente à mão e desmanchar-se quando jogada ao chão. Se houver umidade excessiva, a cama permanecerá compacta mesmo após ser jogada no chão. Se a cama estiver seca demais, não irá aderir à

mão quando apertada. O excesso de umidade da cama (>35%) pode causar problemas de saúde e/ou bem-estar nas aves, bem como resultar no aumento da incidência de lesões no peito, queimaduras na pele, condenações e perda da qualidade.

A cama com alta umidade pode também contribuir para o aumento dos níveis de amônia. Se a cama estiver encharcada nos pontos abaixo dos bebedouros, deve-se examinar a pressão da água dos bebedouros e tomar as devidas providências imediatamente. Após identificar as causas e tomar as medidas necessárias, deve-se aplicar cama fresca ou cama seca do próprio galpão nas áreas afetadas. Essa medida irá encorajar as aves a utilizar novamente essas áreas do galpão. Ao reutilizar a cama, é imperativo que se remova toda a cama molhada e aglutinada.

Requisitos mínimos da cama

O material utilizado como cama deve prever a redução do impacto e atrito da ave com o piso do aviário, funcionando como colchão protetor das lesões do coxim plantar. A elevação das lesões no coxim plantar está intimamente relacionada à qualidade e quantidade do material utilizado como cama. Cuidados na regulagem dos bebedouros e manejo correto da cortina do aviário podem reduzir os problemas relacionados à elevação da umidade e compactação da cama.

Outro fator que influencia a qualidade da cama é a densidade de criação, que não deve ultrapassar 30 kg de peso vivo de frango por metro quadrado de área no aviário, condição que minimiza a possibilidade de elevação da umidade. Elevadas densidades de criação provocam maior produção de excretas, o que aumenta a umidade e compactação da cama. Deve-se, portanto, facilitar o controle de qualidade da cama mantendo-a com umidade próxima aos 25% e espessura apropriada para o tipo de material utilizado (tabela 6), que pode variar de 2,5-5,0 cm. Isso pode reduzir os riscos de doenças por coccidiose, devido à elevada umidade de cama, ou por lesões oculares e das vias respiratórias, provocada por poeira, em virtude da baixa umidade da cama. Deve-se considerar que o excesso de umidade na cama está associado à elevação dos níveis de amônia no ambiente de criação dos frangos, o que pode aumentar a sensibilidade ao estresse e reduzir a uniformidade e produtividade do lote no momento do abate.

TABELA 6

Espessura da cama de acordo com o tipo de material utilizado

Tipo de cama	Profundidade
Maravalha de madeira	2,5 cm
Serragem seca	2,5 cm
Palha picada	1,0 kg/m ²
Casca de arroz	5,0 cm
Cascas de semente de girassol	5,0 cm

1.2.5. Checklist para o pré-alojamento

O sucesso da criação de frangos de corte começa pela adoção de um programa de manejo sistemático e eficiente. Esse programa deve se iniciar antes de os pintos chegarem à granja. O preparo do galpão para o alojamento, como parte do programa de manejo, propicia a base para que o plantel de frangos de corte seja eficiente e lucrativo. As seguintes verificações deverão ser feitas.

Checagem do equipamento

Após confirmar que a capacidade dos equipamentos corresponde ao número de pintos a serem alojados, instalar os equipamentos para recria e verificar se todos estão funcionando corretamente. Checar se todos os sistemas de fornecimento de água, ração, aquecimento e ventilação estão ajustados adequadamente.

Checagem dos aquecedores

Assegurar-se de que todos os aquecedores estejam instalados na altura recomendada e que estejam funcionando até a capacidade máxima. Os aquecedores deverão ser testados e, caso necessário, consertados em tempo hábil antes de iniciar o preaquecimento do galpão.

Checagem dos termostatos e sondas

- Devem ser instalados à altura das aves e no centro da área de alojamento.

- Os termômetros de temperatura mínima e máxima devem ficar próximo ao termostato.
- As faixas de temperatura devem ser registradas diariamente e não devem apresentar variações superiores a 2°C (4°F) no período de 24 horas.

Checagem da temperatura do piso

- Os galpões devem ser preaquecidos para que a temperatura (do piso e do ambiente) e a umidade se estabilizem 24 horas antes do alojamento.
- Para alcançar a meta definida acima, o preaquecimento deve começar no mínimo 48 horas antes da entrada dos pintos.
- O tempo de preaquecimento depende das condições climáticas, do isolamento térmico do galpão e da capacidade de aquecimento, e varia de uma granja para outra.
- Os pintinhos não possuem capacidade de regulação da temperatura corporal nos primeiros 5 dias de vida, e o seu sistema de termorregulação só estará totalmente desenvolvido após os 14 dias de idade. Os pintinhos dependem totalmente do controle da temperatura correta da cama. Se a temperatura da cama e do ar ambiente estiver muito baixa, a temperatura corporal interna dos pintinhos irá cair, levando à aglomeração deles, diminuição da ingestão de ração e água, menor crescimento e suscetibilidade a enfermidades.
- No alojamento, a temperatura do piso deverá ser de no mínimo 32°C (90°F) no caso de aquecedores a ar forçado. Na hipótese de campânulas/aquecedores por calor radiante, a temperatura do piso deverá ser de 40,5°C (105°F) sob a fonte de calor.
- A temperatura da cama deve ser registrada antes da entrada dos pintos. Isso ajudará a avaliar a eficiência do processo de preaquecimento.

Checagem do sistema de ventilação mínima

- A ventilação mínima deverá ser ativada tão logo se inicie o preaquecimento, para remover os gases residuais e o excesso de umidade.

- Vedar todas as frestas para eliminar as correntes de ar sobre as aves.

Checagem do sistema de bebedouros

- Fornecer 14-16 bebedouros/1.000 pintos (mesmo os complementares) dentro da área de alojamento, dos quais 8-10 podem ser pendulares.
- Todos os bebedouros devem ser enxaguados para remover eventuais resíduos de desinfetante.
- Ajustar a pressão até que se forme uma gotícula de água visível em cada *nipple* sem pingar.
- Verificar a ocorrência de vazamentos de água ou bolhas de ar que impeçam o fluxo.
- Verificar se os *nipples* estão posicionados na altura dos olhos das aves.
- A água deve estar limpa e fresca.
- Os bebedouros complementares devem ser colocados de forma que os pintos possam fazer a associação entre os bebedouros complementares e o sistema principal.

Checagem dos comedouros

- Remover toda a água remanescente da limpeza antes de encher os comedouros.
- Os comedouros complementares devem ser fornecidos nos 7 a 10 primeiros dias, podendo ser na forma de bandejas, papel ou tampas.
- Deve-se fornecer uma bandeja para cada 50 pintos.
- Os comedouros complementares devem ser colocados entre as linhas de comedouros e bebedouros principais, próximo às campânulas.
- É extremamente importante que o sistema complementar de comedouros não fique vazio, pois isso ocasiona grande estresse aos pintos e reduz a absorção do saco vitelino.
- Os comedouros complementares devem ser mantidos sempre cheios.

- Os comedouros complementares devem ser preenchidos três vezes ao dia, até que todas as aves tenham acesso ao sistema de comedouros principal. Isso geralmente ocorre no final da primeira semana.
- A ração deve ser farelada e de boa qualidade.
- Não colocar ração ou água diretamente sob a fonte de calor, pois isso pode reduzir o consumo de água e alimento.
- O sistema automático deve ser colocado no chão para facilitar o acesso dos pintinhos. Onde for possível, encher ao máximo com ração o sistema de comedouros automático.
- Caso se use o papel para o fornecimento de ração complementar, a área de alimentação deve ser de pelo menos 50% da área de recria. Recomenda-se oferecer de 50 a 65 gramas de ração por pintinho sobre o papel. O papel deve ser colocado próximo ao sistema de bebedouros automático para que os pintos tenham fácil acesso tanto ao alimento quanto à água.

1.3. Alojamento dos pintos

O produtor deve tomar cuidado especial no alojamento dos pintos. Os micro-organismos causadores de doenças têm alto grau de reprodução em ambientes propícios, como falta de higiene relacionada com o aviário que não foi bem lavado, com os equipamentos que foram deixados com restos de ração, de água e de medicamentos, com a falta de controle de insetos e roedores e com o descuido na limpeza da vegetação danosa, das águas represadas e dos esgotos.

1.3.1. Principais requisitos de manejo

- Alojamento de idades e origens semelhantes em um único galpão.
- O alojamento em cada granja deve seguir o sistema *all-in all-out*.
- O atraso no alojamento dos pintos pode ocasionar a desidratação deles, resultando em maior mortalidade e menor taxa de crescimento.
- Diminuir a intensidade da luz durante o alojamento dos pintos para reduzir o estresse.

- Os pintos devem ser distribuídos pela área de alojamento cuidadosa e uniformemente perto das fontes de água e alimento.
- Pesquisar 5% das caixas para determinar o peso dos pintos de 1 dia.
- As luzes devem ser ligadas na intensidade máxima dentro da área de alojamento quando todos os pintos tiverem sido alojados.
- Após um período de adaptação de uma ou duas horas, verificar todos os sistemas e fazer os ajustes, se necessário.
- Monitorar a distribuição dos pintos com cuidado durante os primeiros dias. Isso pode ser usado como indicador de eventuais problemas nos comedouros, bebedouros, no sistema de ventilação ou de aquecimento.

1.3.2. Qualidade dos pintos

Os incubatórios podem ter enorme impacto sobre o sucesso da criação de frangos de corte, ou seja, o processo que vai do nascimento à granja pode ser estressante, sendo fundamental minimizar o estresse para manter a boa qualidade dos pintos. Principais características dos pintinhos de boa qualidade:

- penugem bem seca, longa e fofa;
- olhos brilhantes, redondos e ativos;
- comportamento ativo e alerta;
- umbigos completamente cicatrizados;
- pernas brilhantes e cerosas ao tato;
- ausência de tornozelos avermelhados;
- ausência de deformidades (por exemplo, pernas tortas, pescoço torcido ou bico cruzado).

1.3.3. Manejo na fase de alojamento

Deve-se sempre enfatizar a importância do período de alojamento, pois os primeiros 14 dias de vida da ave definem os precedentes para o bom desempenho, lembrando que todos os esforços durante a fase de recria serão recompensados pelo desempenho final do plantel.

Examinar os pintinhos duas horas após o alojamento e certificar-se de que estejam confortáveis; consultando a ilustração da

recria correta (figura 4). Nas diferentes situações observadas, existem decisões corretas a serem tomadas, ou seja:

- **Situação 1:** mostra uma distribuição homogênea dos pintos dentro do círculo de proteção, o que revela conforto (bem-estar para os pintos) no aquecimento.
- **Situações 2 e 5:** os pintos encontram-se agrupados em um lado do círculo, indicando a presença de barulho ou corrente de ar frio, fazendo com que as aves se agrupem em busca de proteção e aquecimento. Nesse caso a recomendação é isolar a entrada de ar.
- **Situação 3:** os pintos encontram-se sob a campânula. Isso indica que eles estão procurando a fonte de calor e agrupados para se aquecer. Nesse caso recomenda-se evitar a entrada de ar frio, aumentar o aquecimento e, se necessário, abaixar a campânula.
- **Situação 4:** os pintos encontram-se longe da fonte de aquecimento central. Certamente a temperatura da campânula está muito elevada. Nesse caso, recomenda-se elevar a altura da campânula ou reduzir a intensidade de calor.

Figura 4

Alojamento correto de acordo com o conforto térmico das aves



1.3.4. Ventilação na fase de alojamento

Além da temperatura correta, a ventilação também deve ser considerada, pois ela distribui o calor por todo o galpão e mantém a boa qualidade do ar na área do pinteiro. Devido à maior suscetibilidade dos pintinhos aos problemas de qualidade do ar em comparação às aves mais velhas, os níveis de amônia, que, em um lote de 7 semanas de idade, produzem um efeito limitado, podem reduzir o ganho de peso em 20% no caso de pintos de 7 dias. Portanto, os níveis de amônia devem ser mantidos abaixo de 10 ppm em todas as fases de criação.

As aves jovens são também muito suscetíveis às correntes de ar, ou seja, o deslocamento de ar, mesmo a velocidades baixas como 0,5 m/s, pode causar um efeito de restrição significativo nas aves de 1 dia (tabela 7). Se os exaustores de circulação estiverem em funcionamento, eles deverão estar direcionados ao teto para minimizar as correntes de ar voltadas para baixo. Até 14 dias de idade, as práticas da ventilação mínima deverão ser usadas para evitar o resfriamento acidental das aves.

TABELA 7

Velocidades máximas do ar no nível das aves com base na idade

Idade das aves	Metros por segundo
0 - 14 dias	Ar parado
15 - 21 dias	0,5
22 - 28 dias	0,875
28 dias ou mais	1,75 - 2,5

1.4. Pós-alojamento dos pintos

1.4.1. Checklist para o pós-alojamento

Assegurar-se de que haja tantos comedouros quanto bebedouros em quantidades adequadas conforme a densidade de alojamento e em posições corretas. Os comedouros e os bebedouros devem ficar próximos uns dos outros e dentro da "zona de conforto térmico".

Checagem dos bebedouros infantis (complementares)

- Fornecê-los à proporção de 6/1.000 pintos.
- Nunca deixar que sequem.
- Limpá-los e abastecê-los conforme necessário.
- Manter a água no nível máximo até que os pintos estejam grandes o bastante para causar derramamento.
- Removê-los aproximadamente 48 horas após o alojamento.
- Colocá-los ligeiramente mais alto do que a cama para manter a qualidade da água, mas não tão alto que dificulte o acesso.

Checagem dos bebedouros pendulares

- Posicioná-los a uma altura tal que a borda fique nivelada com o dorso das aves.
- Examiná-los e ajustá-los frequentemente.
- Limpá-los regularmente para evitar o acúmulo de agentes contaminantes.
- Deixar a água a 0,5 cm da borda do bebedouro para os pintos de 1 dia, diminuindo gradativamente até a profundidade de 1,25 cm após 7 dias de idade.
- Ajustar todos os bebedouros pendulares (nível da água e contrapeso) para reduzir o derramamento.

Checagem dos bebedouros nipple

- Posicioná-los à altura dos olhos dos pintos nos primeiros 2 a 3 dias de idade. Após esse período, mantê-los ligeiramente acima da cabeça das aves.
- Regular a pressão para que permaneça uma gotícula de água suspensa no bico, mas não haja vazamento.
- Os pés das aves devem estar inteiramente em contato com a cama; as aves não devem precisar ficar na ponta dos pés para beber água.

Checagem dos comedouros

- Fornecer ração farelada ou peletizada e triturada e colocá-la nas bandejas, pratos ou folhas de papel.
- Elevar os comedouros gradualmente conforme as aves forem crescendo, para que a borda da calha ou do prato fique sempre nivelada com o dorso da ave.

- O nível de ração dentro dos comedouros deve ser tal que esteja prontamente disponível, mas minimize o desperdício de ração.
- Em hipótese alguma deixar os comedouros vazios.

Checagem de peso com 7 dias de idade

O peso das aves aos 7 dias é um excelente indicativo para verificar se o manejo de alojamento foi feito corretamente. Se as metas de peso aos 7 dias não forem alcançadas, o resultado será um lote de baixo desempenho.

1.4.2. Avaliação do preparo do galpão para o pós-alojamento

Duas checagens extremamente importantes devem ser realizadas 24 horas após o alojamento dos pintos. São formas simples e eficazes para avaliar o manejo anterior ao alojamento.

Checagem dos pintos 4 a 6 horas após o alojamento

- Amostragem de 100 pintos por pinteiro.
- Verificar temperatura dos pés das aves contra o pescoço ou o rosto do examinador.
- Se os pés estiverem frios, reavaliar a temperatura de preaquecimento.
- Conseqüências da cama fria: baixo consumo precoce de ração, baixo crescimento, baixa uniformidade.

Um excelente indicador da temperatura do piso é a temperatura dos pés dos pintinhos. Se os pés estiverem frios, a temperatura corporal dos pintos também estará baixa. Os pintos, quando estão com frio, ficam aglomerados e apresentam pouca atividade e, conseqüentemente, pouca ingestão de ração e de água, resultando baixo crescimento. Ao colocar os pés das aves contra o pescoço ou rosto, é possível determinar se o pinto está aquecido ou frio. Os pintos confortavelmente aquecidos movem-se ativamente por toda a área do pinteiro.

Checagem dos pintos 24 horas após o alojamento

O papo dos pintinhos deve ser examinado na manhã seguinte ao alojamento, para verificar se tiveram acesso à água e ao alimento corretamente. Nesse momento, os papos de 95% das aves, no mínimo, devem estar macios e flexíveis ao toque, o que indica que os

pintos tiveram acesso à água e à ração. A ocorrência de papos endurecidos revela que os pintos não tiveram acesso adequado à água; portanto, o fornecimento de água deve ser verificado imediatamente. Papos inchados e distendidos pela água revelam que os pintos tiveram acesso à água, mas não estão encontrando ração suficiente; nesse caso, o fornecimento e a consistência da ração deverão ser verificados imediatamente.

1.5. Fase de crescimento

Os produtores de frangos de corte devem dar maior ênfase ao fornecimento de um tipo de ração que resulte em um produto que atenda às especificações de seus clientes.

Os programas de manejo que priorizam a uniformidade, a conversão alimentar, o ganho de peso médio diário e a viabilidade criatória têm maiores chances de produzir frangos de corte que atendam às especificações de mercado e resultem em lucratividade máxima. Esses programas podem prever mudanças nos regimes de fornecimento de luz e/ou de alimentação.

1.5.1. Uniformidade

A uniformidade indica a variabilidade do tamanho das aves dentro de um lote. Para se determinar o peso médio e a uniformidade de um lote, divide-se o galpão em três partes. Pesa-se então uma amostra aleatória de cerca de 100 aves de cada parte, ou 1% da população total, e registram-se os pesos. É importante pesar todas as aves de dentro da gaiola de pega, exceto os refugos. Das 100 aves amostradas, deve-se contar o número de aves que estejam no peso médio, incluindo 10% para mais ou para menos. Calcular a porcentagem da amostra a que esse valor corresponde.

O coeficiente de variação (CV) é geralmente utilizado para descrever a variabilidade de uma população; assim, um CV baixo indica um lote uniforme e um valor de CV alto, um lote desigual (tabela 8).

A variação pode ser expressa em termos do:

- peso médio das aves;
- desvio-padrão do peso corporal;
- coeficiente de variação do peso corporal.

TABELA 8

Coefficiente de variação (CV) utilizado para descrever a variabilidade de uma população

Coefficiente de variação (CV)	Uniformidade	Avaliação
8	80%	Uniforme
10	70%	Média
12	60%	Baixa uniformidade

$$\% CV = [\text{Desvio-padrão (g)} \div \text{peso médio (g)}] \times 100$$

O coeficiente de variação é uma medida comparativa que leva em conta a mudança na variação durante o crescimento do lote monitorado. O desvio-padrão é uma medida que expressa com que amplitude os valores estão dispersos em torno de um valor médio (a média).

Em um lote normal aproximadamente 95% das aves se encaixarão na faixa ± 2 desvios-padrão em relação ao peso médio. A tabela 9 (página 280) ilustra a aproximação da uniformidade de um lote ($\pm 10\%$) em relação ao CV (%).

1.5.2. Temperatura

As aves são animais classificados como homeotermos, pois apresentam a capacidade de manter a temperatura interna constante. Além disso, podem ser consideradas um sistema termodinâmico aberto, por estarem em troca constante de energia com o ambiente (Baêta e Souza, 1997).

Entretanto, esse mecanismo possui maior eficiência quando a temperatura do ambiente encontra-se dentro de certos limites. As aves não se ajustam perfeitamente a extremos de temperatura, podendo até mesmo ter a vida ameaçada. Dessa forma, é importante que esses animais sejam alojados em ambientes onde seja possível o balanço térmico (Rutz, 1994).

TABELA 9

Uniformidade de um lote em relação ao coeficiente de variação (CV)

% uniformidade	CV (%)
95,4	5
90,4	6
84,7	7
78,8	8
73,3	9
68,3	10
63,7	11
58,2	12
55,8	13
52,0	14
49,5	15
46,8	16

A tabela 10 é um exemplo de temperaturas e umidades relativas do ar adequadas para cada fase de criação de frangos de corte.

1.5.3. Programas de luz

O programa de luz é um fator fundamental para o bom desempenho e bem-estar do lote. Os programas de luz são elaborados prevendo alterações que ocorrem em idades predeterminadas e

TABELA 10
 Guia de temperatura/umidade

Idade (dias)	% umidade relativa	Temperatura (°C)	Temperatura (°F)
0	30-50%	32-33	90-91
7	40-60%	29-30	84-86
14	50-60%	27-28	81-83
21	50-60%	24-26	75-79
28	50-65%	21-23	70-73
35	50-70%	19-21	66-73
42	50-70%	18	64
49	50-70%	17	63
56	50-70%	16	61

Observação: Umidade abaixo da faixa acima: aumentar a faixa de temperatura de 0,5°C a 1°C. Umidade maior que a faixa acima: diminuir a faixa de temperatura de 0,5°C a 1°C. Sempre monitorar a atividade das aves e a temperatura efetiva – as aves são os indicadores mais importantes da temperatura ideal.

variam de acordo com a meta de peso final definida pelo mercado. Os programas dedicados a evitar o ganho de peso excessivo entre 7 e 21 dias de idade têm-se mostrado eficazes na redução da mortalidade em decorrência de ascite, morte súbita, problemas de pernas etc. Pesquisas demonstram que os programas de luz que preconizam seis horas contínuas de escuro melhoram o desenvolvimento do sistema imunológico das aves.

Não se pode utilizar um único programa de luz-padrão em todas as partes do mundo. Por isso, as recomendações quanto ao programa de luz devem ser adaptadas de acordo com as condições climáticas,

tipo de galpão e objetivos gerais do produtor. Um programa de luz empregado incorretamente pode prejudicar o ganho de peso médio diário (GMD) e comprometer o desempenho de todo o lote. É também muito importante observar cuidadosamente o desempenho do lote, a densidade nutricional e o consumo alimentar ao elaborar o programa de luz. Caso se disponha de dados precisos a respeito do GMD, é preferível elaborar um programa de luz baseado no ganho de peso médio.

A quantidade e a intensidade da luminosidade influenciam a atividade dos frangos, ou seja, a estimulação correta da atividade durante os primeiros 5 a 7 dias de idade é necessária para que o consumo alimentar e o desenvolvimento dos sistemas digestivo e imunológico sejam os melhores.

A distribuição uniforme da luz em todo o galpão é essencial para o sucesso de qualquer programa de luz. Recomenda-se o uso de 25 lux, medido à altura da ave, para estimular o ganho de peso precoce. A intensidade ideal da luminosidade no nível do piso não deve variar acima de 20%. Após 7 dias de idade ou, preferencialmente, quando a ave atingir 160 gramas, deve-se diminuir a intensidade da luz gradativamente para 5-10 lux.

*Pontos principais a serem considerados
ao utilizar um programa de luz*

- Testar todo programa de luz antes de adotá-lo.
- Fornecer 24 horas de luz no primeiro dia após a chegada das aves para assegurar a ingestão adequada de ração e água.
- Apagar as luzes durante a segunda noite a fim de estabelecer o período de escuro. Uma vez estabelecido, o período não deve sofrer alterações durante o resto da vida das aves.
- Uma vez definido o horário de desligamento das luzes para determinado lote, qualquer alteração deverá ser feita ajustando o horário de acendimento das luzes. As aves acostumam-se rapidamente ao horário de desligamento das luzes, e, conforme esse horário vai chegando, elas se aproximam dos bebedouros e ingerem água antes que as luzes se apaguem.
- Utilizar um único período de escuro a cada 24 horas.

- Iniciar o aumento do período de escuro quando as aves alcançarem entre 100 e 160 gramas.
- No caso de alojamento em galpão parcial, retardar a diminuição da luz até que todo o galpão esteja sendo utilizado.
- Permitir que as aves comam livremente para garantir que entrem no período de escuro nutridas e estejam prontas para se alimentarem novamente assim que as luzes se acenderem. Isso ajuda a evitar a desidratação e reduzir o estresse.
- Tanto quanto for possível, o período de escuro deve ocorrer durante a noite para assegurar escuridão total e possibilitar a inspeção adequada do plantel durante o dia.
- As aves devem ser pesadas pelo menos uma vez por semana e nos dias em que o programa de luz for ajustado.
- O programa de luz deverá ser ajustado em função do peso médio das aves.
- A duração do período de escuro deve aumentar por etapas, e não por meio de aumentos graduais em horas (consultar programas).
- Reduzir o período de escuro antes da apanha para diminuir a agitação das aves.
- Caso se faça a apanha parcial do lote, recomenda-se retomar as seis horas de escuridão na primeira noite após a saída das aves.
- Durante os períodos quentes, reduzir o período de escuro caso as aves estejam sob estresse durante o dia e haja redução do consumo alimentar.
- Durante o inverno, coincidir o período de escuro com o pôr do sol para que as aves estejam acordadas durante a parte mais fria da noite.
- Durante o verão, coincidir o período de luz com o nascer do sol.
- Assegurar-se de que não haja correntes de ar ou cama molhada na extremidade do galpão onde os pratos-controle estejam instalados. Isso poderá ocasionar o esvaziamento do sistema de comedouros, causando pânico entre as aves e arranhamento nas carcaças.
- Não desligar o sistema de comedouros durante o período de escuro.

- O ideal é iniciar o aumento/diminuição da luz antes dos horários de desligamento/acendimento das luzes por uma hora, por meio de um sistema de *dimmers* do tipo pôr do sol ou nascer do sol.
- Os produtores que dispõem de galpões com cortinas transparentes enfrentam restrições com relação ao programa de luz, devendo elaborá-lo de modo a coincidir com a luz natural.
- 48 horas antes da apanha, deve-se aumentar a intensidade luminosa para 10-20 lux para a aclimatação das aves – somente se a apanha for realizada durante o dia.

1.5.4. Vantagens do programa de luz

- O período de escuro é uma exigência natural de qualquer animal.
- A energia se conserva durante o descanso, resultando em melhor conversão alimentar.
- Diminuição da mortalidade e da ocorrência de problemas locomotores.
- Os períodos de luz/escuro aumentam a produção de melatonina, importante para o desenvolvimento do sistema imunológico.
- Melhor uniformidade das aves
- A taxa de crescimento pode ser igual ou melhor àquela das aves criadas sob luminosidade contínua, quando se obtém o ganho de peso compensatório.

1.6. Procedimentos para a captura (“pega”) das aves

A captura de frango de corte, durante a retirada do lote para o abate, permanece ainda bastante distante da automatização. No Brasil, essencialmente todas as empresas de corte realizam a captura das aves manualmente, e a pega, de um modo geral, é feita por uma equipe de 12 a 14 pessoas.

O trabalho de pega, apesar de ser simples, exige treinamento da mão de obra e força física, além de ser considerada uma atividade

desagradável. Nos Estados Unidos, a captura manual é realizada por uma equipe de 7 a 10 pessoas, que carregam de 7.000 a 10.000 aves por hora, a um custo de US\$ 25 para cada 1.000 frangos (Lacy e Czarick, 1998).

Com o conceito de qualidade total, o produtor de frango de corte precisa atingir os melhores índices zootécnicos (peso, conversão alimentar e mortalidade), assim como manter a boa integridade física da ave. Isso inclui principalmente aves sem problemas sanitários, bem empenadas, sem contusões, arranhões e fraturas (Cony, 2000). O manejo de captura ou apanha das aves é uma importante etapa, interferindo diretamente na qualidade da carcaça e no custo do frango. No mínimo 20% das aves apresentam qualidade inferior de carcaça devido ao manejo de carregamento para o abate. Contusões de pernas, peito e asa podem atingir até 25% dos frangos processados dos Estados Unidos (Fersaie et al., 1983).

As causas mais prováveis de contusões são devidas a erros durante o manejo de criação, captura das aves, transporte e descarregamento na plataforma, e a porcentagem de contusões em razão da pega, observada por Reali (1994), foi de 11,0%; 32,8%; e 38,2% para peito, coxa e asas, respectivamente.

A apanha dos frangos pelo dorso é o método mais usado no Brasil; no entanto, um novo tipo de captura das aves vem sendo empregado por algumas integrações, em que as aves são pegas pelo pescoço e introduzidas nas caixas de transporte. De acordo com Cony (2000), esse processo não aumenta o número de lesões e torna o carregamento mais rápido.

A interrupção do fornecimento de ração deve ser feita de 8 a 12 horas antes do abate, para reduzir a possibilidade de contaminação da carcaça. O objetivo desse procedimento é esvaziar o trato digestivo, evitando que o alimento ingerido e o material fecal contaminem as carcaças durante o processo de evisceração. Quando as aves são submetidas a esse jejum, o intestino se esvazia quase por completo, mas permanece firme o bastante para ser submetido ao processo de evisceração sem se romper. O efeito do jejum sobre o peso vivo é mínimo e é importante consultar a legislação no que tange às restrições em relação ao seu período.

1.6.1. Preparo para a captura das aves

- A água deve estar disponível para as aves até o momento da captura.
- As luzes devem ser atenuadas por meio de um *dimmer* no momento da captura. Caso não se disponha desse sistema, podem-se usar luzes azuis ou verdes para acalmar as aves e reduzir a sua atividade.
- Deve-se remover ou elevar todo o equipamento que possa interferir no processo de captura.
- Sempre que possível, recomenda-se fazer a captura das aves durante a noite, pois elas estão menos ativas nesse período.
- É necessário fazer o manejo cuidadoso do sistema de ventilação durante a captura para garantir a ventilação adequada no galpão.
- Caso haja um intervalo entre as cargas, aumentar a intensidade das luzes, repor a água e andar cuidadosamente por entre as aves.

As considerações acerca do bem estar das aves são de extrema importância durante a captura. Todo o cuidado deve ser tomado para minimizar lesões e perda de qualidade da carcaça (tabela 11). O criador deve estar presente durante a operação de captura para garantir que os procedimentos estejam sendo realizados corretamente.

Deve-se fazer o bloqueio da luz na captura realizada durante o dia, para que as aves permaneçam quietas, facilitando a ventilação e reduzindo o estresse e o risco de empilhamento.

As aves devem ser colocadas cuidadosamente em gaiolas ou caixas limpas, na densidade indicada pelo fabricante, tomando o cuidado de reduzi-la durante os meses de verão.

TABELA 11

Possíveis causas de perda da qualidade da carcaça no abatedouro

Causas	Arranhões	Contusões	Membros fraturados	Calos de pé/peito
Alta densidade de alojamento	•	•	•	•
Falha do sistema de comedouros	•			
Programa de luz incorreto	•			
Luz muito intensa	•			
Movimento agressivo do encarregado do plantel	•	•	•	
Empenamento inadequado	•			•
Pega agressiva	•	•	•	
Cama de baixa qualidade				•
Nutrição incorreta	•		•	•
Maquinas depenadoras			•	
Ventilação	•			•
Manejo dos bebedouros				•

Os hematomas, os arranhões e as fraturas são as consequências mais comuns para se estabelecer relação de eficácia de manejo no período pré-abate. Esses fatores estão intimamente relacionados as condições de manejo de criação do lote e as estabelecidas pela equipe de apanha no momento do carregamento das aves para o abate. Em geral, se a equipe de apanha for coesa e experiente, os transtornos serão minimizados. O exame da coloração da contusão (tabela 12) pode indicar quando ela ocorreu e como solucionar o problema.

O calor, a jornada de transporte, o método de captura e o atordoamento são os principais fatores pré-abate que contribuem para a elevação do estresse com interferência significativa sobre a cor, textura e qualidade, e o metabolismo *pos mortem* da carne.

TABELA 12

Exame da coloração da contusão como indicativo do seu tempo de ocorrência

Cor da contusão	Idade da contusão
Vermelho	2 minutos
Vermelho-escuro e roxo	12 horas
Verde-claro e roxo	36 horas
Verde-amarelado e laranja	48 horas
Laranja amarelado	72 horas
Levemente amarelado	96 horas
Preto e azul	120 horas

1.6.2. Importância da adequação do período de jejum pré-abate

O período total de jejum pré-abate é de fundamental importância e é necessário um tempo adequado para que ocorra redução do conteúdo gastrintestinal das aves para que diminua a possibilidade de contaminação da carcaça na evisceração, decorrente do rompimento do papo ou inglúvio e/ou do intestino.

O percentual de perda de peso, durante o período de pré-abate, é considerado fator importante no processo industrial. Existem indicações de que perdas acima de 3,0% refletem negativamente na rentabilidade do negócio. Um período de jejum de 8 a 12 horas, incluindo o tempo de apanha e carregamento na granja, o transporte e a espera na plataforma de abate, é considerado suficiente para que ocorra o esvaziamento do trato digestivo das aves.

Os fatores que mais contribuem para as variações na perda de peso são: o período de jejum, que é o tempo decorrido entre o

momento da retirada da ração na granja e o da pendura na hora para abate, e a temperatura ambiente. Ambos os fatores são extremamente importantes não só pelo fato de causar variações na perda de peso, mas também por estarem relacionadas à elevação dos riscos de estresse aos animais. Isso tem sido relacionado à ocorrência de carne PSE (*pale, soft and exudative*) em frangos de corte, conferindo características de cor pálida, textura flácida e aspecto exsudativo à carne, tendo como consequências produtos processados de baixa qualidade.

O período de jejum é fator importante para assegurar qualidade ao produto final, quando intervalos curtos estão associados à condenação de carcaças por contaminação de conteúdo de papo (ração e não raro material de cama), e períodos longos, acima de doze horas, estão associados a condenações de carcaças por contaminação com conteúdo intestinal (fezes). Além disso, períodos longos de jejum predis põem as aves a um desafio de estresse maior e a uma propensão de perda de peso em excesso.

1.6.3. Fatores ambientais que interferem no rendimento de lotes

Os eleitos conjuntos, das temperaturas elevadas e ventilação deficiente, são sem dúvida os fatores que mais interferem na elevação do estresse em frangos de corte. Normalmente as granjas possuem equipamentos para amenizar os efeitos de elevadas temperaturas e falta de ventilação, mas, após o carregamento nas carrocerias, não se tem nenhum controle. Uma prática de fundamental importância que tem sido adotada com objetivo de reduzir os efeitos do estresse calórico aos frangos, com resultados positivos, é a pulverização de água sobre as aves no momento de saída do veículo da granja para o abatedouro.

Recomenda-se que seja avaliada a adoção da prática, objetivando não só o aumento do conforto das aves, mas também a redução das perdas por mortalidade e melhorias da qualidade da carne, pela minimização do estresse pré-abate. Dependendo do tempo de transporte, dos fatores de estresse da granja até o abatedouro, recomenda-se estabelecer na área de espera, no abatedouro, nebulizadores calibrados para possibilitar pulverização das aves, buscando minimizar os efeitos negativos das altas temperaturas.

1.6.4. Outros fatores ambientais que interferem no rendimento das aves

A luminosidade média no local e no momento do carregamento, a umidade e a espessura da cama e a temperatura e a ventilação no aviário e na carroceria, durante o transporte, são fatores que interferem no rendimento do abatedouro. Antes do início do carregamento, o aviário deve estar devidamente preparado, com as caixas posicionadas e todo o pessoal da equipe de apanha preparado para o início do trabalho.

- **Luminosidade durante a apanha dos frangos:** preferencialmente, manter baixa luminosidade (< 10 lux) no local durante o carregamento das aves. A claridade, natural ou artificial, aumenta a atividade dos frangos e os tornam mais agitados. O carregamento durante a noite facilita o controle da luminosidade no aviário, possibilitando menos risco de estresse, facilitando a pega e alocação dos frangos nas caixas, para transporte. Nos carregamentos efetuados com elevada intensidade luminosa ocorre elevação das perdas, principalmente relacionadas às lesões de pele e fraturas.
- **Programa de luz para o período de jejum no pré-abate:** para adequação do tempo correto para o período de jejum recomenda-se a adoção de um programa de luz na semana que antecede o carregamento, caso ele esteja programado para a madrugada ou início da manhã. Isso vai facilitar a correta programação de tempo necessário a cada evento durante o pré-abate. A definição correta de um programa deve estabelecer o fornecimento de luz para acesso à alimentação e à água. Os comedouros deverão ser suspensos e a luz, apagada, respeitando-se a programação de início do carregamento. As empresas têm definido como tempo ótimo de jejum de ração de 4 a 6 horas antes do início do carregamento. Nesse caso, antes que o carregamento se inicie, fornecer um período de pelo menos meia hora de luz para que as aves tenham acesso à água. Essa prática tem múltiplas finalidades, entre as quais: hidratar a ave, acelerar o trânsito intestinal, e conseqüente excreção, e minimizar o estresse, principalmente o calórico.

1.6.5. Fatores de manejo que interferem no rendimento de lotes.

Entende-se por práticas de manejo todos os eventos realizados com as aves que possam interferir no rendimento de abate do lote. A adoção de práticas que possibilitam o planejamento do manejo correto de programa de luz para as aves – retirada de ração e água, a equipe de apanha, início do carregamento, chegada do veículo ao abatedouro para espera e horário estabelecido para o abate – deve ser devidamente programada, para que todas as atividades possam estar bem sincronizadas, é de fundamental importância, com vistas em minimizar as perdas decorrentes do processo.

- **Métodos de captura ou pega:** a pega manual prevalece como forma de apanha e a mais utilizada na produção do frango de corte. A mecanização ainda é antieconômica em função dos elevados investimentos em equipamentos apropriados. Os métodos de pega mais utilizados são: pelas pernas, asas, pescoço e dorso. O mais tradicional e ainda utilizado em áreas onde a avicultura está em crescimento é pelas pernas, embora seja o que mais causa traumas, principalmente deslocamento entre o fêmur e a tibia. A pega pelas asas também eleva os índices de fraturas locais. O método de pega pelo pescoço tem sido contraindicado em função do aumento de lesões de pele e elevação do estresse para as aves. A realizada pelo dorso tem sido a mais indicada para redução dos traumas no carregamento, embora com menor eficiência para a equipe. Independentemente do tipo de pega, o monitoramento constante para avaliação do tipo e grau de lesões prevalentes é de fundamental importância para possíveis ajustes quando necessários.
- **Número de frangos por caixa:** a idade associada ao peso é o ponto básico para definição do número de aves por caixa. Pouco adianta um manejo adequado até o carregamento se a lotação das caixas for elevada. Mais uma vez o monitoramento para avaliação dos tipos e do grau das lesões é fundamental para definir a densidade mais adequada. Geralmente as companhias pressionam o aumento do número de frangos por caixa, buscando redução dos custos com o transporte. Números entre 8 e 16 aves por caixa têm sido possíveis para abates de machos aos 50 dias e fêmeas aos 34 dias, respectivamente.

Outra recomendação é utilizar, em caixas convencionais, o espaço de 0,02 m²/kg de peso vivo no verão e 0,024 m²/kg no inverno. Ou, ainda, 22 kg de peso vivo de aves por caixa, no máximo.

1.7. Manejo da água

A água é um nutriente essencial que influencia praticamente todas as funções fisiológicas e compõe de 65% a 78% do corpo de uma ave, dependendo da idade. Fatores como temperatura, umidade relativa, composição da dieta e taxa de ganho de peso corporal influenciam a ingestão de água.

A boa qualidade da água é vital para a produção eficiente de frangos de corte, sendo recomendado efetuar uma análise físico-química (pH, teor mineral) e bacteriana (grau de contaminação microbiana) para assegurar sua qualidade. Em síntese, a água fornecida às aves deve ser a mesma oferecida ao consumo humano.

A média de consumo de água por frangos é 2,5 vezes o consumo diário de ração ou o equivalente a 20% do peso do frango vivo. É essencial que a ingestão de água aumente com o passar do tempo (tabela 13). Se houver redução do consumo em qualquer etapa da vida da ave, a saúde, o ambiente e/ou o manejo devem ser reavaliados.

TABELA 13

Consumo de água por frangos de corte de acordo com a idade de criação

Semana	ml/dia/frango	litro/dia/12.000 frangos
1	2	384
2	69	628
3	104	1.248
4	145	1.716
5	179	2.149
6	214	2.565
7	250	3.000
8	266	3.432

1.7.1. Teor mineral

Embora os frangos de corte sejam tolerantes ao excesso de alguns minerais (cálcio e sódio, por exemplo), são muito sensíveis à presença de outros. O ferro e o manganês costumam conferir à água um gosto amargo, que pode acarretar a redução da sua ingestão. Além disso, esses minerais propiciam o crescimento de bactérias. Nos casos em que o ferro representa um problema, isso pode ser controlado por sistemas de filtragem e cloração. Recomenda-se a filtragem da água com um filtro de 40 a 50 microns. O filtro deve ser examinado e limpo pelo menos uma vez por semana.

Os teores de cálcio e magnésio são medidos pela dureza da água. Esses minerais, quando combinados, podem formar depósitos ou crostas que afetam a operação do sistema de fornecimento de água, representando um problema, principalmente no caso de sistemas fechados. No entanto, podem-se adicionar elementos redutores de dureza ao sistema para diminuir os efeitos desses minerais.

Os níveis de sódio devem ser avaliados antes da utilização de produtos à base de sal, e os nitratos, mesmo em níveis baixos, como 10 ppm, podem comprometer o desempenho das aves. Infelizmente, não há nenhuma opção eficiente em termos de custo para removê-los atualmente. Sua presença deve ser verificada, pois níveis elevados de nitrato na água podem indicar contaminação por esgoto e/ou por fertilizantes.

1.7.2. Contaminação microbiana

O baixo desempenho sucessivo dos lotes pode indicar contaminação da água, e, nesse caso, é necessário que seja feita a análise imediata. Ao realizar a análise da água, é importante fazer a contagem total de coliformes, pois em altos níveis podem causar doenças.

A análise de bactérias totais através de contagem em placa é um indicativo da eficiência do programa de saneamento da água.

A contaminação microbiana pode originar-se na fonte da água ou em qualquer ponto a partir dela e, se não for adotado um programa eficaz de saneamento da água, a proliferação de bactérias irá ocorrer rapidamente.

1.7.3. Saneamento da água e limpeza do sistema

Um programa regular de saneamento e de limpeza das linhas de fornecimento de água pode proteger contra a contaminação microbiana e evitar a formação de biofilme nas linhas de abastecimento de água. Embora o biofilme não seja propriamente uma fonte de problemas para as aves, uma vez formado servirá como abrigo para bactérias e vírus se esconderem da ação dos desinfetantes e como fonte de alimento para bactérias nocivas.

Produtos que contêm peróxido de hidrogênio mostraram-se excelentes na remoção do biofilme das linhas de fornecimento de água.

Drenagem

Todos os sistemas modernos de fornecimento de água para aves precisam ser drenados, para se remover o biofilme, de preferência diariamente, ou, no mínimo, três vezes por semana. A drenagem por alta pressão exige volume e pressão adequados para criar na tubulação a velocidade e a turbulência necessárias para a remoção do biofilme.

Potencial de oxirredução (POR)

Outro fator importante é o valor do POR da água, que significa o potencial de oxidação-redução e se refere simplesmente à propriedade de substâncias, como o cloro, de serem fortes oxidantes. Um oxidante forte literalmente queima as bactérias, os vírus e outros materiais orgânicos presentes, tornando a água inócua do ponto de vista microbiológico. Um POR na faixa de 650 mV (milivolts), ou superior, indica água de boa qualidade. Valores baixos, como 250 mV, indicam uma grande carga orgânica, que provavelmente irá exceder a capacidade do cloro de desinfetar a água adequadamente. O medidor de POR é uma ferramenta útil para identificar e manter o suprimento de cloro adequado sem correr o risco de utilizar cloro em excesso.

Uma grande carga orgânica resultará em maior porcentagem de cloro total, causando má sanitização, embora o *kit* de teste de piscina possa indicar níveis de cloro de 4 a 6 ppm. O cloro é mais eficaz quando utilizado em água com pH de 6,0 a 7,0, o que resulta maior porcentagem de íons de ácido hipocloroso, de forte ação desinfetante.

Ácidos inorgânicos, como o bissulfato de sódio, reduzem o pH da água sem deteriorá-la. Níveis de cloro residual livre não são considerados agentes sanitizantes eficazes, a não ser que haja pelo menos 85% de ácido hipocloroso presente. As fontes mais comuns de cloro são:

- hipoclorito de sódio (NaOCl), ou alvejante doméstico: eleva o pH da água e, portanto, não é uma boa opção como sanitizante da água;
- tricloro (tricloro-s triazina triona): corresponde a 90% de cloro disponível, na forma de tabletes que liberam o cloro gradualmente e reduz o pH da água, sendo, portanto, boa opção como sanitizante;
- gás de cloro (cloro 100% disponível): é a fonte mais pura de cloro, mas pode ser perigoso e seu uso é restrito.

pH

- O pH da água é a medida de íons de hidrogênio presentes na solução, e, numa escala de 1,0 a 14, considera-se 7,0 um valor neutro.
- Valores de pH abaixo de 7,0 indicam acidez, ao passo que valores acima de 7,0 assinalam alcalinidade.
- Um pH acima de 8,0 pode alterar o gosto da água, conferindo-lhe sabor amargo e, conseqüentemente, diminuindo o consumo.
- Um pH alto pode ser reduzido pelo uso de ácidos inorgânicos, que podem também afetar negativamente o consumo de água e, portanto, não são recomendados.
- O pH afeta a qualidade da água e a eficácia de desinfetantes como o cloro.
- Em pH acima de 8, o cloro está presente principalmente em forma de íons hipoclorito, que possuem pouca capacidade sanitizante (tabela 14).

TABELA 14

Impacto do pH na proporção de ácido hipocloroso (HOCl) e íon hipoclorito (OCl)

pH	% Ácido hipocloroso (HOCl)	% Íon hipoclorito (OCl)
8,5	10	90
8,0	21	79
7,5	48	52
7,0	72	28
6,5	90	10
6,0	96	4
5,0	100	0

1.7.4. Sólidos totais dissolvidos

A avaliação dos sólidos totais dissolvidos (TDS), ou salinidade, indica os níveis de íons inorgânicos dissolvidos na água. Os sais de cálcio, magnésio e sódio são os principais componentes que contribuem para os TDS. Os altos níveis de TDS são os contaminantes responsáveis por efeitos deletérios para a produção avícola encontrados com maior frequência.

A tabela 15 fornece algumas diretrizes para a viabilidade do uso da água de consumo das aves, com diferentes concentrações de TDS, que correspondem à concentração total de todos os elementos dissolvidos na água.

TABELA 15

Viabilidade do uso da água com diferentes concentrações de sólidos totais dissolvidos (TDS)

TDS (ppm)	Comentários
Inferior a 1.000	Água adequada ao consumo de aves de qualquer classe.
de 1.000 a 2.999	Água adequada ao consumo de aves de qualquer classe. Pode causar fezes amolecidas (especialmente em níveis mais altos), mas não afeta a saúde ou o desempenho.
de 3.000 a 4.999	Água inadequada para aves de qualquer classe. Pode causar fezes amolecidas, aumento da mortalidade e diminuição do crescimento.
de 5.000 a 6.999	Água inadequada para qualquer tipo de ave. Quase sempre irá causar algum tipo de problema, especialmente nos níveis mais altos, em que a redução do crescimento e da produção ou o aumento da mortalidade provavelmente irão ocorrer.
de 7.000 a 10.000	Água inadequada para aves, mas poderia ser destinada a outros tipos de animal.
Superior a 10.000	A água não deve ser destinada ao consumo de nenhum tipo de animal ou ave.

Fonte: National Academy of Science, 1974.

1.7.5. Limpeza do sistema de bebedouros entre os lotes

- Esvaziar o sistema e os tanques principais.
- Determinar a capacidade do sistema de bebedouros.
- Preparar a solução de limpeza de acordo com as recomendações do fabricante.
- Se possível, remover o tanque principal e lava-lo com escova.
- Despejar a solução no sistema de fornecimento de água, geralmente no tanque principal.
- Usar sempre roupas e óculos de proteção ao manusear produtos químicos.

- Abrir a torneira da extremidade final da linha e deixar a água correr até que a solução de limpeza fique visível; fechar a torneira em seguida.
- Erguer as linhas de bebedouros.
- Deixar a solução circular pelo sistema de fornecimento de água.
- Caso a circulação da solução não seja possível, deixá-la agir por 12 horas, no mínimo.
- Após drenar o sistema, lavá-lo completamente com água sob pressão a fim de remover o lodo e os produtos químicos.

1.7.6. Análise da água

A análise da água deve ser feita periodicamente (no mínimo, uma vez por ano) e as amostras, colhidas tanto no poço quanto na extremidade final da linha de bebedouros, utilizando recipientes esterilizados para esse fim, e enviá-las para laboratórios credenciados. Alguns padrões de qualidade que a água fornecida às aves deve seguir são mostrados nas tabelas 16 e 17.

Técnica de amostragem de nível de água

- Esterilizar o bocal da torneira ou do *nipple* com uma chama aberta durante 10 segundos. Nunca utilizar produtos químicos nesse processo, pois podem alterar a amostra.
- Caso a chama não esteja disponível, deixar a água correr por alguns minutos antes de colher a amostra.

TABELA 16
Padrões de qualidade da água para consumo de aves

Agente contaminante, mineral ou íon	Nível considerado médio	Nível considerado aceitável
Bactérias totais	0 CFU/ml	100 CFU/ml
Coliformes	0 CFU/ml	50 CFU/ml
Acidez e dureza - pH	6,8 - 7,5	6,0 - 8,0
Dureza total	60 - 180 ppm	110 ppm
Elementos de ocorrência natural		
Cálcio (Ca)	60 mg/l	-----
Cloro (Cl)	14 mg/l	250 mg/l
Cobre (Cu)	0,002 mg/l	0,6 mg/l
Ferro (Fe)	0,2 mg/l	0,3 mg/l
Chumbo (Pb)	0	0,02 mg/l
Magnésio (Mg)	14 mg/l	125 mg/l
Nitrato	10 mg/l	25 mg/l
Sulfato	125 mg/l	250 mg/l
Zinco (Zn)	-----	1,5 mg/l
Sódio (Na)	32 mg/l	50 mg/l

Fonte: Sarah Muirhead. *Good, clean water is critical component of poultry production*. Feedstuffs, 1995.

TABELA 17

Padrões de qualidade de água utilizados para aves

Contaminante ou característica	Nível baixo (média)	Nível alto (média)	Nível médio nas granjas mais produtivas
<i>E. coli</i> (UFC/Ml)	0	9	
Obs.: Ideal deve ser zero.			
<i>Pseudomonas</i> (UFC/ml)	0	4	6
Obs.: Ideal deve ser zero.			
Oxigênio dissolvido	5,5	6,8	6,1
Obs.: O peso corporal aumenta conforme o oxigênio aumenta.			
Nitratos (ppm)	1,7	9,7	3,8
Obs.: O peso corporal diminui e os descartes aumentam conforme os nitratos aumentam.			
Nitratos (ppm)	0,03 mg/l	0,07 mg/l	0,04
pH	6,36	6,64	6,55
Obs.: Um pH inferior a 6,0 não é desejável. Os níveis inferiores a 6,3 podem afetar o rendimento.			
Dureza total (ppm)	96	122	110
Obs.: O peso corporal aumenta conforme a dureza aumenta. Os níveis de dureza inferiores a 60 são muito baixos; aqueles superiores a 180 são bastante altos.			
Carbono (ppm)	0,0	0,52	0,21
Obs.: A conversão alimentar piora conforme aumenta o carbonato.			
Bicarbonato (ppm)	103	143	136
Obs.: O peso corporal aumenta conforme o bicarbonato aumenta.			
Cálcio (ppm)	9,8	30,5	20,3
Obs.: A viabilidade é melhor quando o cálcio e o potássio são baixos. Isso pode estar correlacionado com algum efeito negativo sobre as vacinas administradas na água de beber. O peso corporal, a conversão alimentar e os descartes aumentam conforme o cálcio aumenta.			



Contaminante ou característica	Nível baixo (média)	Nível alto (média)	Nível médio nas granjas mais produtivas
Ferro (ppm)	0,16	0,7	0,46
Obs.: O peso corporal diminui conforme aumentam os níveis de ferro.			
Sódio (ppm)	7,4	32,9	19,9
Obs.: Níveis superiores a 50 mg/l podem afetar o rendimento se o nível de sulfatos ou cloratos é alto.			
Sulfato (ppm)	9,9	37,5	19,9
Obs.: A conversão alimentar diminui conforme aumentam os níveis de sulfato.			
Manganês (ppm)	0,13	0,48	0,24
Obs.: A conversão alimentar diminui conforme aumenta o manganês.			
Magnésio (ppm)	3,0	0,3	4,0
Obs.: O peso corporal aumenta e a conversão alimentar diminui conforme aumenta o magnésio.			

1.8. Manejo nutricional

A dieta dos frangos de corte é elaborada de modo a fornecer a energia e os nutrientes essenciais à saúde e à boa produção. Os componentes nutricionais básicos necessários às aves são a água, os aminoácidos, a energia, as vitaminas e os sais minerais. Esses componentes precisam agir em conjunto para garantir boa estrutura esquelética e desenvolvimento muscular adequado.

A qualidade dos ingredientes, a forma física da ração e a higiene afetam diretamente a atuação desses nutrientes básicos. Se a matéria-prima ou o processo de fabricação estiverem comprometidos, ou se houver um desequilíbrio no perfil nutricional da ração, o desempenho dos frangos pode ser prejudicado.

Uma vez que os frangos de corte são criados para atingir diferentes metas de pesos finais, composições de carcaça e estratégias de produção, seria inviável elaborar um único conjunto de exigências nutricionais. Portanto, os exemplos das necessidades nutricionais

devem ser considerados um conjunto de diretrizes com base nas quais se pode elaborar o programa de alimentação. Essas diretrizes deverão ser adaptadas de acordo com a necessidade para satisfazer situações específicas, que variam de um produtor para outro.

Os nutricionistas utilizam tabelas de exigências nutricionais para formular as rações avícolas (Rostagno et al., 2005; NRC, 1994; etc.) e esses valores devem ser atualizados periodicamente devido aos diferentes fatores que interagem, como a genética, o manejo, a sanidade e o meio ambiente. Portanto, a escolha da dieta ideal deve levar em consideração os seguintes fatores fundamentais:

- disponibilidade e custo da matéria-prima;
- criação de aves separadas por sexo;
- pesos finais definidos pelo mercado;
- valor da carne e rendimento de carcaça;
- níveis de gordura exigidos, de acordo com as necessidades específicas de cada mercado, tais como os de produtos prontos para assar, cozidos ou de outra forma processados;
- coloração da pele;
- textura e sabor da carne;
- capacidade da fábrica de ração.

A forma física da ração varia bastante, podendo ser farelada, granulada, peletizada ou extrusada. Misturar a ração com grãos integrais antes de fornecê-la às aves é uma prática comum em alguns lugares do mundo. A ração processada é geralmente preferível, pois é vantajosa tanto do ponto de vista nutricional quanto do manejo. As rações peletizadas ou extrusadas em geral são manuseadas mais facilmente, quando comparadas às fareladas. Do ponto de vista nutricional, as rações processadas demonstram marcante melhora da eficiência e da taxa de crescimento dos plantéis em comparação com as fareladas.

1.8.1. Proteína bruta

As exigências de proteína bruta pelos frangos de corte, na verdade, se traduzem pela exigência de aminoácidos, os elementos formadores das proteínas. As proteínas são encontradas

como componentes estruturais dos tecidos, desde as penas até os músculos.

O atendimento das exigências proteicas, ou melhor, das exigências em aminoácidos para aves, está associado ao custo da alimentação, uma vez que a proteína é o segundo nutriente mais caro da ração e representa de 40% a 45% do custo da ração. Por isso, a redução proteica tem sido vista como uma das vias de possível melhoria dos custos de produção, e o nível proteico da ração passou a ser definido como o nível ótimo para responder às necessidades da ave em aminoácidos, considerando-se o custo dos ingredientes usados na formulação e o valor das carnes produzidas. Entretanto, ainda é possível encontrar formulações de rações para aves com os níveis de proteína bruta muito elevados.

Aminoácidos industriais, como lisina, metionina, treonina e triptofano, têm significativa participação na aplicabilidade do conceito de proteína ideal para aves. Também têm viabilizado pesquisas a fim de reduzir o nível de proteína bruta nas rações e atender às exigências nutricionais de aminoácidos com suplementação. Assim, é possível evitar o excesso de aminoácidos, aumentar a eficiência de utilização da proteína e reduzir a poluição ambiental em virtude de menor excreção de nitrogênio no ambiente.

1.8.2. Proteína ideal

A recomendação atual para a aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações para aves é a redução do nível proteico da dieta, eliminando o excesso de aminoácidos essenciais e não essenciais e suplementando com aminoácidos sintéticos, como a metionina e a lisina, quando necessário, para evitar que ocorram deficiências nutricionais.

A proteína ideal é definida como o balanço exato de aminoácidos capaz de prover sem excesso ou falta os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição proteica. Seu conceito foi primeiramente definido por Mitchell (1964) como uma mistura de aminoácidos ou proteína cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. Com base nesse conceito foi possível estudar a síntese de proteína dos diferentes tecidos e avaliar a mudança de proporção dos aminoácidos, de acordo com o crescimento animal.

Como afirmam Parsons e Baker (1994), proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer, sem excessos nem deficiências, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição proteica com máxima eficiência. Segundo Penz (1996), para ser ideal, a proteína ou a combinação não deve possuir aminoácidos em excesso. Assim, os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição proteica.

O uso do conceito de proteína ideal consiste em selecionar um aminoácido como um aminoácido de referência e basear as exigências dos outros aminoácidos como uma proporção desse aminoácido de referência. Segundo Pack (1996), a lisina é utilizada como aminoácido de referência, embora seja o segundo aminoácido limitante depois da metionina em dietas de frango de corte, por possuir as seguintes características:

- assim como a treonina, é um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena;
- possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal;
- a sua análise laboratorial, para determinação dos seus níveis nos ingredientes, rações e tecidos, é precisa;
- o conhecimento da sua exigência para todas as fases de produção animal encontra-se disponível;
- a sua suplementação é economicamente viável nas dietas de aves e suínos;
- encontra-se disponível economicamente em forma cristalina para ser utilizada nas rações dos animais.

O maior benefício da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações é a simplificação do processo, visto que, estabelecida a exigência de lisina, as exigências para os demais aminoácidos são facilmente calculadas (Chung e Baker, 1992). Essa forma indireta de estabelecer as exigências dos aminoácidos é de grande importância, principalmente pela falta de informações precisas sobre as exigências de muitos aminoácidos, já que são vários os

fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves, como os níveis nutricionais, a idade do animal, a genética e o sexo. O melhor conhecimento dos requerimentos nutricionais dos aminoácidos individuais permite uma nutrição mais precisa, oferecendo a possibilidade de substituir parcialmente o requerimento do nível mínimo proteico por níveis mínimos de aminoácidos, gerando redução dos custos e da emissão de poluentes no ambiente.

Certamente, não há dúvida de que as proporções de aminoácidos devem ser expressas em termos de digestíveis em vez de totais, e, caso sejam incluídos outros alimentos além do milho e da soja, é importante considerar as diferenças na digestibilidade desses alimentos e, conseqüentemente, elaborar a formulação baseada no conteúdo de aminoácidos digestíveis, principalmente quando utilizamos grande quantidade de ingredientes alternativos e/ou subprodutos de origem animal (Parsons et al., 1992).

De acordo com Dale (1992), na formulação de rações baseada nos valores de aminoácidos totais, em vez de valores disponíveis, as possibilidades de erros são grandes, pois considera-se que os aminoácidos sintéticos e os presentes no alimento possuem os mesmos valores relativos, menosprezando-se dessa forma o valor da fonte sintética, a qual geralmente possui uma disponibilidade ao redor de 100%, enquanto nas fontes naturais a disponibilidade é inferior. Além disso, a disponibilidade de aminoácidos, por exemplo, no farelo de soja em relação aos ingredientes que podem substituí-lo como fonte proteica não é considerada, de forma que a substituição compromete o aporte de aminoácidos necessários ao desempenho da ave, principalmente quando essa substituição é feita por uma farinha de penas cuja disponibilidade de aminoácidos é comprovadamente inferior.

Com base em resultados de 28 estudos sobre exigências de lisina e metionina+cistina para frangos, poedeiras e perus, Parsons (1991) estabeleceu que a diferença entre aminoácidos disponíveis e aminoácidos totais foi relativamente consistente entre esses estudos. As comparações entre os estudos indicaram que as exigências em aminoácidos disponíveis são aproximadamente de 8% a 10% inferior às exigências em aminoácidos totais.

Rostagno et al. (1995), após determinarem os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de diversos alimentos (milho, sorgo, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de

vísceras, farinha de penas e farelo de arroz), avaliaram o desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes rações formuladas com base nos valores de lisina e metionina+cistina totais e disponíveis. Os resultados indicaram que as rações formuladas com alimentos alternativos e valores de aminoácidos totais proporcionaram pior desempenho e rendimento de peito. Por outro lado, quando a ração contendo alimentos alternativos foi formulada com base nos aminoácidos disponíveis, sendo suplementada com aminoácidos sintéticos, resultou em desempenho semelhante e menor custo em relação à ração contendo milho e farelo de soja.

Diversos resultados de pesquisas e avaliações práticas comprovaram que o excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho animal, ou seja, não são utilizados eficientemente. Os aminoácidos em excesso sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como ureia pelos mamíferos ou ácido úrico pelas aves, e esse processo reflete gasto energético para o animal. Assim, surge o conceito de proteína ideal como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína cuja composição atenda às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento (Mitchell, 1964). De acordo com Parsons e Baker (1994), essa mistura de aminoácidos deve conter proporções exatas dos vinte aminoácidos para favorecer a deposição proteica com máxima eficiência.

1.8.3. Energia

A energia não é um nutriente propriamente dito, e sim uma maneira de descrever o metabolismo de nutrientes que geram energia. A energia é necessária para a manutenção das funções metabólicas básicas das aves e de seu crescimento e aumento de peso. Tradicionalmente, o teor energético das rações para frangos de corte é descrito através do sistema de energia metabolizável. A energia metabolizável (EM) corresponde à quantidade bruta de energia de determinada ração consumida menos a quantidade de energia excretada.

A energia que os animais obtêm dos alimentos é utilizada prioritariamente para a manutenção dos processos vitais, como respiração, manutenção da temperatura corporal e fluxo sanguíneo. A energia extra consumida pelos animais é depositada como tecido corporal. Contudo, durante a partição dessa energia no organismo, ocorrem perdas que aparecem na forma de calor (incremento calórico), o

qual, dependendo da condição ambiental, é utilizado para aquecer o corpo ou dissipado para o ambiente. Quando mantidos em ambiente termoneutro, os animais conseguem manter a homeotermia com o mínimo de esforço termorregulatório, sem gastos extras de energia, o que permite desempenho máximo.

O nível energético das rações interfere substancialmente no resultado de desempenho de frangos de corte, ou seja, o acréscimo no nível de energia das rações proporciona melhor ganho de peso e conversão alimentar, porém acarreta aumento no teor de gordura abdominal.

1.8.4. Micronutrientes

As vitaminas são adicionadas à maioria das rações para aves rotineiramente e podem ser classificadas em hidrossolúveis ou lipossolúveis. Entre as vitaminas hidrossolúveis encontram-se as do complexo B. As classificadas como lipossolúveis incluem as vitaminas A, D, E e K, que podem ser armazenadas no fígado e em outros órgãos do corpo.

Os sais minerais são nutrientes inorgânicos e classificados como macrominerais e microminerais ou oligoelementos. Os macrominerais incluem: cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, enxofre e magnésio. Entre os oligoelementos estão: ferro, iodo, cobre, manganês, zinco e selênio.

1.8.5. Análise da ração

Uma abordagem sistemática da amostragem da ração na granja deve seguir a política de "melhores práticas". A técnica correta de amostragem é importante se quisermos que os resultados da análise reflitam o teor nutricional real da ração. A amostra deve ser representativa da ração da qual foi colhida. Isso não pode ser feito apenas "pegando" um punhado da ração da calha ou do comedouro.

Para colher uma amostra representativa, é necessário coletar subamostras da ração e misturá-las, formando uma amostra composta. Recomenda-se colher cinco subamostras de cada remessa de ração. A amostragem das linhas de comedouros não é recomendada, pois a peneiragem dos ingredientes ou a presença de fragmentos podem afetar os resultados. As amostras devem ser armazenadas sob refrigeração até o abate do lote. Cada amostra deve ser registrada,

contendo data, tipo de ração e número do ticket de entrega. Caso haja problemas durante a produção e a ração esteja sob suspeita, as amostras deverão ser analisadas. Os laudos laboratoriais deverão então ser comparados com as especificações nutricionais das respectivas rações.

1.8.6. Arraçoamento em fases

As exigências nutricionais dos frangos de corte geralmente diminuem com a idade. Do ponto de vista clássico, as rações – inicial, de crescimento e final – são incorporadas no programa de criação de frangos de corte. No entanto, as necessidades nutricionais das aves não mudam abruptamente em dias específicos, mas sim de forma contínua, ao longo do tempo.

A maioria das empresas oferece vários tipos de ração na tentativa de atender às necessidades nutricionais das aves. Quanto mais tipos de ração a ave recebe, maior a probabilidade de o produtor atender às suas necessidades nutricionais. O número de tipos de ração é limitado por fatores econômicos e logísticos, até mesmo a capacidade da fábrica de ração, os custos com transporte e os recursos da granja.

As adequações dos programas nutricionais estão relacionadas com a habilidade dos frangos de se adaptarem a diferentes regimes alimentares. Esse fato também possibilita comparar diferentes linhagens comerciais de frangos de corte presentes no mercado, a fim de verificar as mais produtivas e de qualidade superior, uma vez que as exigências entre linhagens são diferentes.

No Brasil são utilizados os programas de 3 rações (inicial, crescimento e terminação); de 4 rações, com a inclusão de uma ração pré-inicial; e o de 5 rações, com uma pré-inicial e duas de crescimento. Nas tabelas 18 e 19 são esquematizados os diferentes programas.

TABELA 18

Programas de alimentação utilizados com frangos de corte em fases e dias

Programa	Fases de criação e dias				
3 rações	Inicial 1-21 dias		Crescimento 22-42 dias		Terminação 43-47 dias
4 rações	Pré-inicial 1-10 dias	Inicial 11-21	Crescimento 22-42 dias		Terminação 43-47 dias
5 rações	Pré-inicial 1-10 dias	Inicial 11-21	Crescimento 1 22-33 dias	Crescimento 2 34-42 dias	Terminação 43-47 dias

TABELA 19

Programas de alimentação utilizados com frangos de corte em fases e gramas de ração/ave

Programa	Fases de criação e gramas de ração/ave				
3 rações	Inicial 1200 g		Crescimento 3.000 g		Terminação 1.000 g
4 rações	Pré-inicial 200 g	Inicial 1.000 g	Crescimento 3.000 g		Terminação 1.000 g
5 rações	Pré-inicial 200 g	Inicial 1.000 g	Crescimento 1 1.300 g	Crescimento 2 1.700 g	Terminação 1.000 g

1.9. Dieta pré-inicial para frangos de corte

O uso de dieta pré-inicial para frangos de corte na primeira semana de idade vem sendo cada vez mais preconizado por nutricionista e pesquisadores. Nessa fase as aves têm a anatomia e a fisiologia do aparelho digestivo diferenciadas e apresentam um rápido potencial de crescimento (Uni, 2001; Maiorka, 2001).

A taxa de crescimento inicial da ave pode ser afetada pela quantidade de saco vitelino residual, qualidade e quantidade de alimento e água, nível de enzimas pancreáticas e intestinais, área de superfície do trato gastrointestinal (TGI), transportadores de nutrientes e, principalmente, digestibilidade dos nutrientes (Dibner, 1996).

O maior desafio da nutrição pré-inicial em aves, considerando-se a digestibilidade dos nutrientes, parece ser a mudança do tipo de nutrientes fornecidos, que passam de exclusivamente proteínas e gorduras do saco vitelino para uma dieta composta predominantemente por carboidratos. As exigências proteicas para essa fase são sempre maiores. Isso se justifica por diferentes razões, considerando-se os mecanismos de termorregulação dos pintos nessa fase, a imaturidade do aparelho digestivo e a presença do saco vitelino. Essa imaturidade do TGI de aves na fase pré-inicial reduz a capacidade de utilização dos nutrientes, o que parece acarretar decréscimo dos valores de energia metabolizável (EM) do alimento.

As aves jovens não possuem capacidade para promover sua regulação térmica pelo menos até os 21 dias de idade, durante o período de inverno, motivo pelo qual as campânulas não são retiradas dos aviários até esse período. Nesse sentido, o fornecimento de um nível mais elevado de proteína na dieta pré-inicial pode ser útil, considerando-se que o catabolismo dos aminoácidos em excesso conduziria a um incremento calórico benéfico, auxiliando na regulação da temperatura corporal da ave. Na fase embrionária, a principal fonte de energia são os lipídeos, ao passo que nos pintos, após a eclosão, são os carboidratos. Assim, o aparato digestivo propicia, nessa fase, melhor aproveitamento das frações de amido como fonte primária de energia.

Com a domesticação, as atuais linhagens comerciais foram intensivamente selecionadas para o rápido crescimento, exigindo um aporte de nutrientes condizente com o incremento às taxas de ganho de peso. Para as linhagens comerciais selecionadas, a presença de um saco vitelino pode estar associada ao estabelecimento da imunidade passiva, em função da composição proteica de seus componentes, uma vez serem essas proteínas complexas constituídas na sua maioria por anticorpos. Essas proteínas teriam um destino diferente, não sendo depositadas como tecido após a digestão.

Muitas vezes, devido ao tempo gasto em procedimentos como sexagem e vacinação, ou em virtude da distância do incubatório à granja, podem ocorrer situações em que o alojamento dos pintos ocorre tardiamente e, nesse caso, a presença do saco vitelino exercerá função nutritiva, garantindo a sobrevivência da ave nas primeiras 48 horas de vida. A maior preocupação é que as aves sejam alojadas rapidamente e tenham acesso à água e ao alimento o mais

cedo possível, garantindo, assim, maior conforto e bem-estar, passado o período de estresse, do nascimento ao alojamento.

É importante que os pintos comecem a consumir alimento sólido logo após a eclosão para que esse exerça estímulo sobre o intestino, suas estruturas e secreções. A maioria dos autores concorda que a dieta poderá ser formulada sem a suplementação de gordura, uma vez que esse nutriente mostra baixa digestibilidade na primeira semana de vida da ave. O consumo de carboidratos poderá suprir, portanto, as necessidades energéticas das aves nessa fase.

Na formulação de uma dieta pré-inicial temos que levar em consideração os aspectos de exigência nutricional, tipo e qualidade de ingredientes (macro e microingredientes) e a forma física da dieta (farelada, peletizada, triturada e extrusada). Portanto, deve-se formular tomando-se os seguintes cuidados:

- formular sem a suplementação de lipídeos, pois, considerando-se a baixa digestibilidade dos lipídeos pela ave jovem, não há necessidade da suplementação de gordura na dieta pré-inicial;
- a dieta deverá conter um nível proteico maior;
- utilizar nível de sódio maior que a dieta inicial. Rostagno et al. (2005) recomendam 0,224% para a fase de 1-7 dias. Entretanto, esses valores diferem dos recomendados por outros autores, como 0,39% recomendado por Britton (1992); 0,36%, por Vieira (2000); e 0,40%, por Maiorka (1998);
- utilizar nessa fase milho com baixa incidência fúngica e livre de micotoxinas;
- devido à menor quantidade a ser produzida, consequência do menor consumo e período de oferta – sete dias –, ingredientes de melhor qualidade devem ser selecionados para a elaboração da ração;
- a forma física da ração também é importante nessa fase, ou seja, recomenda-se a utilização de rações minipeletizadas e trituradas.

A introdução da dieta pré-inicial está na dependência da adequação do sistema de produção da fábrica de ração e da sua distribuição aos produtores, considerando-se o menor período de oferta da dieta às aves e, portanto, menor quantidade a ser produzida.

2. MANEJO GERAL DE GALINHAS DE POSTURA

2.1. Período de crescimento: manejo inicial

1. O galpão deve ser aquecido antes de alojar as aves. O aquecimento das aves não deve ser feito em ambiente não ventilado. Uma vez atingida a temperatura correta no galpão, deve-se acionar os ventiladores na velocidade mínima e ajustar o sistema de aquecimento para manter a temperatura correta. Falhas no fornecimento adequado de trocas de ar na fase inicial de aquecimento aumentam significativamente o risco a doenças respiratórias e o atraso no desenvolvimento do lote.
2. A umidade relativa mínima deve ser mantida em torno de 60%.
3. No alojamento das aves deve-se forrar o piso da gaiola pelo menos nos primeiros quatro dias.
4. A água e a ração devem ser fornecidas desde o momento do descarregamento das aves.
5. O ideal é estimular o consumo inicial de ração, distribuindo um pouco de ração sobre o papel em cada gaiola.
6. Iniciar fornecendo 22 a 24 horas de 10 a 20 lux de intensidade luminosa nos primeiros sete dias.
7. Observar atentamente qualquer problema de temperatura, umidade, nutrição, água ou doença nos pintos, principalmente nas primeiras três semanas de idade.
8. No caso de criação em piso, deve-se atentar para o problema de coccidiose, e a vacinação é uma boa maneira de controlar essa doença.
9. Apatia e respiração ofegante, seguidas de prostração, indicam temperaturas extremamente altas, e o agrupamento é um sinal de temperaturas excessivamente baixas.
10. Ao final da quarta semana de idade as aves devem ser distribuídas em todas as gaiolas. As aves maiores devem ser colocadas nas partes internas do galpão, separando por peso, para suplementar as aves menores.

2.2. Recebimento do lote

1. Antes do recebimento do lote, verificar o estado das cortinas, bem como o seu funcionamento (cortinas externa e interna).

2. Regular as campânulas e distribuí-las ao longo do galpão, verificar o estoque de gás ou lenha, para que seja suficiente para todo o período de cria (2 a 3 semanas).
3. Aquecer o galpão pelo menos 2 horas antes da chegada do lote.
4. Distribuir a cama, instalar as proteções do aquecedor e abastecer os bebedouros.
5. Verificar a ventilação; para isso, manter os ventiladores na velocidade mínima à medida que o galpão é aquecido. A ausência de troca de ar na fase inicial de aquecimento aumenta significativamente o risco de desafio por vírus e bactérias.
6. Distribuir os pintos nos círculos ou gaiolas assim que chegarem ao galpão. Fazer a imersão dos bicos de algumas aves e acionar os bebedouros tipo *nipple* e tipo copo para ajudá-las a localizar a água.
7. Controlar e registrar a temperatura do galpão; para isso, instalar termômetro a certa distância da borda do círculo ou da tela da gaiola. As temperaturas da fase inicial de aquecimento recomendadas encontram-se na tabela 20.
8. A duração do período de aquecimento do lote pode ser variável; portanto, deve-se avaliar o desenvolvimento do lote e a época do ano (inverno/verão).
9. Observar os pintos com frequência, mesmo durante a noite, para verificar a ocorrência de qualquer problema. Exemplo: amontoamento.

TABELA 20

Temperaturas recomendadas na fase inicial de aquecimento das aves

Idade (dias)	Temperatura (°C)
1 ^a e 2 ^a	32
3 ^a ao 5 ^a	30
A partir do 6 ^a	28

Observação: Verificar sempre se as aves estão confortáveis, bem distribuídas, comendo e bebendo normalmente. Essas são as principais referências para verificar se as aves estão com conforto térmico.

2.3. Cuidados com as instalações antes de receber as pintinhas e biosseguridade da cria/recria

Uma rígida limpeza e desinfecção e um bom isolamento do lote são práticas muito importantes para a prevenção de doenças. A reposição de lotes usando o sistema *all-in all-out* em instalações isoladas e totalmente limpas consiste na melhor forma de evitar perdas de desempenho associadas ao acúmulo de patógenos.

A verificação da limpeza dos galpões e o manejo dos lotes devem incluir as seguintes atividades:

- retirar do galpão todos os equipamentos que possam ser removidos;
- lavá-los, desinfetá-los e, em seguida, mantê-los em área limpa;
- remover lixo, cama e restos de ração;
- limpar a seco todos os caibros, forros, paredes, equipamentos para ração e água, entradas de admissão de ar, pás dos ventiladores, grades dos ventiladores, campânulas, pisos, áreas de armazenagem e de trabalho e silos de ração;
- lavar todas as superfícies com água sob alta pressão com detergente para dissolver gorduras e óleos;
- desinfetar os galpões com um agente sanitizante residual aprovado, seguindo as instruções do fabricante;
- reinstalar os equipamentos removíveis e desinfetar o galpão com um produto idôneo;
- iniciar um programa rígido de isolamento com sinalização do tipo "**Acesso proibido a visitantes**" e não permitir que visitas desnecessárias entrem no galpão;
- exigir que todos os funcionários que tenham acesso às instalações tomem banho e usem roupas e sapatos limpos;
- manter pedilúvios com desinfetante limpo;
- adotar um programa eficaz de controle contra moscas e roedores;
- retirar as aves mortas diariamente;
- ao fazer o manejo de vários lotes, sempre partir do grupo mais jovem para o mais velho;
- seguir rigorosamente a política de roupas e calçados limpos e manter um registro dos visitantes;

- não permitir que funcionários ou equipes terceirizadas entrem na granja sem tomar banho, vestir roupas limpas e desinfetar os equipamentos. Exemplo: equipe de debicagem e vacinas;
- manter as portas do galpão de aves trancadas;
- controlar a movimentação dos caminhões de ração e de ovos e não permitir que os motoristas tenham acesso aos galpões das aves.

2.4. Debicagem

A debicagem de todas as pintinhas deve ocorrer entre o 7º e o 10º dia de vida. O bico deve ser aparado com precisão e cauterizado com lâmina aquecida até atingir a tonalidade vermelho-cereja-escuro (aproximadamente 600°C a 650°C). O orifício deve ser ajustado de modo a possibilitar a debicagem a uma distância de 2,0 mm da narina. Para evitar queimaduras na língua, pressionar delicadamente a garganta da ave durante o processo de debicagem.

Deve-se debicar somente aves saudáveis e com bom desenvolvimento corporal, pois a debicagem é um processo que afeta a anatomia do bico da ave e por esse motivo deve ser feita com critério e por pessoal treinado. Falhas no seu manejo podem prejudicar a viabilidade, uniformidade e, conseqüentemente, o desempenho produtivo do lote. É importante verificar sempre o estado dos equipamentos e lâminas para assegurar que elas estejam sempre afiadas durante a debicagem, devendo ser substituídas sempre que necessário.

Após a debicagem, é importante aumentar os níveis do comedouro e do bebedouro até que os bicos estejam bem cicatrizados e utilizar uma dieta pré-inicial, ou de formulação especial, ou ainda de alta densidade, para situações de estresse por um período de sete dias. Essa medida ajuda a reduzir a perda de peso das aves. É aconselhável a utilização de vitamina K na água, 48 horas antes e após a debicagem, para prevenir hemorragias em períodos quentes.

Em frangas, a redebicagem deverá ocorrer entre a 9ª e a 11ª semana de idade. O corte deve ser reto e feito à distância máxima de 4 a 5 mm da narina e a área cauterizada, contornando bem os cantos do bico. Nesse caso, a temperatura da lâmina deve estar entre 650°C e 750°C.

Se as aves estiverem estressadas ou doentes, a debicagem deve ser adiada, e, para evitar o retardo do início da maturidade sexual, não debicar as aves após a 11ª semana de idade.

2.5. Distribuição de equipamentos e densidade das aves durante as fases de cria e recria

Há no mercado grande variedade de equipamentos a serem considerados, principalmente na fase de cria das frangas. Na escolha dos equipamentos é necessário obter a informação técnica correta do fornecedor para a adequada utilização, independentemente da fase de criação (tabela 21).

TABELA 21

Distribuição dos equipamentos no galpão

Equipamentos	Idade (semanas)	Dimensionamento
Comedouro tipo bandeja (60 x 40 x 4 cm)	1	1 bandeja/50 aves
Bebedouro tipo copo pressão	1	1 bebedouro/50 aves
Bebedouro tipo <i>nipple</i>	4 a 18	1/20 aves - 1/10 aves
Bebedouro linear (calha)	Até 16	2,5m /100 aves
Bebedouro automático (35 cm)	Até 16	1/80 a 100 aves
Comedouro linear	3 a 10	4,5m/100 aves - 7,0m/100 aves
Comedouro tubular (45 cm)	Até 16	1/30 aves

A alta densidade nas gaiolas tem-se tornado cada vez mais frequente na criação de poedeiras comerciais como forma de se reduzirem os custos com alojamento e equipamento por ave. Entretanto, a redução da área da gaiola por ave, assim como da área de comedouro e bebedouro, se praticada em excesso, pode causar efeito negativo no crescimento e desempenho da poedeira, uma vez que pode ocorrer declínio no consumo de ração, com consequente

redução do peso vivo e dos desenvolvimentos muscular e esquelético da ave, ressaltando-se que o peso corporal e o consumo de ração são fundamentais no desenvolvimento da ave, na produção, no tamanho dos ovos e na conversão alimentar.

Poucos estudos têm sido realizados sobre a relação entre a densidade das gaiolas utilizadas no período de crescimento e seus efeitos sobre o desempenho das aves nessa fase e na seguinte de criação. Em virtude da intensificação do processo de produção em escala, com redução dos ganhos econômicos por ave alojada e das margens de lucro, a densidade de criação tem-se tornado fator de grande importância econômica.

O dimensionamento do número aves/gaiola é de extrema importância, pois a disputa por espaço leva ao retardamento do desenvolvimento corporal, à perda de uniformidade no lote e ao canibalismo. A recomendação de espaço nas gaiolas (tabela 22) é de 375 cm²/ave (brancas) e 450 cm²/ave (marrons), baseando-se em uma gaiola com as seguintes medidas: 45 x 50 = 2.250 cm². Em cama, a densidade recomendada é de 10 aves/m² (brancas) e 8 aves/m² (marrons).

TABELA 22

Recomendações de densidade para piso e gaiolas

Idade (semanas)	Piso (ave/m ²)		Gaiola (cm ² /ave)	
	Poedeira branca	Poedeira marrom	Poedeira branca	Poedeira marrom
1 a 4	15 a 20	15 a 20	140	250
5 a 17	8 a 10	8 a 10	375	375

Pavan et al. (2005) não observaram efeitos significativos da densidade nas gaiolas sobre o peso vivo, o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar e a uniformidade das aves na fase de cria, sugerindo que poedeiras semipesadas podem ser criadas em densidade de até 210 cm² por ave no período de 0 a 6 semanas de idade, sem que ocorram prejuízos em seu desempenho e permitindo economia na utilização das instalações dessa fase (tabela 23).

TABELA 23

Peso vivo, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e uniformidade de frangas marrons às 6 semanas de idade, criadas em diferentes densidades (cm^2/ave) na fase de cria

Aves por gaiola	Densidade (cm^2/ave)	Peso (g)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar	Uniformidade (%)
29	275,86	457,07	420,13	1.046,55	2,29	70,47
32	250,00	444,77	408,57	1.015,00	2,28	73,44
35	228,57	448,43	411,47	1.028,94	2,29	72,87
38	210,52	455,53	418,96	1.021,04	2,24	78,95
CV (%)	—	2,27	2,45	2,08	1,16	12,19

Fonte: Pavan et al., 2005.

2.6. Programa de vacinação

Os programas de vacinação têm como objetivo proteger um lote contra doenças ao longo da vida. Os desafios a doenças variam em todo o mundo e, portanto, o planejamento dos programas de vacinação deve levar em conta a exposição a doenças, a virulência das cepas patogênicas locais e os níveis de imunidade parental.

Pintos de 1 dia devem ser livres de *Mycoplasma gallisepticum* e *Mycoplasma synoviae* e os programas de vacinação devem incluir proteção contra doença de Newcastle, bronquite infecciosa, encefalomielite aviária, boubá aviária, doença de gumboro, entre outras, de acordo com o desafio da granja ou da região.

Não se aconselha vacinar as aves em períodos de estresse intenso ou quando o lote estiver enfrentando problemas sanitários.

2.7. Água

A água é um nutriente essencial ao crescimento e desenvolvimento ideal e ao controle da temperatura, e deve estar sempre disponível. O consumo de água será influenciado pela temperatura ambiente e por outros fatores. Os sistemas de água utilizados no galpão de frangas devem ser do mesmo tipo e da mesma cor que os empregados no galpão de postura.

Fornecer sempre água de boa qualidade, seguindo-se as recomendações apresentadas para frangos de corte – clorada a 3ppm –, mantendo os bebedouros sempre limpos e com água fresca, higienizados pelo menos duas vezes ao dia.

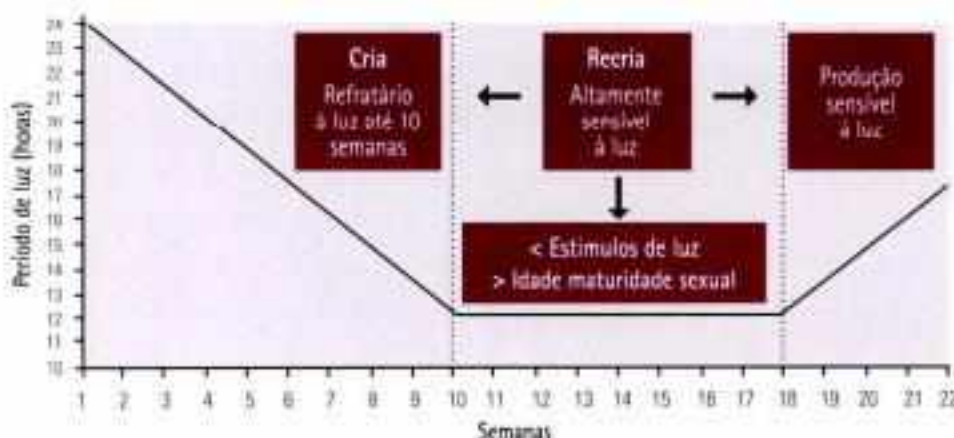
É importante conferir os bebedouros de válvula regularmente, para evitar sujeiras, entupimentos e/ou vazamentos, assim como a regulagem da altura dos bebedouros a cada semana, favorecendo o acesso das aves a bebedouros pendulares na altura do dorso e *nipples*, acima da cabeça.

2.8. Programa de iluminação

Para se beneficiar ao máximo do potencial genético das aves, é importante seguir o programa de iluminação recomendado pelo manual da linhagem (figura 5). Por exemplo:

- **Cria** – Fornecer 22 a 24 horas de luz na primeira semana e a partir da segunda diminuir gradativamente, até que a criação atinja a 10^a semana somente com luz natural.
- **Recria** – Entre 8 e 18 semanas, deixar a criação em luz natural, pois, quanto menores forem os estímulos de luz, maior será a idade de maturidade sexual.
- Manter as frangas em um período de iluminação constante, nunca inferior a 10 horas.
- Para lotes criados no período decrescente de luz pode se estabelecer período constante de doze horas.

FIGURA 5
Programa de luz na cria e recria



Fonte: Guia de referência – Manejo das poedeiras DEKALB, Planalto, 2006.

- Iniciar a fotoestimulação quando as aves atingirem a maturidade sexual, ou seja, 50% de produção (entre 21 e 22 semanas).
- Iniciar o estímulo luminoso com 14 horas de luz (natural + artificial); em seguida, ir aumentando 30 minutos por semana, até o máximo de 16 horas.

2.9. Nutrição das frangas: seleção da dieta

Uma franga devidamente alimentada e tratada no período de crescimento atingirá o peso e a estrutura corporal de ave adulta entre a 16ª e a 17ª semana (112 a 119 dias) de vida, ou seja, um bom desenvolvimento fisiológico e, conseqüentemente, o equilíbrio músculo-esqueleto-órgãos internos.

Não é recomendado que se façam alterações nutricionais quando as aves estiverem em condições de estresse intenso.

As exigências nutricionais e programas de alimentação necessitam ser avaliados a fim de se determinar se são efetivos no atendimento das exigências das aves nas diferentes fases da criação (tabela 24).

TABELA 24

Níveis nutricionais médios para frangas (brancas e marrons) nas fases inicial, cria e recria

Nutriente	Unidade	Inicial 1 a 5 sem.		Recria I 6 a 10 sem.		Recria II 11 a 15 sem.	
		Branca	Marron	Branca	Marron	Branca	Marron
Energia	kcal/kg	2.950	2.950	2.900	2.850	2.850	2.750
Proteína bruta	%	21,00	20,50	19,00	20,00	16,00	17,00
Cálcio	%	1,10	1,10	1,10	1,00	1,10	1,00
Fibra bruta	%	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Fósforo disponível	%	0,48	0,48	0,45	0,44	0,42	0,38
Sódio	%	0,20	0,20	0,17	0,17	0,16	0,16
Metionina disponível	%	0,52	0,48	0,52	0,43	0,32	0,32
Metionina + cistina disponível	%	0,75	0,78	0,65	0,69	0,64	0,56
Lisina disponível	%	1,00	1,00	0,82	0,89	0,82	0,67
Ácido linoléico	%	> 1,50	> 1,50	> 1,50	> 1,50	> 1,50	> 1,50

Observação: Os tipos de ração (inicial, recria I e recria II) devem ser trocados quando as aves atingirem o peso da tabela da linhagem, e não por causa da idade. Portanto, a idade das aves serve apenas como referencial.

As vitaminas e os minerais são essenciais ao crescimento, reprodução, saúde e manutenção das atividades normais do metabolismo e fisiologia das aves. Quando ausentes na dieta ou quando são pouco absorvidos e utilizados, pode haver deficiências metabólicas específicas. Os níveis exigidos de vitaminas nas dietas para as aves domésticas têm aumentado ao longo do tempo devido ao melhoramento genético das diversas linhagens hoje disponíveis no mercado. Particularmente, as linhagens de poedeiras, com precoce maturidade sexual e maiores taxas de postura, concomitante ao consumo cada vez menor de ração, têm apresentado grandes desafios aos nutricionistas para se conseguir uma suplementação vitamínica adequada numa formulação balanceada. Além disso, as criações intensivas continuam a impor estresses metabólicos diversos, levando à maior suscetibilidade das aves a deficiências vitamínicas, o que tem implicado suplementação contínua e níveis de inclusão nas dietas cada vez mais elevados nas diversas fases da criação.

Não há dúvida quanto à necessidade de se suplementar as dietas das aves com vitaminas e minerais; no entanto, existem ainda questionamentos sobre os níveis de suplementação necessários (ideais) para se obter ótimo desempenho nas condições de campo (tabela 25).

TABELA 25

Níveis vitamínicos e minerais para frangas
(brancas e marrons) nas fases inicial, cria e recria

Vitaminas	Unidade	Inicial – 1 a 8 semanas		Recria – 9 a 18 semanas	
		Branca	Marrom	Branca	Marrom
Vitamina A	UI	6.000.000	6.000.000	4.000.000	4.000.000
Vitamina D3	UI	1.200.000	1.200.000	800.000	800.000
Vitamina E	UI	15.000	15.000	15.000	15.000
Vitamina K3	g	1,350	1,350	0,675	0,675
Vitamina B1	g	0,985	0,985	0,493	0,493
Vitamina B2	g	2,000	2,000	1,503	1,503
Vitamina B6	g	1,478	1,478	0,493	0,493
Vitamina B12	mg	7,500	7,500	5,000	5,000
Niacina	g	12,438	12,438	10,945	10,945
Ácido fólico	g	0,498	0,498	0,498	0,498
Pantotenato de cálcio	g	6,860	6,860	3,920	3,920
Biotina	g	0,025	0,025	0,025	0,025
Minerais	Unidade	Fases inicial, cria e recria			
		Branca	Marrom		
Cobre	g	6,00	3,500		
Ferro	g	40,00	15,000		
Manganês	g	70,00	50,000		
Iodo	g	1,00	0,500		
Selênio	g	0,25	0,100		
Zinco	g	60,00	35,000		

2.10. Níveis energéticos das dietas das frangas

É importante que a dieta de crescimento contenha níveis moderados de energia. Para garantir um consumo adequado de ração no início da produção a dieta de crescimento deverá conter pelo menos 3,0% de fibra e de 2.850 a 2.980 kcal/kg de energia metabolizável (FM). Isso permitirá à franga desenvolver a capacidade de ingestão de ração e a composição corporal necessária à manutenção do desempenho de alto pico de postura e alta produção de massa de ovos no início da produção.

O alimento das aves deve ser elaborado com matérias-primas de ótima qualidade, seguindo os níveis nutricionais recomendados para a linhagem de poedeiras, a fim de garantir a expressão máxima do potencial genético produtivo e econômico.

2.11. Monitoramento do desempenho das frangas

2.11.1. Manutenção de registros

Durante o período de crescimento os dados de mortalidade, consumo de ração, ganho de peso e uniformidade devem ser compilados semanalmente; a substituição do tipo de ração, sempre de acordo com o peso e desenvolvimento corporal das aves.

Convém também fazer o acompanhamento do desempenho do lote durante até 17 semanas de idade, observando se os números encontrados correspondem aos indicados nos manuais da linhagem utilizada (tabela 26).

TABELA 26

Acompanhamento do desempenho do lote durante as fases de cria e recria de poedeiras brancas e marrons até 17 semanas de idade

Desempenho do lote	Branças	Marrons
Viabilidade	97%-99%	96%-99%
Alimento consumido	5,0 kg	6,0 kg
Peso corporal	1,25-1,30 kg	1,40-1,50 kg

Observação: As primeiras seis semanas da ave são de extrema importância para o seu futuro produtivo; portanto, deve-se ter como meta alcançar ou superar ($\pm 5\%$) o peso-padrão.

2.11.2. Quando trocar de ração

A substituição do tipo de ração deve ser sempre de acordo com o peso e desenvolvimento corporal das aves. Caso as aves não estejam com peso dentro dos valores-padrão, deve ser mantida a ração, ou, caso necessário, fornecer uma ração mais densa e energética para o lote até que este recupere o desenvolvimento normal.

2.11.3. Como calcular o peso corporal

O peso corporal das frangas deve ser calculado a partir de no mínimo 100 aves pegas ao acaso. Deve-se pesar todas as aves de cada gaiola sempre que for calcular o peso delas. Utiliza-se a seguinte fórmula: $PM = \text{Somatório dos pesos individuais} / \text{número total de aves da amostra}$.

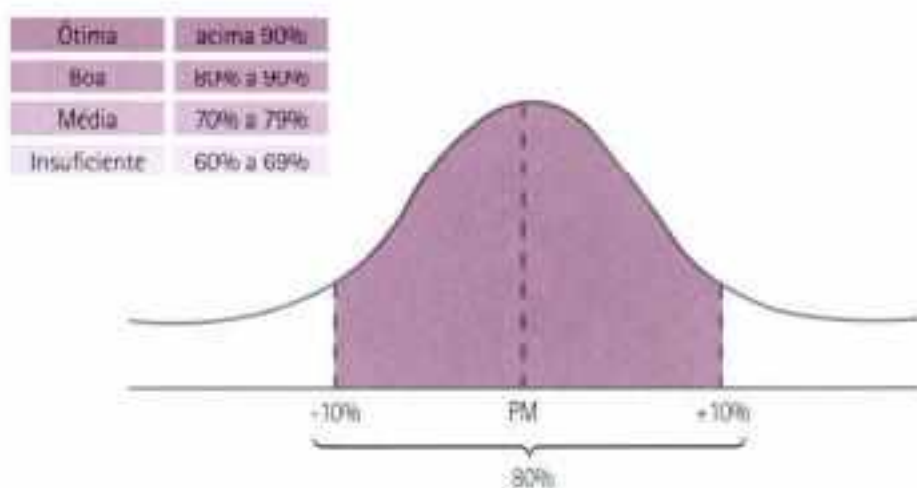
2.12. Uniformidade das frangas

A uniformidade das frangas afetará o momento e a extensão do pico de produção. Na 17ª semana de idade (119 dias) 90% das frangas deverão estar na faixa de 10% do peso médio (número de aves dentro $\pm 10\%$ do $PM \times 100 / \text{número total de aves da amostra}$).

Doenças, alta densidade, nutrição insatisfatória e debicagem inadequada são fatores que podem influenciar negativamente o ganho de peso corporal e a uniformidade das aves.

FIGURA 6

Curva de distribuição da uniformidade das aves



Fonte: Guia de referência - Manejo das poedeiras Dekalb, Piaralto, 2009.

2.13. Seleção das aves

Durante a cria e a recria selecionar aves menores e mais fracas, agrupando-as separadamente, para evitar competição por alimento entre elas; assim estará sendo dado suporte para a recuperação delas, melhorando a uniformidade, bem como a viabilidade durante a cria e a recria.

Observação: as metas de peso corporal, viabilidade, ganho de peso e consumo de ração durante as fases de cria e recria devem ser atingidas, pois visam garantir bom desenvolvimento fisiológico, ou seja, o equilíbrio entre osso-músculo-gordura adequado para suportar elevados picos de produção, persistência e alta viabilidade. Salientamos que as metas de peso corporal têm alta correlação com o desempenho na fase produtiva.

2.14. Período de postura – Transferência para o galpão de postura

O galpão de postura deve ser limpo, desinfetado, e o sistema de água, clorado. Sempre que possível, deve-se transferir as frangas para o galpão de postura antes do início de produção, entre 15 e 16 semanas (105 a 112 dias de idade).

Proceder à transferência das aves de maneira ordenada e cuidadosa para evitar fraturas ósseas ou lesões no sistema reprodutivo. É aconselhável fornecer às aves vitaminas hidrossolúveis e eletrólitos por três dias antes e três dias depois desse manejo. Favorecer o acesso à ração e à água, principalmente às aves criadas no piso com bebedouros pendulares e transferidas para gaiolas com bebedouros tipo *nipple*. Manter estímulos constantes de consumo de ração pelo menos nas duas semanas seguintes à transferência.

A produção, o consumo e o peso das aves devem ser acompanhados semanalmente e as metas de produção, por meio do manual da linhagem que está sendo utilizada (tabela 27).

TABELA 27

Exemplos de algumas metas de desempenho de poedeiras brancas e marrons no período de produção

	Poedeiras brancas	Poedeiras marrons
Vitalidade	Fase de produção = 90%	Fase de produção = 92,7%
Maturidade sexual	50% de produção com 21 semanas	50% de produção com 22 semanas
Pico de postura	94% a 97%	94% a 97%
Tamanho dos ovos	Peso médio com 80 semanas = 66,0 g	Peso médio com 80 semanas = 66,0 g
Casca dos ovos	De alta resistência em todo o ciclo de produção e formato excelente para embalagem. Peso específico médio, com 80 semanas, maior que 1.080 g/ml	De alta resistência em todo o ciclo de produção e formato excelente para embalagem. Peso específico médio, com 80 semanas, maior que 1.080 g/ml
Consumo médio de ração	Durante a produção, 105 g	Durante a produção, 112 g
Alojamento	Densidade recomendada durante a produção: 375 cm ² /ave	Densidade recomendada durante a produção: 450 cm ² /ave

2.14.1. Equipamentos destinados à produção

Na transferência das frangas da recria para as instalações de produção deve ser considerada a distância a ser percorrida e feita em veículos e caixas de transporte apropriados, adequadamente limpos e higienizados a cada nova recarga; devem-se observar todas as condições para que seja minimizado o estresse das aves durante esse procedimento.

Nas gaiolas, as aves devem ter acesso a bebedouros tipo *nipple* ou calha que recebam manutenção e limpeza regulares; quando no piso, bebedouros pendulares ou infantis devem ser adequadamente higienizados e periodicamente aferidos quanto à altura e funcionamento e verificada a presença de vazamentos. Os equipamentos utilizados no período de produção estão apresentados na tabela 28.

TABELA 28

Equipamentos utilizados no período de produção

Equipamentos	Idade (semanas)	Dimensionamento
Bebedouro	Após 18	1 válvula/6 a 8 aves
Comedouro linear	Após 18	9,0 m/100 aves
Comedouro tubular	Após 18	1 comedouro/30 a 40 aves

A diferença entre a recria e a postura é que as gaiolas utilizadas nesta última possuem aparador de ovos, porém os galpões são construídos da mesma forma. O dimensionamento ou determinação da largura e comprimento dos aviários é feito por meio das dimensões das gaiolas e das larguras dos corredores de circulação.

2.14.2. Densidade

A criação das aves em gaiolas permitiu aumentar a densidade de alojamento das poedeiras e reduzir os investimentos em equipamentos e os custos com a mão de obra. As gaiolas dispensam o uso da cama, proporcionando benefícios para as aves e os funcionários, pois eliminam o contato com as fezes, evitando a coccidiose e verminoses, e melhoram o ambiente de trabalho, com a diminuição dos níveis de poeira e amônia. As gaiolas permitem reduzir o grupo de aves alojadas, minimizando assim o canibalismo (comportamento agressivo que piora com o aumento do tamanho do grupo). As gaiolas previnem o

consumo dos ovos pelas galinhas, já que estes rolam para o aparador após a postura, ficando longe do alcance delas.

Com o objetivo de aumentar o lucro líquido, os produtores comerciais de ovos exploram a capacidade máxima dos sistemas de criação. Dessa forma, tendem a aumentar o número de aves por gaiola, baseados na crença de que o aumento na produção de ovos por gaiola maximiza o lucro e compensa os efeitos negativos da alta densidade. Pesquisas demonstram que o aumento na densidade de criação reduz a produção de ovos, o peso do ovo e o consumo de ração e causa aumento da mortalidade (Anderson et al., 2004; Jalal et al., 2006). Alguns manuais de linhagem recomendam as seguintes densidades:

- **em gaiola:** depende do tipo de gaiola e do número de aves a ser alojadas, sendo recomendado no mínimo 375 cm² por ave branca e 450 cm² por ave marrom;
- **no piso:** é recomendado 7 a 8 aves/m², usando-se 4 a 5 aves por boca de ninho.

2.14.3. Água

O consumo de água é um indicador da saúde do lote. Quedas bruscas no consumo podem significar problemas de saúde. O consumo de água deve ser medido diariamente através de hidrômetro. Portanto, o consumo de água deverá ser correlacionado à temperatura do galpão.

A água é um nutriente vital à poedeira. É um dos principais componentes do ovo e fundamental para a regulação da temperatura corporal. À temperatura ambiente de 21°C, as aves consumirão metade da quantidade consumida a 32°C e, portanto, o consumo de água deverá ser correlacionado à temperatura do galpão. Quando a temperatura ambiente é superior a 32°C o consumo de água pode ultrapassar os níveis mencionados na tabela de consumo diário de nutrientes recomendados de 50% a 100%.

Uma poedeira jamais deve ser privada de água, pois ela é um dos principais componentes do ovo e fundamental para a regulação da temperatura corporal. O tipo e a cor dos sistemas de água utilizados no galpão de postura devem ser semelhantes aos empregados no galpão de crescimento. A água fornecida às poedeiras deve ser a mesma utilizada pelo humano.

2.14.4. Saneamento

Saneamento e isolamento são tão importantes para aves adultas quanto para frangas de crescimento. Devem-se seguir as mesmas etapas recomendadas para as frangas ao limpar os galpões de postura. Quando as frangas forem transferidas do galpão de crescimento para o de postura, utilize apenas caixas e veículos limpos e desinfetados para o transporte. As equipes envolvidas na atividade deverão tomar banho e vestir roupas e sapatos limpos.

Forneça macacões, toucas e calçados limpos para os funcionários. Mantenha as portas do galpão trancadas. Estabeleça procedimentos para controlar a entrada e saída dos caminhões de ração e de ovos e para impedir o acesso dos motoristas aos galpões das aves. Mantenha visitantes a distância.

2.15. Nutrição das poedeiras nas fases de pré-postura e produção

As aves de postura apresentam quatro estágios fisiológicos (fases de cria, recria, pré-postura e postura), em função dos quais são estimadas as exigências nutricionais com base no grau de alteração fisiológica que determina o desenvolvimento da estrutura corporal (Vargas Jr., 2002). É importante salientar que a fase de pré-postura é caracterizada por mudanças fisiológicas, como o aumento do tamanho da crista e barbela, aumento do tamanho e da atividade do fígado, aumento do depósito de cálcio medular, formação do oviduto e formação dos primeiros ovos. A ave não inicia a formação da casca dos ovos antes da maturidade sexual, comprovando que a taxa de crescimento é lenta e a demanda de cálcio dos tecidos do corpo, relativamente baixa. No entanto, à medida que a maturidade sexual se aproxima, a ave inicia um processo de mudança fisiológica que permite a formação dos ovos, sendo necessárias reservas adequadas de cálcio nos ossos (Korver, 2002). Segundo Leeson e Summers (1997), a utilização das reservas de cálcio dos ossos medulares para a formação dos ovos pelas aves resulta em uma perda súbita de 2 g de cálcio corporal, sendo, portanto, necessária uma reserva de cálcio nos ossos antes do período de produção. Para isso, devem ser fornecidos níveis significativos de cálcio nas dietas de pré-postura.

Para atender às exigências das aves nessa fase de constantes mudanças fisiológicas, em que a poedeira chega a sustentar um

aumento de peso de 400 a 500 g em aproximadamente duas semanas, justifica-se o uso de dietas de pré-postura com níveis adequados de aminoácidos, cálcio e fósforo. Os dados de campo revelam que o peso alcançado pelas aves às 18 semanas de idade irá influenciar diretamente os índices zootécnicos da vida da poedeira.

De maneira geral, o programa nutricional básico (tabela 29, página 332) tem como objetivo atingir as metas de desempenho em uma série de condições de manejo e ambiente.

Entretanto, a alimentação das aves com base na taxa de produção, tamanho dos ovos, idade e consumo de ração consiste no método nutricional mais preciso e econômico.

Vários programas nutricionais permitem aumentar o controle do produtor sobre o tamanho dos ovos à medida que as aves se desenvolvem e evitam o fornecimento excessivo ou deficitário de nutrientes.

2.15.1. Nutrição x qualidade dos ovos

A avicultura de postura comercial registra perdas econômicas significativas devido aos problemas na qualidade dos ovos. Os atributos de qualidade externa são caracterizados pela forma, limpeza e integridade da casca. A perda de ovos, associada à baixa qualidade de casca, aumenta com o avanço da idade. Além da característica da casca, também as características internas apresentam grande valor quando se trata de qualidade de ovos.

Para os consumidores, a qualidade dos ovos está relacionada não somente à resistência da casca, mas também às características sensoriais e à composição nutricional dos ovos. Para a indústria de processamento de ovos, a qualidade de ovos está relacionada às propriedades funcionais dos componentes internos dos ovos, principalmente no que diz respeito ao volume e à consistência do albúmen.

Leeson e Summers (2001) descrevem que o ovo contém 12% de proteína bruta; 42% da gema, 55% do albúmen e 3% da casca são proteínas e essas moléculas possuem perfis aminoácídicos diferentes.

A composição química do albúmen do ovo é bastante estável e difícil de ser modificada nutricionalmente, em função de seus componentes serem segregados pelas células epiteliais do oviduto. Assim, uma alteração nutricional da ração não modifica de forma substancial sua composição, porém pode alterar a relação gema/albúmen (Mateos, 1991).

TABELA 29

Níveis nutricionais indicados para o período de pré-postura e produção de poedeiras brancas e marrons

Nutrientes	Pré-postura (16 sem. a 2% produção)		Produção I (até 85% produção)		Produção II (abaixo 85% produção)	
	Branca	Marron	Branca	Marron	Branca	Marron
Energia (kcal/kg)	2.750	2.750	2.800 - 2.780	2.800 - 2.780	2.780 - 2.750	2.780 - 2.750
Proteína bruta (%)	17,5	17,5	17,0 - 17,5	17,0 - 17,5	16,5 - 17,0	16,5 - 17,0
Fibra bruta (%)	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Cálcio (%)	2,2	2,2	3,90 - 4,10	3,90 - 4,10	4,10 - 4,30	4,10 - 4,30
Fósforo disponível (%)	0,44	0,44	0,48	0,48	0,40	0,40
Sódio	0,16	0,16	0,180	0,180	0,175	0,175
Lisina disponível (%)	0,74	0,74	0,80	0,85	0,74	0,80
Ácido linoleico (%)	>1,50	>1,50	> 1,50	> 1,50	> 1,50	> 1,50
Metionina disponível (%)	0,40	0,40	0,37	0,38	0,34	0,35
Met. + cist. disponível	0,63	0,63	0,66	0,65	0,61	0,60

Observação: O arraçoamento das aves deve ser realizado no mínimo entre duas e três vezes por dia. No intervalo de cada trato revire a ração ao longo do comedouro.

Consumo médio de energia (kcal/ave/dia) para poedeiras brancas: 290 a 310;
para poedeiras marrons: 300 a 320.

Consumo médio diário de ração para poedeiras brancas: 105 g;
para poedeiras marrons: 112 g.

Diversas pesquisas, realizadas com o objetivo de avaliar e correlacionar medidas dos componentes internos do ovo como atributo de sua qualidade interna, sugeriram, principalmente, as medidas de unidades Haugh e os índices de albúmen e de gema (Fernandes et al., 1983). As medidas de unidades Haugh, os índices de albúmen e de gema e a porcentagem dos componentes e nutrientes dos ovos estão correlacionados à qualidade interna dos ovos. A medida de unidade Haugh é baseada numa relação entre a altura do albúmen e o peso do ovo, muito utilizada como medida de qualidade de albúmen. Altos valores de unidade Haugh indicam alta qualidade interna dos ovos. O índice de albúmen é a relação entre a altura do albúmen denso e a média dos diâmetros maior e menor dessa camada, enquanto o índice de gema é a relação entre a altura da gema e a média dos seus diâmetros maior e menor (Goulart, 1997).

2.15.2. Energia

Em aves, a exigência de energia aumenta, enquanto a dos aminoácidos diminui, durante o crescimento dos animais (D'Mello, 1994). Em postura, as exigências de energia tendem a permanecer estáveis, tendo uma pequena diferença do primeiro para o segundo ciclo de produção (Rodrigues et al., 1996; Rostagno et al., 2000).

A necessidade energética das poedeiras está diretamente relacionada às necessidades de manutenção, que variam de acordo com peso corporal, temperatura ambiente, empenamento, requisitos para ganho de peso corporal normal e exigências para a produção de massa de ovos (porcentagem de produção x peso dos ovos). Como o consumo de ração é inversamente proporcional à temperatura ambiente, é importante saber qual o consumo de ração de determinado lote de poedeiras. Assim, a densidade de nutrientes da dieta poderá ser ajustada para fornecer, independentemente da ingestão de ração, o consumo adequado de todos os nutrientes essenciais. A adoção de tal programa evitará quedas da produção e redução do tamanho dos ovos em períodos quentes.

O nível de energia da dieta é considerado o ponto de partida para a formulação de rações para aves. O fornecimento adequado de energia garantirá os melhores resultados zootécnicos; porém, sendo a energia o nutriente mais oneroso da ração, o retorno econômico será o principal determinante do nível ótimo de energia para poedeira.

Com o aumento do consumo de energia há uma elevação da produção de ovos, independentemente do consumo de proteína e aminoácidos. Se houver aumento do consumo de proteína e aminoácidos, não acompanhado pelo consumo de energia, haverá fraca resposta na produção (Leeson e Summers, 2001). O melhor método para a determinação da ingestão de energia é medir a quantidade de ração que a ave consome (Harms, 1999).

Segundo Leeson e Summers (2001), quando a temperatura atinge 22°C as frangas em início de postura têm energia suficiente para manter a produção de ovos em 90% e algum crescimento. A 28°C o crescimento cessa e a ave começa a usar algumas reservas corporais para aumentar o suprimento de energia, além do alimento. Acima de 33°C a produção de ovos é mantida apenas pelas reservas corporais. Esse cenário é mantido por curto período, até que a produção de ovos começa a declinar.

Avaliando o efeito da temperatura (16,1; 18,9; 22,0; 25,0; 27,8, e 31,1°C) e de níveis de energia (2.645, 2.755, 2.865 e 2.976 kcal EM/kg) sobre o desempenho de poedeiras, Peguri e Coon (1991) verificaram uma redução no consumo de ração pelas aves com o aumento da energia metabolizável da ração e o aumento da temperatura, demonstrando que as aves ajustam o consumo de ração conforme suas necessidades energéticas. Contudo, a produção de ovos não foi afetada por esses fatores. No mesmo experimento o peso dos ovos aumentou com a elevação dos níveis de energia metabolizável na ração e diminuiu com o aumento da temperatura. O peso médio das aves, da mesma forma, aumentou com o acréscimo de energia metabolizável na ração e diminuiu com o aumento da temperatura ambiente (tabela 30).

TABELA 30

Efeito da energia metabolizável da ração e da temperatura sobre consumo de ração (CR), peso dos ovos (PO) e peso corporal (PC) de poedeiras comerciais no período de 20 a 36 semanas de idade

EM (kcal/kg)	Temperatura (°C)						Médias
	16,1	18,9	22,2	25,0	27,8	31,1	
	CR (g/dia)						
2.645	111,9	111,1	105,0	99,0	91,2	91,2	104,0a
2.755	113,6	107,9	103,0	101,7	101,6	91,1	103,2ab
2.865	109,0	110,7	104,4	101,5	95,3	87,5	101,4b
2.976	106,0	107,6	99,2	95,6	96,5	83,8	98,1c
Médias	110,1a	108,3a	102,9b	101,0b	98,3c	88,4d	—
PO (g)							
2.645	52,36	52,81	51,62	52,93	51,37	50,39	51,91b
2.755	53,63	52,73	52,11	52,40	52,71	50,29	52,31ab
2.865	53,15	54,35	53,52	53,21	51,73	50,19	52,69a
2.976	54,49	53,33	52,36	53,51	52,36	50,06	52,69a
Médias	53,41a	53,31a	52,40bc	53,02ab	52,05c	50,23d	—
PC (kg)							
2.645	1,537	1,537	1,509	1,490	1,440	1,348	1,478d
2.755	1,601	1,510	1,508	1,502	1,515	1,399	1,506c
2.865	1,603	1,618	1,544	1,530	1,462	1,408	1,529b
2.976	1,620	1,614	1,556	1,538	1,510	1,405	1,540a
Médias	1,590a	1,569b	1,532c	1,515d	1,483e	1,390f	—

Fonte: Peguri e Coon, 1991.

a-f: médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si ($P < 0,05$).

Colvara et al. (2002) realizaram experimento para verificar o efeito de quatro níveis de energia metabolizável (2.700, 2.800, 2.900 e 3.000 kcal EM/kg) sobre o desempenho de poedeiras semipesadas em segundo ciclo de produção. Os autores verificaram

que com o aumento dos níveis de energia ocorreu uma tendência na diminuição do consumo médio de ração e um aumento do peso médio dos ovos, sem afetar a qualidade da casca, e concluíram que as aves respondem satisfatoriamente a um segundo ciclo de produção com dietas de 2.700 kcal EM/kg (tabela 31).

De acordo com Plavnik (2003), o consumo de ração se altera em aproximadamente 1,72% para cada 1°C de variação na temperatura ambiental entre 18°C e 32°C, e a queda é muito mais rápida (5% para cada 1°C) a temperaturas de 32°C-38°C.

A habilidade das aves em direcionar a energia consumida para manutenção, peso e número de ovos está diretamente relacionada às condições ambientais em que elas estão alojadas. Pesquisas com poedeiras alojadas em temperatura termoneutra (21,1°C) indicam que primeiramente as aves utilizam a energia metabolizável para produção de ovos, e não para aumentar o peso dos ovos.

TABELA 31

Efeito dos níveis de energia metabolizável sobre o consumo de ração (g/ave/dia) e o peso médio dos ovos (g) de poedeiras semipesadas durante o segundo ciclo de produção

Período	Níveis de energia metabolizável (kcal/kg)				Média	CV%
	2.700	2.800	2.900	3.000		
Consumo de ração (g/ave/dia)						
1	107,9	104,0	104,0	105,8	105,4	6,38
2	104,3	101,4	103,1	102,0	102,9	5,86
3	107,1	100,8	106,5	103,5	104,4	4,31
Total	106,4	102,1	104,5	103,8	104,7	1,75
Peso médio dos ovos (g)						
1*	67,50	63,01	66,65	70,00	66,64	8,21
2*	66,48	63,40	68,07	68,35	66,57	6,01
3	66,90	64,33	66,65	67,16	66,26	5,96
Total*	66,96	63,58	67,19	68,84	66,64	1,41

Fonte: Colvara et al., 2002.

*Efeito quadrático dos níveis de energia metabolizável utilizados.

Em um estudo com aves em ambiente termoneutro (21°C) e à temperatura quente cíclica (26,7°C a 35,6°C) verificou-se que as aves à temperatura de 21°C somente aumentaram o número de ovos com o incremento de energia metabolizável, ao passo que as aves alojadas em ambiente quente direcionaram a energia tanto para o número quanto para o peso dos ovos, pois o requerimento de energia para manutenção destas últimas foi significativamente reduzido (Zhang e Coon, 1997).

É importante ressaltar que as aves somente são eficientes a temperaturas elevadas quando estão consumindo adequadamente. Porém, observamos que o conforto térmico fornece melhores condições para que o animal expresse seu potencial produtivo. A temperaturas elevadas pode-se adicionar gordura na dieta, pois além de melhorar a palatabilidade e diminuir o pó da ração, reduz o incremento calórico do animal.

2.15.3. Proteína

A dieta deve garantir os aminoácidos essenciais e um nível adequado de proteína bruta para assegurar um satisfatório pool de nitrogênio para a síntese de aminoácidos (NRC, 1994).

No entanto, em condições ambientais brasileiras de temperaturas elevadas, devemos sempre elevar a quantidade de aminoácidos sintéticos (metionina, lisina e treonina) com o mínimo incremento da proteína para não ocorrer um aumento na produção de calor endógeno gerado pela digestão proteica.

O requerimento de proteína está associado à taxa de produção e tamanho dos ovos. De acordo com Leeson e Summers (1997), a produção de ovos sobe rapidamente quando se eleva o consumo de energia metabolizável da dieta, ao passo que níveis crescentes de proteína somente influenciam a produção de ovos quando o consumo de energia é baixo.

Proteína e tamanho de ovo

Embora o tamanho da gema tenha grande influência no tamanho do ovo, não se pode menosprezar a quantidade de albúmen. Sendo os sólidos do albúmen do ovo quase inteiramente proteicos, a demanda de proteína e aminoácidos é grande, ou seja, uma carência de proteína resultaria num decréscimo da quantidade de albúmen e

consequentemente do tamanho do ovo; de forma similar, afetaria a quantidade de gema. O aumento da proteína e do conteúdo de aminoácidos na dieta exerce um efeito marcante no tamanho dos ovos, particularmente quando eles são pequenos (Coon, 2002).

Não podemos esquecer que o peso do ovo e a porcentagem de gema aumentam com a idade das aves, ao passo que a casca e a clara diminuem. Esses fatos foram bem relatados na pesquisa de Silversides e Scott (2001).

Aminoácidos

Os aminoácidos dietéticos são utilizados pelas aves como constituintes estruturais primários de tecidos, como a pele, as penas, a matriz óssea, os ligamentos, os órgãos e os músculos corporais (NRC, 1994), além de serem precursores de enzimas, hormônios (epinefrina, norepinefrina, insulina e glucagon), proteínas de transporte (hemoglobina) e outras moléculas, como a histamina, a serotonina e as vitaminas com funções importantes no organismo (Silva e Ribeiro, 2001).

As necessidades nutricionais não energéticas não variam conforme a temperatura e o empenamento, e sim com a idade e com a produção da massa de ovos. As poedeiras devem consumir quantidades adequadas de todos os nutrientes não energéticos essenciais, independentemente do consumo de ração. A deficiência de qualquer um dos dez aminoácidos essenciais limitará o uso dos nove restantes. Quando não é possível fazer a suplementação com aminoácidos sintéticos, a sequência de aminoácidos limitantes é, aparentemente, metionina, lisina, treonina, triptofano, isoleucina e arginina. Entretanto, a maioria das fabricas de ração acaba suplementando metionina e lisina sintéticas, e a treonina passa a ser o primeiro aminoácido limitante na maioria das dietas de poedeiras comerciais.

A suplementação dos aminoácidos é feita por ordem de limitação. Mesmo com a presença em níveis adequados de todos os aminoácidos essenciais na dieta, menos um deles, a síntese proteica irá até o nível de limitação do aminoácido essencial em menor quantidade (Nunes, 1998). Uma vez atingido o nível exigido do primeiro aminoácido, o desempenho passa a ser limitado pelo segundo, e assim sucessivamente (Bertechini, 1998). Dessa forma, as poedeiras comerciais precisam receber quantidades adequadas de aminoácidos

essenciais e de não essenciais na dieta, sendo oriundos, principalmente, do farelo de soja e, em menor proporção, do milho.

Bertechini (1998) definiu três formas de suplementar as dietas com aminoácidos: combinação de ingredientes na ração, formulação das dietas com excesso de proteína e utilização de aminoácidos industriais. A primeira fica inviabilizada pelo princípio de que toda matéria-prima encontrada na natureza apresenta desequilíbrio de nutrientes. Na segunda hipótese, o elevado nível de proteína bruta na dieta acarreta desequilíbrio de aminoácidos e aumenta a perda de nitrogênio nas excretas. Com o advento das fontes quimicamente puras de aminoácidos a preços economicamente acessíveis, o atendimento das exigências aminoacídicas vem sendo possível através da utilização dos aminoácidos sintéticos, tornando a terceira hipótese a mais viável.

Como o consumo de ração varia consideravelmente em função da temperatura e do empenamento e as necessidades de nutrientes não energéticos permanecem relativamente constantes, os avicultores devem variar a densidade nutricional da dieta de acordo com o nível de consumo de ração. A adoção de tal programa evitará quedas na produção e redução do tamanho dos ovos em períodos quentes.

- **Metionina:** geralmente as poedeiras necessitam receber doses diárias de aminoácidos, por eles não serem armazenados quando ingeridos em excesso. Assim, após a absorção, os aminoácidos são destinados a diferentes vias metabólicas. A metionina, segundo Nunes (1998), pode ser utilizada para a síntese de glicose na via gliconeogênica, síntese proteica e formação de aminoácidos não essenciais, por reação de transaminação. O catabolismo de metionina leva à síntese de compostos nitrogenados, como ácido nucleico, colina, tirosina e creatina, ou ser desanimados e a cadeia carbônica degradada a dióxido de carbono, água, energia e o radical nitrogenado ser destinado à formação de ácido úrico (Lehninger et al., 1995). A cistina e a metionina são aminoácidos glicogênicos por originar o piruvato e o succinil-CoA, que é um intermediário do ciclo de Krebs, respectivamente. Esses substratos são usados para formação do glicogênio no fígado e músculo no processo da gliconeogênese (Champe e Harvey, 1997).

A metionina e a lisina são os aminoácidos limitantes das dietas formuladas à base de milho e soja. Segundo Harms (1999), a metionina é um importante fator de controle do conteúdo de ovo (peso do ovo – peso da casca x porcentagem da produção de ovos), pois a poedeira consome energia para sustentar o número de ovos, mas o peso dos ovos depende dos níveis de aminoácidos da dieta.

Segundo Harms e Russel (1993), os níveis de aminoácidos na ração, especialmente aqueles que compõem os aminoácidos sulfurados, são importantes por influenciar o tamanho dos ovos. Togashi et al. (2002) verificaram que para otimizar a produção de ovos e o consumo de ração as exigências de metionina + cistina foram estimadas em 0,565% e 0,574% respectivamente, ao passo que os níveis de 0,582% e 0,569% foram os mais adequados para maximizar o peso e a massa dos ovos respectivamente.

Cupertino (2006) verificou diferentes exigências, para poedeiras, de metionina + cistina digestíveis, considerando diferentes parâmetros. Para poedeiras leves encontrou níveis de consumos de 685, 698 e 712 mg de aminoácidos sulfurados/ave/dia, respectivamente, para conversão alimentar, peso de ovo e massa de ovos. Para poedeiras semipesadas encontrou níveis de consumo dos mesmos aminoácidos de 747, 718 e 723 mg/ave/dia para conversão alimentar, produção de ovos e massa de ovos, respectivamente.

Na tabela 32 pode-se observar a influência da metionina sobre o consumo e produção de ovos em rações com diferentes níveis de energia e proteína bruta.

Sá et al. (2007), trabalhando com poedeiras leves, verificaram maior requerimento de metionina + cistina digestíveis para o parâmetro peso de ovo (825 mg/ave/dia), seguido de massa de ovos (817 mg/ave/dia), de conversão (794 mg/ave/dia) e de produção de ovos (733 mg/ave/dia).

TABELA 32

Consumo de ração (g) e produção de ovos (%) de poedeiras arraçoadas com dietas com diferentes níveis de proteína, metionina e energia

Proteína (%)	Metionina (%)	Energia (kcal/kg)	
		2.772	3.080
Consumo de ração (g)			
15	0,300	90,75a	78,78a
	0,275	80,90b	70,75b
	0,250	80,06c	61,52c
12,70	0,300	88,66a	77,11a
	0,275	84,91b	73,16b
Produção de ovos (%)			
15	0,300	85,25a	80,12a
	0,275	80,97b	74,77b
	0,250	75,60c	63,66c
12,70	0,300	82,80a	76,72a
	0,275	78,17b	72,36b
	0,250	72,64c	60,16c

Fonte: Harms, 1999.

a-c: médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$).

- **Lisina:** a lisina é o segundo aminoácido limitante na ração de poedeiras e apresenta um baixo custo de suplementação (Novak et al. 2004). Sua principal importância bioquímica é justificada pelo seu envolvimento na síntese de proteína corporal, especialmente na formação de tecido ósseo, muscular e precursor da carnitina (Silva et al., 2000). A carnitina participa do transporte de ácidos graxos para o interior das células.

A lisina é formada a partir do aspartato; entretanto, diferentemente da metionina, ela tem seu grupo amino removido para formação do glutamato por reações de transaminação de

um intermediário aminado com o α -cetogluturato (Marzzoco e Torres, 1999). Removido o grupo amino da lisina, resta sua cadeia carbônica, na forma de α -cetoácido (Lehninger et al., 1995), que forma acetoacetil-CoA, através de 2-cetodipato, como o triptofano (Marzzoco e Torres, 1999), entrando no ciclo do ácido cítrico.

Carvalho et al. (2004) sugeriram um consumo diário de 786 mg/ave, valor próximo dos 791 mg total recomendados por Rostagno et al. (2000), considerando um consumo de 100 g de ração/ave/dia para poedeiras leves. No entanto, Carvalho et al. (2004) observaram que o consumo de ração, a taxa de postura, o peso dos ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar cresceram linearmente com os níveis de lisina total da dieta, indicando uma estimativa de exigência de lisina superior a 786 mg totais/ave/dia.

Goulart (1997) estimou uma exigência de 815 mg de lisina total/ave/dia para linhagem semipesada. Recentemente, tomando como base a produção e o peso de ovos, Novak et al. (2004) encontraram 816 mg de lisina total para poedeiras de 44 a 63 semanas de idade.

Rostagno et al. (2005) recomendam o nível de 0,92% de lisina total para aves de 1,6 kg de peso vivo (tabela 33), e Sá et al. (2004), a exigência de 893 mg de lisina digestível/ave/dia para poedeiras leves durante o pico de postura.

Trabalhando com poedeiras durante o segundo ciclo de produção, Barbosa et al. (1999a, b) estimaram 880 mg de lisina total/ave/dia e justificaram que a exigência das aves durante o segundo ciclo de postura é superior à exigência das aves durante o primeiro ciclo, em virtude da maior produção de ovos.

TABELA 33

Exigências nutricionais de lisina de galinhas poedeiras leves e semipesadas (g/ave/dia)

	Poedeiras leves			Poedeiras semipesadas		
	1,470	1,600	1,650	1,600	1,800	1,900
Peso corporal (kg)	1,500	0,500	0,000	2,000	1,000	0,000
Ganho (g/dia)	55,000	50,000	45,000	55,000	50,000	45,000
Massa de ovo (g/dia)	0,894	0,817	0,745	0,916	0,843	0,763
Lisina total	0,796	0,727	0,663	0,815	0,750	0,679
Lisina digestível						

Fonte: Rostaqno et al., 2005.

A exigência de lisina total foi calculada considerando-se a digestibilidade verdadeira da lisina como sendo de 89% em média.

Necessidades de cálcio e fósforo

O cálcio e o fósforo têm importância fundamental na manutenção de um sistema esquelético sadio e na formação e deposição da casca do ovo. Na primeira fase do período de postura (até aproximadamente 35 semanas de idade) as aves devem receber uma dieta de pico contendo 3,80% a 3,90% de cálcio e 0,44% a 0,48% de fósforo disponível. Para que as frangas de maturação precoce possam desenvolver completamente os ossos medulares e começar a produzir ao mesmo tempo em que consomem os níveis de cálcio para poedeiras, é muito importante introduzir uma dieta para poedeiras. No restante da fase II, a ingestão diária de cálcio deve variar de 3,90 a 4,10 g/dia e a ingestão de fósforo disponível, de 440 a 460 mg/dia. Conforme mencionado na tabela recomendada para ingestão diária de nutrientes, o nível diário de ingestão de cálcio deve ser elevado gradativamente e a ingestão de fósforo disponível será reduzida à medida que a ave cresce. Cinquenta por cento da ingestão diária de cálcio das poedeiras deve ser administrada em partículas grandes (2-5 mm).

- **O cálcio na nutrição de poedeiras:** em razão de sua importância para a formação da casca do ovo, o cálcio tem sido um dos nutrientes mais pesquisados nos últimos anos. Na avicultura de postura, perdas de enorme importância econômica para o

avicultor estão relacionadas à qualidade da casca dos ovos e aos índices de quebra, que se traduzem em prejuízos diretos.

Quando ocorre quebra de casca dos ovos na granja, o importante é verificar a origem do problema. Por exemplo, se ovos são quebrados antes da coleta, na área de processamento, no transporte, se já estavam trincados ou existe um impacto causador da quebra.

A tabela 34 mostra as médias percentuais de cálcio necessárias na ração para aves com consumo de 100 g/dia. Normalmente, as empresas utilizam níveis maiores, que são variáveis de acordo com a fase de produção, tamanho e idade das aves, EM da ração e temperatura. O consumo inadequado de cálcio prejudica a qualidade da casca. Quanto mais velha as aves maior o tamanho dos ovos e menor a espessura da casca.

TABELA 34

Requerimento médio de minerais para poedeiras leves e semipesadas

Mineral	NRC (1994)	Rostagno et al. (2005)	
	Leves	Leves	Semipesadas
Cálcio (%)	3,25	4,020	4,200
Fósforo disponível (%)	0,25	0,375	0,375
Sódio (%)	0,15	0,225	0,230
Potássio (%)	–	0,580	0,590
Cloro (%)	0,13	0,200	0,210
Manganês (mg/kg)	20,00	–	–
Selênio (mg/kg)	0,06	–	–
Zinco (mg/kg)	35,00	–	–

É fato conhecido que com o aumento da idade da poedeira em produção e correspondente aumento no tamanho do ovo há uma redução da espessura e resistência da casca e conseqüente aumento do índice de quebra dos ovos. Para aves mais velhas e com problemas de cascas anormalmente finas

pode-se elevar o nível de consumo de cálcio até um máximo de 4,75 g/ave/dia.

Além da idade da ave, temperaturas elevadas influenciam os parâmetros da casca. O estresse por calor reduz o consumo de cálcio e a conversão da vitamina D_3 em sua forma metabolicamente ativa, a $1,25(OH)_2D_3$, que é essencial para a absorção e a utilização de cálcio. De fato, a exigência de cálcio para poedeiras aumenta a altas temperaturas ambientais (Plavnik, 2003).

A piora da qualidade da casca nos meses quentes do ano também ocorre devido a um desequilíbrio ácido/base quando as aves começam a ofegar para dissipar o incremento de calor. O uso de bicarbonato de sódio repõe parte dos eletrólitos na ração e ajuda minimizar esse problema (Coon, 2002).

- **Calcário e tamanho da partícula:** as fontes de cálcio possuem variações quanto à granulometria da partícula e ao nível e solubilidade do cálcio; portanto, essas variáveis tornam-se imprescindíveis para atender às necessidades fisiológicas das aves. O uso indevido dessas fontes acarreta prejuízo ao sistema esquelético das galinhas, ocasionando perdas na qualidade da casca dos ovos e redução da vida produtiva da poedeira. Assim, o tamanho da partícula é muito importante, pois, se o calcário for muito fino, o cálcio passa na moela rapidamente, não ficando disponível no momento em que a ave está formando a casca do ovo (Zhang e Coon, 1997). O ideal é o fornecimento de $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ na forma de calcário grosso ($> 1,0$ mm), média de 2,5 mm de diâmetro (Coon, 2002).

Como a formação da casca usualmente ocorre durante à noite, quando as aves não estão comendo, a vantagem do uso de partículas maiores é sua passagem mais lenta no trato gastrointestinal, deixando assim o cálcio disponível para formação da casca, e conseqüentemente ocorre menor mobilização do cálcio ósseo pela ave.

Segundo Famer et al. (1986), as cascas de ovos contendo elevados níveis de cálcio de origem óssea apresentam baixa qualidade. Keshavarz (1998) investigou diferentes níveis de cálcio e horários de fornecimento para as aves (tabela 35). As aves consumiram 40% da ração durante a manhã e 60%

durante a tarde. Esses resultados não confirmam o fato de que as aves consumiriam mais ração durante a tarde do que pela manhã, por terem maior apetite de cálcio no período da tarde para formação da casca durante a noite. Era de esperar que as aves reduzissem o consumo na presença de abundância de cálcio no T2 e que o consumo no período da tarde trouxesse benefícios na qualidade da casca.

TABELA 35

Efeito da variação do consumo de cálcio na qualidade de casca, gravidade específica (GE), peso da casca (PC) e espessura de casca (EC)

	Cálcio (%)		Consumo (g/ave/dia)		GE	PC (g)	EC (mm)
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde			
T1	3,8	3,8	49,3a	68,4	1,0775ab	5,55b	0,378ab
T2	2,0	5,0	45,8ab	68,4	1,0787a	5,61ab	0,384a
T3	5,0	3,0	44,3b	67,9	1,0786a	5,76a	0,386a
T4	2,0	3,0	47,9a	70,0	1,0760b	5,62ab	0,379ab
T5	3,8	3,8	46,1ab	67,7	1,0765b	5,61ab	0,372b

Fonte: Keshavarz, 1998.

a-b: médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$).

- **O fósforo na nutrição de poedeiras:** as aves necessitam de um nível adequado de fósforo, pois a falta ou excesso desse mineral ocasiona má formação da casca e aumento da mortalidade do lote.

Keshavarz (2000) relatou que a produção de ovos pode ser mantida satisfatoriamente com níveis de fósforo mais baixos que o recomendado pelo NRC (1994), de 250 mg/ave/dia (tabela 36), embora Coon (2002) recomende a ingestão diária de fósforo de 350 a 450 mg/ave/dia.

Pode-se verificar desse modo que na literatura existem controvérsias a respeito dos níveis ideais de fósforo. Provavelmente, isso ocorre por não levarem em consideração a idade das aves, já que estas respondem melhor com níveis mais altos no início do ciclo de produção e níveis menores no final.

TABELA 36

Efeito do fósforo (P%) na produção (Pr%) e gravidade específica (GE) dos ovos

Fase 1 (30 a 42 semanas)			Fase 2 (42 a 54 semanas)			Fase 3 (54 a 66 semanas)		
P%	Pr%	GE	P%	Pr%	GE	P%	Pr%	GE
0,40	90,6	1,0818	0,35	84,6abc	1,0801	0,30	76,2abc	1,0739cd
0,35	92,5	1,0816	0,30	83,6abc	1,0792	0,25	76,5abc	1,0734cd
0,30	88,6	1,0824	0,25	81,7bc	1,0797	0,20	71,1cd	1,0742bcd
0,25	90,6	1,0828	0,20	83,6abc	1,0804	0,15	68,4d	1,0756abc
0,20	90,9	1,0823	0,15	79,4c	1,0800	0,10	43,2e	1,0763ab
0,15	87,6	1,0828	0,10	63,1a	1,0802	0,10	36,5f	1,0772a

Fonte: Keshavarz, 2000.

a-f: médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$).

Granulometria da ração

Considerando o aspecto nutricional, pode-se considerar que, quanto melhor o tamanho das partículas do alimento, maior o contato dessas com os sucos digestivos, favorecendo a digestão e absorção. Já do ponto vista de produção de rações quanto maior o tamanho das partículas dos ingredientes, maior a economia com energia e maior a eficiência (toneladas/hora) de moagem. Por outro lado, as partículas muito finas favorecem a peletização, mas diminuem a seletividade (palatabilidade) e aumentam o pó (Bellaver e Nones, 2000).

Portella et al. (1998), estudando o comportamento das aves quanto à preferência por tamanhos de partículas, observaram que o consumo de partículas maiores que 1,18 mm e menores que 2,36 mm ocorreu em todas as idades. Porém, as aves consumiam as partículas menores à medida que a concentração das partículas maiores era reduzida, demonstrando que as aves selecionam o alimento em função do tamanho da partícula. Essa seletividade é maior em aves mais velhas, que preferem partículas maiores, pois o tamanho da partícula está diretamente relacionado à dificuldade das aves em consumir alimentos com granulometria grossa ou fina, em função das dimensões do bico.

Deaton et al. (1989) avaliaram o efeito do tamanho das partículas do milho processado em moinhos de martelos ou de rolos em dietas fareladas. Esses autores observaram que o tamanho das partículas não afetou o desempenho das poedeiras (tabela 37).

TABELA 37

Efeito da granulometria no desempenho de poedeiras

Variáveis	Tipo de moinho	
	Martelos	Rolos
DGM – Diâmetro geométrico médio (μm)	814 \pm 873	1.343 \pm 1.501
Peso corporal, 23 semanas (g)	1,291	1,290
Peso corporal, 71 semanas (g)	1,594	1,610
Postura (%)	74,720	73,370
Peso do ovo (g)	57,100	57,100
Consumo de ração (g/ave/dia)	96,040	94,690
Eficiência – alimento/ovo (g/g)	2,260	2,270
Resistência de casca (kg)	3,140	3,150
Mortalidade (%)	15,200	16,200

Fonte: Deaton et al., 1989.

2.15.4. Alimentação por fases

A alimentação por fases refere-se essencialmente a reduções nos níveis de proteína, aminoácidos, fósforo disponível com aumento dos níveis de cálcio à medida que a galinha fica mais velha ou ao longo do ciclo produtivo (NRC, 1994; Leeson e Summers, 1997).

Nesses programas de alimentação por fases, a fase 1 engloba desde o início da produção de ovos até imediatamente após a máxima produção de massa de ovos, normalmente próximo de 36 semanas. A fase 2 é o período entre 36 semanas e 52 semanas aproximadamente, um período em que a produção de ovos declina e o peso do ovo aumenta. A fase 3 compreende desde 52 semanas até o final do ciclo de produção, período no qual a taxa de produção continua a declinar enquanto o peso do ovo aumenta ligeiramente (NRC, 1994). A tabela 38 apresenta um modelo de alimentação por fases

para alguns nutrientes, de acordo com as características das aves em produção, consumindo 100 g de ração/dia.

TABELA 38

Alimentação por fases dos principais nutrientes após o pique de massa de ovos para um consumo de ração constante de 100 g

Características das aves		Níveis dietéticos (%)			
Idade (semanas)	Produção de ovos (%)	Proteína bruta	Metionina	Cálcio	Fósforo disponível
Acima de 35	90	17,0	0,35	3,8	0,47
45	85	16,0	0,32	4,0	0,40
55	80	15,5	0,31	4,1	0,38
70	75	15,0	0,30	4,2	0,36
80	70	14,5	0,29	4,3	0,34

Fonte: Leeson e Summers, 1997.

Um estudo bastante abrangente foi realizado por Keshavarz e Nakajima (1993) com a finalidade de reavaliar as exigências de cálcio e fósforo para ótimo desempenho e qualidade da casca dos ovos de poedeiras. O experimento compreendeu o período total de 20 a 64 semanas, assim como sua divisão em três fases: 1 (20 a 36 semanas), 2 (36 a 52 semanas) e 3 (52 a 64 semanas), e os tratamentos consistiram na administração de dietas contendo de 3,5% a 5,5% de Ca e um nível constante de 0,4% de P disponível; níveis crescentes de Ca (3,5; 4,5; e 5,5%) por fase e 0,4% de P disponível constante; níveis decrescentes de P disponível (0,4; 0,3; e 0,2%) por fase e um nível de cálcio constante de 3,5%; os níveis crescentes de cálcio com os decrescentes de fósforo, além da substituição de 50% do calcário por farinha de casca de ostras e suplementação de colecalciferol em níveis de 2.200, 4.400 e 8.800 UIC/kg de ração para as fases 1, 2 e 3, respectivamente. Os autores verificaram que não ocorreu diferença em cada fase avaliada ou em todo o período experimental para as características "consumo de ração", "produção e massa de ovos" e "conversão alimentar". Observaram também que,

aumentando os níveis de cálcio com a idade das aves e mantendo constante o teor de P disponível, ou diminuindo os valores de P nas diferentes fases de produção com nível constante de cálcio, ou uma combinação dos dois regimes, não resultou em qualquer efeito benéfico para a qualidade da casca, expressa em gravidade específica. Por outro lado, a substituição do calcário por ostra melhorou significativamente a qualidade da casca dos ovos das galinhas de mais de 36 semanas de idade.

2.15.5. Aminoácidos digestíveis e alimentos alternativos

As rações formuladas convencionalmente na avicultura utilizam milho e soja como principais fontes energética e proteica, respectivamente. Como os preços dos ingredientes convencionais utilizados nas rações estão constantemente em ascensão, uma possibilidade de redução de custos seria utilizar outros ingredientes, usados menos frequentemente, chamados de "ingredientes alternativos", por serem uma opção de substituição parcial e, em alguns casos, integral às fontes tradicionais de energia e proteína, escolha geralmente economicamente viável, dependendo da disponibilidade deles nas diversas regiões do país. Ao formular rações com tais ingredientes, a utilização de aminoácidos sintéticos pode apresentar custo-benefício favorável, se os ingredientes utilizados menos frequentemente não estiverem com um preço excessivo em relação ao farelo de soja, isso em função da reduzida disponibilidade de aminoácidos que apresentam em relação a essa fonte proteica.

Os resultados encontrados na literatura com o uso de aminoácidos digestíveis não são numerosos, sendo ainda contraditórios em relação aos benefícios e prejuízos de sua utilização. Wangen (1993) realizou dois estudos em que as rações experimentais continham farelo de algodão, trigoilho, farinha de peixe e farinha de ossos. No primeiro foram formuladas três rações contendo níveis variados dos ingredientes alternativos e mesmos níveis de aminoácidos totais; entretanto, as dietas não promoveram desempenho semelhante: dieta que apresentou maior proporção de ingredientes processados apresentou o pior desempenho. No segundo, o autor formulou três dietas contendo também variados níveis de inclusão de alimentos alternativos, porém com os mesmos níveis de aminoácidos digestíveis; nesse estudo as dietas promoveram desempenhos semelhantes,

indicando a importância de se considerar a digestibilidade dos aminoácidos nos alimentos alternativos. Utilizando quatro dietas para poedeiras de 20 a 50 semanas de idade, formuladas com 97% e 90% dos requerimentos de aminoácidos totais e disponíveis, Farrel et al. (1999) verificaram que os resultados de desempenho e qualidade de casca foram semelhantes entre os quatro tratamentos.

Silva et al. (2000) compararam o desempenho de poedeiras leves alimentadas com rações formuladas com diferentes níveis de lisina e aminoácidos sulfurosos digestíveis. Uma ração com milho e farelo de soja de alta digestibilidade em aminoácidos, como controle positivo, foi comparada a outras rações contendo alimentos alternativos em substituição parcial do milho e do farelo de soja. A segunda ração foi formulada com baixa digestibilidade de lisina e aminoácidos sulfurosos em relação à primeira. A terceira ração foi similar à segunda, mas suplementada com L-lisina HCl e DL-metionina, adicionadas para se obterem níveis de aminoácidos digestíveis iguais aos da primeira ração. Nesse experimento, não houve efeito das diferentes rações sobre consumo de ração, produção, peso, massa dos ovos, conversão alimentar, unidades Haugh, índices de gema e de albumen.

Trabalhando com níveis de substituição do milho pelo sorgo em rações formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis para poedeiras comerciais, Casartelli (2004) verificou que as aves alimentadas com rações com aminoácidos digestíveis apresentaram desempenho inferior em relação às aves alimentadas com rações baseadas em aminoácidos totais (tabela 39), utilizando as recomendações de Rostagno et al. (2000). Com relação à utilização do sorgo, foi verificado que ele pode substituir em até 100% o milho em rações para poedeiras comerciais sem afetar o desempenho das aves; contudo, faz-se necessária a adição de pigmentantes para obtenção de ovos com índice de pigmentação de gema aceitável pelo mercado consumidor. A mesma autora constatou em outro experimento utilizando farelo de girassol que de forma geral as aves alimentadas com rações formuladas com base em aminoácidos totais apresentaram resultados semelhantes para os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos se comparadas às aves que receberam rações formuladas com base em aminoácidos digestíveis, com exceção do peso dos ovos, em que as rações formuladas com base em aminoácidos

digestíveis apresentaram menor peso de ovos. Os resultados demonstraram que o farelo de girassol pode ser incluído em até 12% em rações de poedeiras comerciais, sem prejuízo ao desempenho e à qualidade dos ovos.

TABELA 39

Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes recomendações (R) de aminoácidos totais (AAT) e aminoácidos digestíveis (AAD) e crescentes níveis de substituição do milho pelo sorgo

Parâmetros	R	Níveis de substituição do milho pelo sorgo					Médias
		0	25	50	75	100	
Consumo de ração (g/ave/dia) CV% = 5,44	AAT	81,23	85,61	86,05	83,76	83,97	84,12 a
	AAD	84,09	81,28	75,96	80,93	79,08	80,26 b
	Médias	82,66	83,45	81,01	82,34	81,52	82,19
Produção de ovos (%) CV% = 6,23	AAT	78,50	83,67	80,61	79,56	79,10	80,23 a
	AAD	77,28	78,15	71,14	75,75	73,88	75,24 b
	Médias	77,89	80,91	75,88	77,50	76,49	77,73
Peso dos ovos (g) CV% = 2,24	AAT	57,75	58,08	57,83	57,86	56,44	57,59 a
	AAD	56,52	55,21	56,21	56,23	56,80	56,19 b
	Médias	57,14	56,65	57,02	57,04	56,62	56,89
Massa dos ovos (g) CV% = 6,61	AAT	45,28	48,55	46,55	45,80	44,62	46,16 a
	AAD	43,66	43,13	39,89	42,57	41,90	42,23 b
	Médias	44,47	45,84	43,22	44,19	43,26	44,19
Conversão alimentar (kg/kg) CV% = 4,15	AAT	1,803	1,774	1,860	1,838	1,891	1,833 a
	AAD	1,940	1,902	1,927	1,922	1,906	1,919 b
	Médias	1,872	1,838	1,894	1,880	1,899	1,876

Fonte: Casartelli, 2004.

a,b: médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si para cada parâmetro ($P < 0,05$).

Os subprodutos de origem animal têm sido testados em substituição parcial ao farelo de soja em rações de monogástricos. A grande variação na composição e na qualidade de proteína e/ou aminoácidos é a maior preocupação no uso dessas matérias-primas na matriz de ingredientes das rações de aves.

A qualidade da proteína e a digestibilidade dos aminoácidos nesses subprodutos dependem, basicamente, da temperatura e do tempo de cozimento e secagem, que variam de um sistema de processamento para outro, como também da proporção das matérias brutas, afetando a composição do produto. Queda na digestibilidade reduz, conseqüentemente, a eficiência de utilização e a disponibilidade de alguns aminoácidos para a síntese de proteína corporal e deposição de proteína no ovo.

Wang e Parsons (1997) verificaram, em seis marcas comerciais de farinha de penas, variações nos teores de proteína, de 78% a 90%; cistina, 4% a 5,4%; lisina, 1,55% a 2,05%; e metionina, 0,56% a 0,75%; e variações na digestibilidade verdadeira de cistina, de 46,8% a 62,0%; lisina, 58,3% a 71,7%; e metionina, 73,6% a 78,6%. Os autores sugeriram que a maior parte das variações esteve relacionada ao conteúdo de proteína, mas em alguns casos isso não ocorreu, devido, provavelmente, à fonte do material cru e às diferentes condições de processamento. Esse fato tem-se repetido com outros subprodutos, como a farinha de carne e de ossos e a de vísceras. Nascimento et al. (1999) trabalharam com sete tipos de farinhas de vísceras e encontraram grande variação na digestibilidade verdadeira de lisina (64,05% a 90,53%) e metionina (73,35% a 92,56%).

2.16. Boas práticas na coleta e armazenamento dos ovos

A oferta de ovos com qualidade para o consumo humano é obtida quando padrões mínimos de higiene durante sua manipulação após a postura são mantidos. Para garantir que tais medidas higiênico-sanitárias sejam atendidas, são indicados a seguir os procedimentos de boas práticas na coleta e armazenamento dos ovos.

- A coleta dos ovos, quando não automatizada, deverá ser realizada com frequência de pelo menos quatro vezes ao dia; com maior frequência de coleta, evita-se que a poeira e outras sujidades se acumulem na superfície da casca, colaborando para a redução da contaminação dos ovos.

- Os funcionários encarregados da coleta devem ser instruídos para a necessidade da lavagem e desinfecção das mãos antes da manipulação dos ovos.
- Imediatamente após cada coleta, os ovos devem ser removidos do aviário para a recepção na sala classificadora e armazenados em bandejas e caixas apropriadas e higienizadas.
- Os ovos devem ser cuidadosamente inspecionados, observando-se defeitos na qualidade da casca; aqueles ovos que visivelmente estejam quebrados ou trincados devem ser separados em bandejas distintas daquelas onde os ovos com casca íntegra estejam armazenados.
- Os ovos limpos e selecionados para comercialização devem ser separados com base no peso.
- As caixas onde os ovos são armazenados para comercialização deverão receber rótulo adequado, contendo data e origem, seguindo orientação da legislação vigente para armazenamento e comercialização.
- Anteriormente à sua distribuição, os ovos devem ser armazenados em sala(s) apropriada(s), seguindo padrão de construção e higienização em conformidade com a legislação.

As caixas ou bandejas com ovos devem ser armazenadas/arranjadas em estrados no piso e com distância mínima das paredes e forros (1,20 m das paredes e 0,80 m do piso, conforme Portaria nº 1, de 21 de fevereiro de 1990), evitando-se assim o contato e o risco de contaminação.

2.17. Boas práticas na sala de classificação de ovos

A instalação onde os ovos serão higienizados e classificados deve ser projetada de modo a assegurar condições adequadas do ponto de vista higiênico-sanitário, que são essenciais a manutenção da qualidade dos ovos. Recomendações de procedimentos de boas práticas na sala de classificação dos ovos são indicadas em legislação.

Normas vigentes que preveem as operações higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos (como instalações classificadoras de ovos comerciais) estão descritas na Portaria nº 1, de 21 de fevereiro de

1990 (Anvisa); na Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 (Anvisa); e na Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997 (MAPA).

2.18. Muda forçada ou segundo ciclo de produção

O segundo ciclo de produção em poedeiras comerciais tem sido bastante estudado nos últimos anos com a finalidade de prolongar a vida produtiva das aves e para restabelecer a qualidade dos ovos produzidos no final do primeiro ciclo. Após atingirem a maturidade sexual, as poedeiras iniciam o período de produção de ovos que, nos dias atuais, se estende por cerca de até 16 a 18 meses. É sabido que durante esse período ocorre uma redução tanto da produtividade quanto da qualidade interna e externa dos ovos. Dessa forma, os ovos que no início do período de produção apresentam cascas mais resistentes e o albúmen de melhor consistência perdem naturalmente essas características com o passar do tempo. Porém, essas características quantitativas (número de ovos) e qualitativas (casca e albúmen) podem ser parcialmente recuperadas após um período de descanso na produção, fazendo com que essas aves permaneçam na granja por até 8 a 9 meses adicionais (Ito, 2009).

A realização de um segundo ciclo de produção somente se justifica quando resulta em melhoria da qualidade dos ovos e aumento do lucro do produtor, já que a vida útil da poedeira aumenta por mais 25 a 30 semanas, podendo atingir picos de produção em torno de 85%. Algumas providências iniciais para induzir o segundo ciclo de produção devem ser tomadas, entre as quais:

- observar se o lote está sadio e as vacinas, atualizadas e adequadas;
- realizar uma seleção e retirar as aves-refugo;
- informar-se sobre o peso das galinhas através de uma amostra em torno de 10% do plantel em lotes inferiores a 1.000 aves, ou 5% se o lote variar de 1.000 a 5.000 aves, ou 1% em lotes acima de 5.000 aves;
- fazer a homogeneização da lotação por gaiola ou por boxes.

O método de manejo por meio de jejum alimentar é o mais utilizado no Brasil, porém tem sido o mais contestado em todo o mundo. Na Europa e nos Estados Unidos a preocupação com o

bem-estar das aves é bastante intensa e surge como uma tendência mundial, podendo estar diretamente relacionada às perspectivas do mercado futuro, repercutindo diretamente sobre as pesquisas.

Nos últimos anos, algumas pesquisas têm sido efetuadas com o objetivo de obter métodos alternativos ao do jejum prolongado para que ocorra a muda forçada, como é o caso de dietas com baixo cálcio, baixo sódio e com alto nível de zinco. Esses programas de muda forçada, chamados de "métodos qualitativos", referem-se ao uso de dietas com carência ou excesso de nutrientes. Esses métodos são mais onerosos e demorados que o jejum prolongado, pois o período de perda de peso e a redução na função reprodutiva da ave levam mais tempo.

Trabalhos demonstram que o óxido de zinco (2.800 ppm), fornecido na ausência de cálcio, tem um efeito supressivo no sistema reprodutivo independentemente da anorexia. As fibras insolúveis, como o farelo de algodão, a farinha de jojoba, o farelo de trigo e o feno de alfafa, podem ser usadas para diluir a dieta, proporcionando menor consumo de energia e proteína pelas poedeiras. Além disso, têm-se usado rações deficientes em sódio (<0,04%) ou cálcio (<0,3%) para induzir o repouso da ave. Contudo, vale lembrar que os estudos relativos aos métodos alternativos de muda forçada têm frequentemente encontrado resultados conflitantes. Muitas vezes os resultados alcançados no segundo ciclo de produção não atendem ao objetivo do produtor, pois há alguns fatores que podem interferir diretamente na muda forçada:

- porcentagem de produção pré-muda: poedeiras com porcentagem de postura menor antes da muda apresentam mudanças fisiológicas mais significativas quando comparadas com aves com maior índice de produção, tais como redução no peso corporal e do oviduto;
- idade das poedeiras: quanto mais tarde se faz a muda, pior os resultados econômicos no segundo ciclo;
- temperatura ambiente: a regulação do consumo de alimento pelas aves é prejudicada quando são alojadas fora do seu conforto térmico;
- linhagem utilizada: as galinhas indicadas para um segundo ciclo de produção são as poedeiras leves (normalmente de

penas brancas e ovos brancos), pois estas produzem ovos por período mais longo. Além disso, algumas linhagens perdem peso mais lentamente que outras; portanto, não se devem usar como parâmetro somente os dias em muda, mas também monitorar o peso das aves;

- concentrações dietéticas de cálcio: a ração usada durante a muda deve conter baixa concentração de cálcio, para suspender a liberação das gonadotropinas e, conseqüentemente, provocar a interrupção da produção de ovos;
- nutrição adequada pós-muda: uma produtividade satisfatória durante o segundo ciclo só é atingida quando as aves têm condições nutricionais adequadas para garantir uma boa recuperação dos componentes corporais e retorno rápido à produção de ovos. Sendo assim, um dos principais nutrientes requeridos pelas galinhas nessa fase são os aminoácidos, destacando-se a metionina + cistina.

3. MANEJO AMBIENTAL

A cadeia de produção avícola nacional constitui o setor pecuário com maior índice de industrialização, e as questões ambientais relacionadas a essa atividade ganham importância cada vez maior, devido às exigências dos consumidores pelo desenvolvimento produtivo com qualidade nutricional e ambiental. Essas questões ambientais são parte integrante do manejo cotidiano e, antes da própria implantação da atividade, algumas exigências devem ser atendidas para que a criação não seja uma fonte geradora de poluição. Entre as exigências, citam-se:

- a) realizar um estudo preciso das características zootécnicas, hídricas, sociais e econômicas da criação;
- b) identificar os resíduos gerados pela atividade, o que possibilitará o perfeito manejo dos resíduos e dimensionamento do sistema de tratamento;
- c) determinar a capacidade de suporte dos recursos naturais em receber os resíduos, com o estabelecimento de indicadores ambientais para monitorar a atividade;

- d) identificar outras cadeias produtivas que poderão consorciar-se com a avicultura;
- e) detectar áreas ambientalmente sensíveis na propriedade e no seu entorno;
- f) ter conhecimento das principais disfunções que os resíduos podem causar ao homem e aos animais, com levantamento dos primeiros sintomas e socorros necessários;
- g) estabelecer um programa de gerenciamento ambiental considerando-se não só a unidade produtiva, mas também a bacia hidrográfica em que ela se insere; quando ocorrer uma expansão da criação, esses parâmetros devem ser novamente considerados, antes da execução da expansão.

Sendo esse diagnóstico inicial positivo quanto às questões ambientais, a implantação da atividade não irá causar danos ao meio ambiente. Um **plano de gestão ambiental** deve ser delineado para ser aplicado após a implantação da atividade, caracterizando a severidade e a probabilidade dos riscos ambientais e dispondo de um plano de ação para o caso de ocorrer algum problema. No plano, os seguintes tópicos devem ser considerados.

3.1. Caracterização dos resíduos produzidos

Os resíduos produzidos pela avicultura de corte compreendem a cama de aviário e as carcaças de animais mortos. A cama é constituída das excretas das aves, material absorvente (que pode ser maravalha, serragem, sabugo de milho triturado, capins e restos de culturas), penas, restos de alimento e secreções.

A atividade de postura comercial gera os seguintes resíduos: camas (constituídas de esterco, água, restos de ração, penas e material de cama), ovos descartados, esterco, restos de ração, penas, poeiras, águas de lavagem, águas excedentes dos bebedouros tipo calha e aves mortas; além desses, há os resíduos gerados em vestiários, sanitários, banheiros, refeitórios e escritórios existentes na propriedade.

Para um correto manejo desse resíduo é necessário que se conheça sua composição. O ideal é a realização de uma análise da cama para que o manejo seja feito com maior precisão. A quantidade de carcaças geradas irá depender da eficiência produtiva da criação.

Assim, quanto melhor o manejo, menores serão os índices de mortalidade e, conseqüentemente, menor quantidade desse resíduo será gerada.

3.2. Boas práticas no manejo de resíduos e conservação ambiental

A melhor forma de não se causar a depreciação dos recursos naturais é a aplicação de boas práticas de produção, as quais compreendem atitudes que os produtores devem ter para atingir a sustentabilidade da produção.

O primeiro passo para implementação de um programa de boas práticas de produção é o conhecimento da legislação referente ao licenciamento ambiental da atividade. Esse tipo de legislação é competência dos Estados; dessa forma, há Estados que ainda não legislaram sobre o assunto. A lei de licenciamento pode ser obtida nos órgãos ambientais estaduais.

Destaca-se que um programa de boas práticas no manejo dos resíduos gerados na propriedade não tem como objetivo licenciar a produção, mas sim propiciar uma adequação ambiental ao sistema, em sintonia com os preceitos da sustentabilidade, as exigências dos mercados internos e externos e as aspirações da sociedade.

3.3. Tratamento dos resíduos

Os dois sistemas utilizados para o tratamento dos resíduos avícolas são a compostagem e a biodigestão anaeróbia. Em ambos ocorre a geração de produtos que devem ser aproveitados a fim de viabilizar ambientalmente a criação. Os produtos são o composto e o biofertilizante, utilizados como fonte de nutrientes para as culturas, e o biogás, empregado como fonte de energia térmica para iluminação, aquecimento e movimentação de equipamentos e máquinas. A cama também pode gerar energia através de sua combustão, mas ela não é aconselhável pelos danos à atmosfera, pela emissão de gases e pelo custo dos incineradores.

A utilização de lagoas para a estabilização de dejetos de aves de postura pode ser uma opção quando se deseja tratamento mais avançado. Recomenda-se novamente que o sistema seja provido de

uma separação física prévia (peneiramento e decantação) para evitar o assoreamento e diminuição da vida útil das lagoas, utilizando-as numa sequência de tratamento anaeróbio, como as lagoas profundas, seguidas das facultativas. Cuidados construtivos como impermeabilização, distância do lençol freático, compactação do solo, adequação à legislação ambiental devem ser observados. Para que o efluente líquido possa ser lançado nos corpos receptores (rios e lagos) deverá obedecer a padrões de qualidade de acordo com o estabelecido na resolução Conama 357/05 e nas legislações estaduais referentes ao descarte de efluentes; caso contrário, deverá ser utilizado para ferti-irrigação, seguindo as recomendações agronômicas.

3.4. Aproveitamento dos resíduos

A cama pode ser aproveitada como fonte de nutrientes para as culturas vegetais após sofrer uma compostagem ou biodigestão, sendo os produtos desses processos o composto ou biofertilizante, respectivamente. As carcaças devem sofrer um processo de tratamento, sendo o mais correto, ambientalmente, a compostagem, mas o composto oriundo desses resíduos só deve ser aproveitado para a adubação de culturas florestais e jardinagem devido às questões sanitárias. Independentemente do tipo de substrato que se tenha, sua aplicação no solo deve respeitar as condições básicas para que não ocorra poluição ambiental ou coloque em risco a saúde humana e animal. Isso envolve um balanço de nutrientes, em que as características dos solos, das culturas e dos resíduos são consideradas em conjunto.

3.5. Segurança humana e ambiental

Essas atitudes possibilitarão a manutenção da qualidade de vida do produtor e da saúde do meio ambiente e da criação. Inclui-se também a minimização da produção de espécies nocivas, como a criação de moscas, cascudinhos e roedores, ocasionada pelo mau manejo dos resíduos e entulhos.

No caso de odores e poeiras, as emissões devem ser evitadas, devido aos seus impactos na saúde humana e dos animais e na qualidade ambiental. Para isso, as seguintes medidas devem ser tomadas:

- manter as instalações limpas;
- dispor de estruturas construtivas e de ventilação corretamente dimensionadas;
- optar pela incorporação dos resíduos ao solo;
- na implantação dos sistemas de tratamento e armazenamento e na escolha dos manejos dos resíduos, considerar a distribuição dos ventos dominantes no local, de modo a evitar que eles soprem dos pontos de manipulação dos resíduos para áreas onde ocorram concentrações humanas e animais.

3.6. Racionalização do uso de recursos naturais e insumos

Sendo a avicultura altamente dependente de recursos naturais como água e solo, e insumos, principalmente ração e energia elétrica, o uso racional deles irá proporcionar uma longevidade produtiva à criação e vantagens econômicas que se refletirão no custo de produção.

MANEJO E ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS

INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira, a exemplo de outras cadeias produtivas do agronegócio, cresceu significativamente nos últimos catorze anos. Esse crescimento é notado quando se analisam os vários indicadores econômicos e sociais, como volume de exportações, participação no mercado mundial, número de empregos diretos e indiretos, entre outros.

As exportações de carne suína, em junho de 2009, totalizaram 53,92 mil toneladas, um crescimento de 4,23% em relação a junho de 2008, 51,73 mil toneladas. No primeiro semestre de 2009, o resultado foi 8,79% superior ao dos seis primeiros meses de 2008. Em junho de 2009, as vendas externas de carne suína renderam US\$ 103,22 milhões e US\$ 147,49 milhões em igual período de 2008. A variação foi de menos 30,01% em valor. De janeiro a junho de 2009 o Brasil exportou 294,47 mil toneladas de carne suína, que renderam US\$ 583,07 milhões. Em igual intervalo de 2008 as vendas brasileiras do produto foram de 270,67 mil toneladas, com uma receita de US\$ 707,86 milhões, ou seja, houve um crescimento de 8,79% em toneladas, e uma queda de 17,63% em valor.

Para a Rússia, o Brasil exportou, em junho de 2009, 23,83 mil toneladas, que representaram um faturamento de US\$ 48 milhões. Em relação a junho de 2008, houve um aumento de 11,76% em volume (21,32 mil toneladas) e uma redução de 35,30% em valor (US\$74,19 milhões). De janeiro a junho de 2009, o Brasil exportou para o mercado russo 137,58 mil toneladas e faturou US\$ 283,81 milhões. No mesmo período de 2008, as exportações para aquele mercado foram de 115,82 mil toneladas (US\$ 364,69 milhões). O crescimento foi de 18,78% em volume, e houve uma queda de 22,18% em receita.

Hoje, segundo a Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS), o brasileiro consome, em média, 13,44 kg do produto em

sua maior parte embutidos, embora o país seja dono do quarto maior rebanho do mundo. O produto é o terceiro em volume de consumo no Brasil, atualmente, e os principais destinos da carne suína brasileira são Rússia, Hong Kong, Ucrânia, Angola e Argentina.

As exportações de carne suína em outubro de 2009, de 63,03 mil toneladas, cresceram nada menos que 34,31% em volume, mas caíram 9,67% em valor. No acumulado do ano, o Brasil exportou 511,76 mil toneladas, um aumento de 8,68% em relação a igual período de 2008, e obteve uma receita de US\$ 1,02 bilhão, uma drástica redução de 23,20%.

A estimativa da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (Abipecs) é que o Brasil exportará, em 2010, volume pouco superior ao inicialmente estimado, de cerca de 600 mil toneladas. Os mercados ainda são basicamente os mesmos. Fora a Rússia, que continua o principal cliente e para onde as exportações cresceram 12,23% de janeiro a outubro de 2009 (228,59 mil t), houve expansão de 50,80% nas vendas para outro grande comprador, Angola, e para Cingapura, de 27,64%.

Para Hong Kong, de janeiro a outubro, as exportações cresceram 8% em volume (101,25 mil t), mas caíram 10% em receita. Outro tradicional mercado, a Ucrânia, elevou em cerca de 5% suas importações do Brasil no período. Outros africanos também se destacam em 2009: para o Congo houve um aumento de 236% nos dez primeiros meses; para a Namíbia, de 289%; para o Senegal, de 125%; e para Moçambique, de 93%.

A nutrição e a alimentação dos suínos correspondem a um item especial, uma vez que nas granjas estabilizadas e de ciclo completo a alimentação corresponde a 65% do custo de produção, podendo esse valor ser ainda maior, alcançando até 76% em épocas de crise, quando aumenta a oferta do produto acabado e o preço dos insumos está em alta. Portanto, em cada fase de produção deve haver um equilíbrio entre as exigências dos animais, uma perfeita escolha das matérias-primas a serem utilizadas nas rações e um manejo adequado da alimentação. A maioria das granjas de suínos é composta pelos machos reprodutores, as marrãs, as porcas em fases de gestação e lactação, pelos leitões em fase de aleitamento e de creche e pelos animais que serão destinados ao abate, nas fases de crescimento e terminação.

1. MANEJO GERAL DE SUÍNOS

1.1. Alimentação da fêmea durante a gestação e a lactação

As porcas e marrãs prenhes devem ser transferidas para a maternidade pelo menos 4 a 5 dias antes do parto. Esse período permitirá que as fêmeas se ajustem ao ambiente da maternidade e obtenham um equilíbrio entre sua flora bacteriana e a do novo ambiente, onde deverá permanecer até o desmame dos leitões.

A correta alimentação da porca nas diferentes fases de seu ciclo reprodutivo é de extrema importância para assegurar altos níveis de concepção e de toda a sua produtividade. De maneira geral, deve-se admitir que a porca é subalimentada durante a lactação e superalimentada na gestação. O nível alimentar no decurso da gestação tem pouco efeito sobre os leitões nascidos vivos, intervalo desmame-cio. Por outro lado, uma porca alimentada incorretamente na gestação poderá resultar em diminuição acentuada de leite no final da lactação, se ela também não for corretamente alimentada nesse período. É fundamental que o aporte energético, proteico e de todos os outros nutrientes seja o mais equilibrado possível. Existem algumas recomendações de diminuição gradativa da quantidade de ração nos dias que antecedem o parto. No entanto, devem-se tomar os cuidados necessários para se assegurar de que essa porca se encontre com o peso dentro dos padrões da linhagem e da idade, e mesmo qual será o grau de agitação da porca, o que poderá resultar em problemas durante o parto.

Atualmente as matrizes apresentam leitegadas que variam de 12 a 14 leitões, e estes apresentam um desenvolvimento bem maior quando comparado aos criados nos anos anteriores. Isso se deve ao melhoramento alcançado pela genética e ao atendimento adequado das exigências nutricionais. O que se propõe é que o cálculo das necessidades em nutrientes para gestação e lactação seja por abordagem fatorial. Levando-se em conta os vários requerimentos nutricionais da matriz (manutenção, crescimento dos fetos, produção de leite, números de leitões nascidos etc.), a abordagem fatorial determina as necessidades nutricionais de acordo com o desempenho esperado. Só assim é possível estabelecer uma estratégia alimentar que mantenha as reservas orgânicas adequadas ao longo de todo o

ciclo reprodutivo, minimize os distúrbios reprodutivos e otimize o ganho de peso da leitegada e menor depauperamento das condições físicas da porca.

De maneira geral, existe consenso quanto às necessidades de microminerais e vitaminas para as porcas em gestação e lactação. No entanto, maior atenção tem sido dispensada à exigência energética, de proteína e de aminoácidos. Existem inúmeras tabelas de recomendação, porém todo nutricionista deve, através da sua experiência, estabelecer seus próprios níveis com base nas produções observadas.

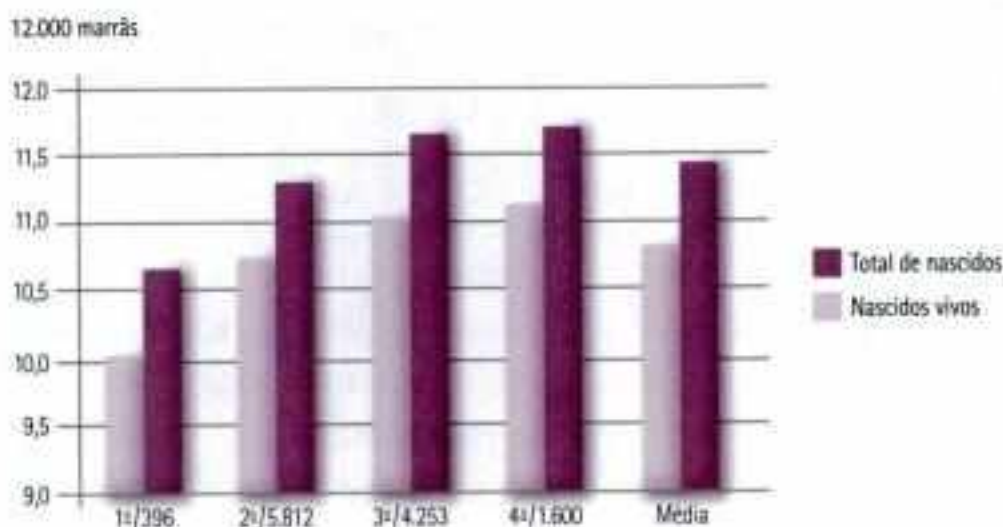
Os requisitos mínimos para marrãs à primeira cobertura são:

- promover a cobertura no terceiro ou quarto cio;
- a idade deve ser entre 210 e 230 dias;
- o peso deve oscilar entre 130 e 150 quilos

É importante o estado físico geral; assim, a espessura do toucinho na altura da P2 não deve ser menor que 18 mm. A produtividade média por cio de cobertura, durante a vida útil da porca, deverá oscilar como é mostrado na página seguinte. Existem ainda alguns fatores que devem ser levados em consideração dentro de uma granja tecnificada:

- as fêmeas que geram leitegada pequena no primeiro parto terão número menor de leitões nascidos vivos nos partos subsequentes;
- maior número deaios que a marrã tiver até os 180 dias de idade resultará em maior número de leitões vivos por parto durante sua vida útil;
- quanto maior o número de leitões nascidos vivos no primeiro parto, maior será a produtividade da fêmea durante a sua vida útil;
- marrãs expostas a machos de maior libido, a partir de 150 dias de idade, apresentam cio mais rápido do que marrãs expostas a machos de baixo libido.

FIGURA 1
Cio/tamanho da amostra



O nutricionista deve atentar para o fato de que as marrãs continuam se desenvolvendo em massa muscular durante grande parte da sua vida reprodutiva. Dessa forma, necessitam de rações que atendam a todas as suas necessidades nutritivas, tanto para a reprodução como para o crescimento. Quando a sua oferta diária de nutrientes é insuficiente, elas passam a utilizar as reservas corpóreas para suprir as necessidades de manutenção, crescimento e reprodução. Esse conjunto de eventos leva a uma perda de menor ou maior severidade na condição física da marrã, tanto em carne magra como em gordura. Não se deve esquecer jamais que a condição física adequada é o principal fator para alta produtividade e longa vida reprodutiva.

A tabela 1 mostra uma recomendação prática dos níveis nutricionais para marrãs de 75 dias de idade à cobertura.

TABELA 1

Recomendação prática dos níveis nutricionais para marrãs de 75 dias de idade à cobertura

Nutriente	Ração recria	Ração reposição	Ração lactação – marrã
	Fêmeas – de 75 a 160 dias de idade	Marrãs – de 161 a 190 dias de idade	Marrãs – de 191 dias de idade à cobertura
Proteína (%)	17 a 19	15 a 17	18 a 20
Cálcio (%)	0,80 a 0,85	0,80 a 0,90	0,95 a 1,0
Fósforo total (%)	0,60 a 0,65	0,60 a 0,65	0,65 a 0,75
EN. MET. (kcal/kg)	3.200 a 3.250	3.250 a 3.350	3.400 a 3.450
Lisina (%)	0,95 a 1,05	0,85 a 0,90	1,20 a 1,30
Fornecimento à vontade			

O programa de alimentação para o período de gestação deve obedecer aos critérios apresentados na tabela 2.

TABELA 2

Programa de alimentação para o período de gestação

Período de gestação	Ração	Quantidade
Da cobertura a 7 dias	Gestação	1,70 a 1,80 kg/dia
De 8 a 30 dias		2,0 a 2,20 kg/dia
De 31 a 60 dias		2,50 a 2,70 kg/dia
De 61 a 85 dias	Pré-lactação	2,50 a 2,70 kg/dia
De 86 dias ao parto		3,30 a 3,50 kg/dia

Para as porcas com mais de três partos, alguns ajustes devem ser feitos, como apresenta a tabela 3.

TABELA 3
Ajustes adotados na alimentação para porcas com mais de três partos

Período de gestação	Ração	Quantidade
Da cobertura a 7 dias	Gestação	1,70 a 1,80 kg/dia
De 8 a 30 dias		2,20 a 2,50 kg/dia
De 31 a 85 dias		2,50 a 2,80 kg/dia
De 86 dias ao parto	Pré-lactação	3,00 a 3,50 kg/dia

São inúmeras as tabelas de recomendações nutricionais para porcas e marrãs em gestação e lactação. Pode-se observar que não são tão acentuadas as diferenças entre essas duas categorias; no entanto, as exigências para marrãs são maiores, principalmente em aminoácidos, devendo-se atentar para a lisina, que assume papel unicamente na formação da proteína, seja ela para as marrãs, seja para os leitões que dela serão gerados.

TABELA 4
Níveis nutricionais para porcas e marrãs em gestação e lactação

Nutriente	Ração gestação	Ração pré-lactação	Ração lactação-marrã	Ração lactação-porca
Proteína (%)	14 a 16	17 a 18	18 a 20	18 a 20
Fibra (%)	4,8	4,5	3,8	3,8
Cálcio (%)	0,95 a 1,0	0,95 a 1,0	0,95 a 1,0	0,95 a 1,0
Fósforo total (%)	0,65 a 0,75	0,65 a 0,75	0,65 a 0,75	0,65 a 0,75
En. Met. (kcal/kg)	2.850 a 2.900	3.150 a 3.200	3.400 a 3.450	3.350 a 3.400
Lisina (%)	0,68 a 0,72	0,90 a 0,95	1,20 a 1,30	1,05 a 1,15

Quando se formula uma ração através do conceito de proteína ideal, são várias as recomendações; porém, existe uma coerência entre os valores de recomendação, conforme pode ser observado na tabela 5.

TABELA 5

Necessidades de aminoácidos para matrizes em gestação

	Dourmad, 1996 (1)	NRC, 1988 (2)	NRC, 1998 (2)	ARC, 1981 (2)	Rostagno, 2005
Lisina	100	100	100	100	100
Metionina + cistina	62 - 67	54	64	67	54
Treonina	71	70	76	84	70
Triptofano	17 - 19	21	19	16	19
Isoleucina	47 - 52	70	57	86	60
Leucina	91 - 100	70	86	74	100
Valina	65 - 71	74	67	107	72
Fenilalanina + tiramina	94 - 103	105	93	77	100
Histidina	27 - 30	34	33	30	33

(1) Não publicado, baseado em aminoácidos digestíveis padronizados.

(2) Com base em aminoácidos totais.

Ainda dentro do conceito de proteína ideal, as recomendações com base no aminoácido lisina estão apresentadas na tabela 6.

TABELA 6
Recomendações de aminoácidos com base
no aminoácido lisina

	Dourmad, 1996 (1)	NRC, 1988 (2)	NRC, 1998 (2)	ARC, 1981 (2)	Rostagno, 2005
Lisina	100	100	100	100	100
Metionina	26 - 29	nd	26	nd	26
Metionina + cistina	53 - 58	60	48	55	53
Treonina	65 - 71	72	61	70	68
Triptofano	18 - 20	20	18	19	20
Isoleucina	53 - 58	65	55	70	59
Leucina	112 - 125	80	113	115	114
Valina	69 - 77	100	85	70	79
Fenilalanina + tirosina	112 - 124	117	112	115	112
Histidina	40 - 44	42	40	39	37
Arginina	63 - 70	67	58	67	56

(1) Não publicado, baseado em aminoácidos digestíveis padronizados.

(2) Com base em aminoácidos totais.

1.2. Do nascimento ao desmame dos leitões

Ao redor dos 112 dias de gestação, inicia-se a fase de lactação das porcas, não podendo se esquecer de que o leite materno é o principal alimento para o ótimo desenvolvimento dos leitões até o momento em que são separados das mães.

Para que se alcance melhor produtividade do plantel, os leitões devem ter acima de 1,20 kg de peso ao nascimento. A tabela 7 ilustra as perdas dos leitões em função do peso ao nascer.

TABELA 7

Perdas dos leitões em função do peso ao nascer

Peso ao nascer (g)	Leitões nascidos (%)	Mortalidade (%)
Menos de 800	7,7	56,5
800 - 1.000	9,4	26,8
1.000 - 1.200	16,2	15,5
Mais de 1.200	66,7	9,0

Fonte: English e Morrison, 1984.

Nessa primeira fase da vida dos suínos, não somente a alimentação deve ser a mais equilibrada possível como também o manejo geral da granja, deve seguir normas rígidas. Entre os principais itens de manejo deve-se destacar: enxugar os leitões logo após o nascimento para evitar possível asfixia originada dos restos placentários; promover o corte do cordão umbilical com uma desinfecção adequada, pois é através do umbigo que pode ocorrer o início de inúmeras infecções até mesmo generalizadas; em seguida, cortar os dentes caninos, reanimar os leitões aparentemente mortos, fornecer calor suplementar a todos os leitões e estimulá-los a sugar o leite da mãe. Realizar o aleitamento artificial dos leitões muito fracos e, em alguns casos, aplicar uma solução de glicose a 5% via intraperitoneal. Existe uma prática em certas granjas de se eliminar os leitões que nascem com menos de 700 g; no entanto, é sempre mais aconselhável que esses leitões sejam agrupados e colocados nos melhores tetos das porcas, evitando-se esse tipo de injúria. Ainda, deve-se cortar o último terço da cauda, e, por último, até o final da primeira semana, fazer a aplicação intramuscular de ferro dextrano e castrar os machos.

A prática da aplicação intramuscular de ferro é rotina em todas as granjas, no mundo todo. A não aplicação resulta na anemia, que provoca a diminuição da capacidade do sangue em transportar oxigênio e gás carbônico. Essa capacidade depende da hemoglobina, componente do glóbulo vermelho. Na anemia causada por deficiência de ferro ocorre uma diminuição do tamanho e descoloração do glóbulo vermelho, chamada "anemia microcítica hipocrômica".

Ela pode apresentar um quadro crônico ou agudo. A crônica se caracteriza pela diminuição da taxa de crescimento e apatia; os pelos tornam-se ásperos e sem brilho e há perda da coloração das mucosas dos olhos e da boca. Na aguda prevalece a dificuldade respiratória, podendo ocorrer a morte antes mesmo de o suíno apresentar diminuição da taxa de crescimento. Pelo exame interno do animal, pode-se observar um aumento do volume do coração e do baço, presença de líquido na cavidade torácica e abdominal, além da palidez de todas as mucosas.

A taxa de crescimento dos leitões é muito grande quando comparada com outros animais domésticos, e isso implica maior necessidade de nutrientes, entre os quais o ferro. O conteúdo de ferro nos leitões recém-nascidos é de cerca de 40 mg. Para o desenvolvimento normal, o leitão requer 7 mg de ferro por dia. O colostro da porca, embora seja boa fonte de quase todos os nutrientes, é pobre em ferro, concluindo-se que sem suplementação de ferro os leitões terão anemia em poucos dias.

Para preveni-la, um dos métodos mais eficientes é a suplementação parental, com injeção intramuscular. O ferro injetado alcança o sangue na forma de ferro-dextram, sendo rapidamente utilizado pelo organismo. Mas, para uma suplementação segura, o mineral precisa estar na forma disponível para o organismo do leitão. A quantidade deve ser tal que venha suprir os requerimentos sem causar efeitos tóxicos e estar bem diluída para evitar traumatismo no local da aplicação. Sendo assim, a única forma que satisfaz tais requisitos é a que o ferro se encontra nos chamados complexos polissacarídeos, denominado ferro-dextram.

A injeção deve ser feita nos leitões de 3 dias de idade, no músculo da coxa ou do pescoço, em ambiente desinfetado com álcool etílico. Para impedir o refluxo do líquido, o local deve ser massageado com o polegar. A quantidade de ferro dependerá da idade em que o leitão será desmamado. Para esse cálculo, multiplica-se a necessidade diária de ferro pelos dias em que o leitão for amamentado. Se a necessidade diária for de 7 mg, considerando-se que o leite da porca fornece 1 mg, é necessário administrar 6 mg via intramuscular para que o nível de hemoglobina permaneça adequado. Se os leitões forem amamentados por três semanas, devemos multiplicar 21 por 6 mg, que é igual a 126 mg.

O corte do último terço da cauda se dá principalmente para evitar o aparecimento do canibalismo (ato de um animal devorar o outro da mesma espécie). Esse problema ocorre entre suínos e se limita aos problemas provocados na cauda e nas orelhas.

Todo caso de canibalismo tem origem no estresse; porém, uma vez instalado no local, torna-se um vício difícil de ser debelado entre os animais agressores. Revelam-se comuns os casos de canibalismo nas granjas de suínos, especialmente nas baias de recria e terminação, entre 70 e 150 dias de idade, período em que os animais se encontram na fase de maior desenvolvimento.

Muitas vezes há situações em que um pequeno número de animais mostra-se acometido, ou seja, se apresenta com a cauda ou com as orelhas atacadas, o que pode passar despercebido por técnicos responsáveis pelo setor.

Sabe-se que muitas causas levam os suínos a desencadear o processo de canibalismo, como problemas ambientais, nutricionais, manejo e aspecto sanitário da granja. É difícil, por exemplo, descrever qual a causa primária, e para isso torna-se necessário o supervisionamento da granja por técnico competente.

Nas granjas em que se alimentam os animais com ração balanceada, mostra-se difícil apontar causa nutricional, pois as rações do mercado apresentam alto padrão de qualidade. Existe tendência cada vez maior de o granjeiro adquirir apenas o suplemento vitamínico-mineral com aditivos, comumente denominado premix, e formular a própria ração.

Nesse caso, é fundamental a supervisão da granja pelo nutricionista da empresa que fornece o suplemento, ou pelo nutricionista da própria granja. Existem também granjas que fabricam até o chamado premix, o que torna imprescindível a supervisão por nutricionistas. Apesar desses cuidados, não se negam causas nutricionais, como deficiência de proteína, deficiência ou excesso de cálcio, deficiência de fósforo e de microminerais e vitaminas.

E, embora muitas vezes os nutrientes essenciais se encontrem em perfeito equilíbrio nas rações, a mistura dos ingredientes pode estar inadequada. Ocorrem ainda casos de a ração estar à vontade no comedouro e os animais refugarem essa ração. Nesse caso, deve-se investigar a presença das chamadas micotoxinas, que são sintetizadas por fungos, ou ainda de medicamentos, que diminuem a palatabilidade do alimento.

Além da alimentação, o ambiente em que os suínos permanecem deve ser adequado, para que eles sofram um mínimo de perturbação. Entre esses fatores ambientais, não podemos esquecer o espaço da instalação. Como normalmente os suínos permanecem em uma mesma baia durante todo o período de crescimento e terminação, o espaço desejável é de 1,0 m²/animal e cada baia deve abrigar não mais do que vinte animais. Não menos importante também é o espaço reservado de comedouros. Nunca deixar que os animais fiquem sem água de boa qualidade e em quantidade adequada; evitar excesso de umidade e de fezes no piso e manter a temperatura adequada no galpão.

Do ponto de vista de manejo, um fator importante a ressaltar é que os animais de uma mesma baia sejam da mesma idade e de pesos semelhantes. É uma prática comum, ainda na maioria das granjas, o corte da cauda dos leitões no primeiro dia de idade. Doenças comuns, como a sarna e a verminose, também podem influir no aparecimento de canibalismo.

Além do leite materno, é de fundamental importância que o fornecimento de água seja adequado do ponto de vista quantitativo e qualitativo, pois o conteúdo em água no organismo animal é inversamente proporcional à sua idade. A tabela 8 ilustra essa afirmação.

TABELA 8
Porcentagem de água em algumas categorias de suínos

Categoria	Água (%)
Leitão ao nascer	78,0
Leitão de 35 dias	71,0
Suíno de 60 kg	58,0
Suíno de 100 kg	52,0

O fornecimento do colostro nos dois primeiros dias de vida dos leitões é de fundamental importância para o desenvolvimento animal (tabela 9). É do colostro que os leitões adquirem uma imunidade passiva contra uma série de doenças, através da ingestão das imunoglobulinas. Portanto, um manejo adequado deve ser estabelecido, no sentido de que todos os leitões possam ingerir o colostro da mãe.

Quando um leitão nasce muito fraco e não consegue atingir o teto da mãe, deve-se ter o chamado "banco de colostro" para o fornecimento através de mamadeira.

TABELA 9

Composição percentual de alguns nutrientes do leite

Nutrientes	Leite	Colostro
Sólidos totais	17,10 - 25,80	22,00 - 33,10
Bordura	3,50 - 10,50	2,70 - 7,70
Proteína	4,40 - 9,70	9,90 - 22,60
Lactose	2,00 - 6,00	2,00 - 7,50
Cinza	0,78 - 1,30	0,59 - 0,99
Cálcio	0,12 - 0,35	0,50 - 0,08
Fósforo	0,10 - 0,19	0,08 - 0,11

Existem várias recomendações de uso das diferentes rações para os leitões até o momento do desmame, porém o nutricionista deve levar em consideração principalmente o local onde trabalha. Em uma granja tecnificada, o número de rações pode ser maior em virtude da mão de obra mais especializada. É notório que o uso de maior número de rações, com ajustes em função das exigências nutritivas para cada idade, resulta num custo menor de alimentação. De maneira geral, um programa adequado é aquele que leva em consideração o uso de três a quatro rações.

O primeiro contato dos leitões com uma ração balanceada deve se dar por volta de 7 dias de idade. Nessa idade, sabe-se que o consumo é muito pequeno e quase insignificante, porém os animais iniciam o processo de adaptação à dieta que substituirá o leite materno. O consumo médio de ração na maternidade é de 500 g/animal. Sem dúvida, trata-se de uma ração de alto custo, porém muito bem elaborada e com altos níveis de lactose, que é considerado o açúcar do leite. No programa de três rações, recomenda-se a ração de maternidade de 7 a 21 dias de idade, uma ração inicial I de 22 a 42 dias e outra inicial II de 43 dias até a saída para a creche. Outro programa pode fixar uma mesma ração dentro da maternidade, uma pré-inicial

de 22 a 36 dias, uma inicial I de 37 a 52 dias e uma inicial II de 53 dias até a saída da creche. Deve-se considerar que em muitas granjas os leitões são desmamados até com 18 dias de idade e em outras granjas ainda os animais recebem uma ração de creche até os 53 dias de idade, em seguida são transferidos para as instalações de crescimento e terminação, podendo ou não continuar a receber a mesma ração que vinham recebendo na creche por um período maior, ou mesmo receberem outra ração, denominada crescimento I.

As rações de maternidade e aquela fornecida até os 32 dias de idade devem ser cuidadosamente elaboradas, com alimentos de alto valor nutritivo. Assim, essas rações contêm, em maior ou menor quantidade, leite em pó integral, leite em pó desnatado, soro de leite em pó, plasma, açúcar, os aminoácidos lisina, metionina e treonina, além de outros. O nível de lactose nessas rações deve ser de 9% a 15%.

As recomendações nutricionais para os leitões até a fase de creche variam de acordo com cada empresa produtora de suplementos completos ou mesmo de rações prontas para uso e dos produtores de matrizes. No entanto, as exigências e recomendações publicadas em 2005 pela Universidade Federal de Viçosa estão mostradas na tabela 10.

TABELA 10
Recomendações nutricionais para os leitões até a fase de creche

Peso vivo (kg)		4 a 7	7 a 15	15 a 30
		Níveis nutricionais		
Energia metabolizável	kcal/kg	3.325	3.325	3.230
Proteína	%	20,000	21,000	17,350
Cálcio	%	0,888	0,825	0,720
Fósforo total	%	0,710	0,650	0,600
Fósforo disponível	%	0,560	0,450	0,400
Potássio	%	0,520	0,500	0,470
Sódio	%	0,280	0,230	0,200
Cloro	%	0,250	0,220	0,190



Peso vivo (kg)		4 a 7	7 a 15	15 a 30
		Aminoácido digestível		
Lisina	%	1,520	1,330	0,942
Metionina	%	0,426	0,377	0,264
Metionina + cistina	%	0,851	0,745	0,528
Triptofano	%	0,258	0,226	0,160
Treonina	%	0,958	0,838	0,593
Arginina	%	0,638	0,559	0,396
Valina	%	1,049	0,918	0,650
Isoleucina	%	0,836	0,732	0,518
Leucina	%	1,520	1,330	0,942
Histidina	%	0,502	0,439	0,311
Fenilalanina	%	0,760	0,665	0,471
Fenilalanina + tirosina	%	1,520	1,330	0,942
		Aminoácido total		
Lisina	%	1,620	1,450	1,070
Metionina	%	0,437	0,392	0,289
Metionina + cistina	%	0,891	0,798	0,589
Triptofano	%	0,275	0,247	0,182
Treonina	%	1,085	0,972	0,717
Arginina	%	0,648	0,580	0,428
Valina	%	1,134	1,015	0,749
Isoleucina	%	0,891	0,798	0,589
Leucina	%	1,571	1,407	1,038
Histidina	%	0,518	0,464	0,342
Fenilalanina	%	0,794	0,711	0,525
Fenilalanina + tirosina	%	1,588	1,421	1,049

1.3. Cuidados a serem observados no desmame dos leitões

Já está bem estabelecido que a produtividade dos suínos é aumentada quando os leitões são desmamados dos 18 aos 28 dias de idade. Na prática, o desmame tem sido realizado entre 18 e 21 dias de idade. Um dos maiores desafios aos nutricionistas e produtores de suínos tem sido o desempenho dos leitões nas duas primeiras semanas após o desmame, quando este é realizado precocemente.

É fácil concluir que o maior estresse ocorre justamente no desmame. Nesse período os leitõezinhos são separados da mãe. Eles deixam o local tranquilo onde nasceram para viver em lotes maiores, misturados às outras leitegadas. Uma mudança brusca na alimentação resulta quase sempre em problema no desempenho dos animais. Antes do desmame, a porca fornece aos leitões uma dieta altamente equilibrada, que contém, na sua matéria seca, em torno de 30% de proteína, 35% de gordura e 25% de lactose.

Após o desmame, esses leitões são usualmente alimentados com dieta seca, desprovida de lactose, que é a energia do leite, passando a ingerir a sua fonte de energia proveniente dos grãos de milho, farelo de soja e outras matérias-primas. Por essa razão, não é surpresa que os leitões percam peso na semana após o desmame, em virtude de eles não conseguirem ajustar seu hábito alimentar e também por causa da mudança dos nutrientes da dieta.

Logo após o nascimento, o leitão secreta uma enzima, a lactase, que é responsável pelo aproveitamento da lactose (açúcar do leite), cuja atividade perdura até a sexta semana de idade. Por outro lado, aquelas enzimas que degradam o amido passam a exercer um efeito pronunciado apenas após a quinta ou sexta semana de idade.

Com base nesses fatos, é possível entender o porquê de os animais sentirem dificuldades em se desenvolver de maneira satisfatória nas primeiras semanas após o desmame, quando são privados do leite materno por volta dos 21 aos 28 dias de idade. Além dos problemas nutricionais, sabe-se que o estresse do desmame pode desencadear uma queda na resistência dos animais, com consequente multiplicação de agentes patogênicos, em especial a *E. coli*.

Normalmente usa-se uma ração denominada "pós-desmame", administrada durante não mais que 12 ou 15 dias após os leitões terem sido alojados na creche. Essa ração deve ser muito palatável

e de aroma semelhante ao leite materno, além de conter substâncias antidiarreicas. É bastante comum no período de 8 a 15 dias após o desmame a ocorrência de sangue e muco nas fezes, sendo eliminados por dois a três dias, ficando com a consistência mais firme posteriormente. É natural também que ocorra desidratação nos leitões nesse período inicial de creche. O controle da diarreia deve ser realizado baseando-se no manejo, uso de drogas e de vacinas.

Essa é uma fase em que a prioridade é a limpeza e desinfecção rigorosa, com o uso do sistema *all-in all-out*, fornecimento de água limpa e de boa qualidade etc. São inúmeras as drogas utilizadas na fase pós-desmame, incluindo a antibioticoterapia, uso de probióticos, que têm mostrado notável eficácia principalmente quando todas as instalações estão com a presença dos mesmos, aumento dos níveis de vitaminas e microminerais etc. Uma prática já em uso há muito tempo é a administração, via ração, durante 5 a 7 dias, do óxido de zinco, na proporção de 4 kg/tonelada de ração.

Um dos aspectos nutricionais mais críticos na alimentação dos leitões até os 30 kg de peso, ou aproximadamente 65 dias de idade, são sem dúvida os níveis adequados de lisina, treonina e metionina, juntamente com alimentos de alta digestibilidade.

A tabela 11 mostra que um mínimo de 1,10% de lisina digestível é requerido para um máximo desempenho, medido em termos de ganho médio de peso e conversão alimentar para leitões de 15 a 30 kg.

TABELA 11

Níveis de lisina digestível sobre o desempenho de leitões de 15 a 30 kg de peso vivo

	Nível de lisina digestível (%)					CV (%)
	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	
Ganho de peso (g/dia) ¹	661	607	755	771	708	6,7
Consumo de ração (g/dia)	1,167	1,042	1,165	1,066	1,036	9,0
Conversão alimentar (g/g) ²	1,77	1,72	1,54	1,38	1,46	7,4
Consumo de lisina digestível (g/dia) ¹	9,34	9,38	11,65	11,73	12,43	9,9
Deposição de proteína na carcaça (g/dia) ²	73	67	92	103	95	11,5

1. Efeito quadrático (P < 0,06).

2. Efeito linear (P < 0,01).

A influência positiva dos níveis de lisina sobre a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso em suínos na fase inicial também foi observada por Van Lunen e Cole (1998), Ferguson et al. (2000), James et al. (2002), Kendall et al. (2002), Colina et al. (2003) e Merino et al. (2003).

Quando consideramos os resultados obtidos em estudo de James et al. (2002), no qual, apesar de a melhor resposta de CA de suínos na fase inicial de crescimento ter ocorrido no nível de 1,30% de lisina digestível, superior ao obtido neste estudo (1,10%), os valores se equivalem quando expressos em gramas/dia (11,26 a 11,73 g/dia), ficou evidenciado que o padrão do CRD dos animais constitui um dos fatores que podem influenciar a resposta dos animais ao nível de lisina das rações. Essa proposição confirma a afirmação de Schinckel (2001), de que as exigências dos animais em nutrientes, principalmente aminoácidos, devem ser expressas em gramas ingeridas por dia.

1.4. Fase de recria

Essa fase compreende o período desde a saída da creche, que ocorre dos 55 aos 70 dias, até os 110 dias de idade dos leitões, com peso inicial de 30 kg e final, aos 110 dias de idade, de 70 kg. Deve-se considerar como satisfatório um peso de 30 kg aos 65 dias de idade. Ainda existem granjas que adotam o programa de apenas uma ração nessa fase; porém, outras já adotam o programa de duas rações.

1.5. Fase de terminação

Nessa fase, que compreende dos 110 dias ao abate, os animais deverão apresentar engorda em torno de 780 g de peso diário, considerando desde o nascimento até o peso de abate. Muitas granjas adotam vender seus animais em torno de 142 dias de idade. Por outro lado, existem frigoríficos que abatem os animais mais tardiamente, com a finalidade de vender os cortes nobres, como é o caso da picanha. Assim, os animais podem ser vendidos até os 160 dias de idade com um peso de aproximadamente 125 a 130 kg. Também é comum o nutricionista adotar um programa de duas rações nessa fase de acabamento. Vale lembrar que apenas nessa fase os animais atingem um ganho diário de 1,0 a 1,2 kg.

As recomendações, da Universidade de Viçosa, para essa fase de terminação dos animais (tabela 12) também sofrem algumas diferenças de acordo com cada manual de produtor ou mesmo dos fabricantes de rações e suplementos.

TABELA 12

Exigências nutricionais de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior

Características de desempenho	Fase de terminação	
	70 a 100	100 a 120
Peso vivo (kg)	70 a 100	100 a 120
Peso médio (kg)	85	110
Ganho de peso (kg/dia)	1,080	0,980
Consumo (kg/dia)	2,950	3,100
Exig. lisina dig. (g/dia)	23,903	20,492
	Níveis nutricionais	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,230	3,230
Proteína (%)	15,530	13,920
Cálcio (%)	0,484	0,453
Fósforo total (%)	0,412	0,400
Fósforo disponível (%)	0,248	0,245
Potássio (%)	0,400	0,372
Sódio (%)	0,160	0,150
Cloro (%)	0,150	0,140
Aminoácido	Dig.	Total
Lisina (%)	0,661	0,751
Metionina (%)	0,205	0,225
Metionina + cistina (%)	0,410	0,458
Triptofano (%)	0,126	0,143
Treonina (%)	0,443	0,533
Arginina (%)	0,212	0,225
Valina (%)	0,456	0,526
Isoleucina (%)	0,364	0,413
Leucina (%)	0,661	0,728
Histidina (%)	0,218	0,240
Fenilalanina (%)	0,331	0,368
Fenilalanina + tirosina (%)	0,661	0,736

1.6. Sumário de um manejo básico da alimentação nos diferentes ciclos de produção

- **Gestação e nutrição pré-natal:** fornecer para a fêmea gestante ração com 12% de proteína bruta (PB) e 3.300 kcal de energia digestível (ED), sendo 1,8 kg até 72 dias de gestação e 2,5 kg até 113 dias. Dois ou três dias antes do parto, fornecer uma alimentação com altos teores de fibra, como farelo de trigo ou capim picado.
- **Reprodutores:** os reprodutores machos devem receber 2,0 kg de uma ração "da gestação", podendo ser ligeiramente aumentada ou diminuída de acordo com a conformação física do animal, que não deve ser gordo.
- **Parição:** no dia provável do parto deve-se fornecer apenas água limpa e fresca, à vontade. Iniciar o fornecimento com 2 kg de ração no segundo dia do parto e aumentar gradativamente até que, no sétimo dia, porcas com até 8 leitões devem receber 2,5 kg para a porca e 0,4 kg a mais para cada leitão. Deve-se fornecer ração à vontade para porcas com maior número de leitões. A ração deve conter 13% de PB e 3.340 kcal de ED.
- **Creche:** deve ser feito melhor manejo da alimentação durante 10 a 12 dias após o desmame, quando a ração diária deve ser restrita e fracionada em intervalos regulares.
- **Crescimento:** o fornecimento de ração deve ser à vontade e deve conter 3.400 kcal de ED. O nível de proteína varia de acordo com o peso dos animais, sendo: animais de 5 a 10 kg de peso – 20% de PB; 10 a 20 kg de peso – 18% de PB; e animais de 20 a 50 kg de peso – 15% de PB.
- **Terminação:** essa fase vai dos 60 kg até o abate, e nela os suínos devem receber ração à vontade, com 13% de PB e 3.400 kcal de ED.
- **Fêmeas para reposição:** as fêmeas destinadas à reposição devem ser separadas do lote aos 120 dias de idade e continuar recebendo ração de crescimento com 15% de PB e 3.300 a 3.400 kcal de ED. A ração deve ser fornecida à vontade.

1.7. Principais alimentos, desde os mais comuns até os considerados alternativos

O uso de ingredientes alternativos sempre foi um recurso utilizado na suinocultura com o objetivo de reduzir os custos de produção, principalmente nos momentos de baixo preço do suíno no mercado. No atual contexto mundial, no qual o milho passa a ser utilizado na produção de etanol, a utilização de ingredientes alternativos na alimentação animal é de especial relevância. Tem sido amplamente discutido o uso de outras fontes de energia para as rações, além do milho, assim como o uso dos subprodutos da produção do etanol na alimentação animal. A alteração da demanda no mercado mundial pelo milho faz com que o preço desse grão fique sujeito a variação mais constante e, conseqüentemente, há maior preocupação com seu impacto na viabilidade econômica da produção animal, a qual tem esse grão como principal ingrediente das rações.

O uso de aditivos, como enzimas, que contribuem para melhorar a digestibilidade de ingredientes alternativos, também passa a merecer especial atenção nesse novo contexto.

Essa revisão busca dar um panorama geral de oportunidades de substitutos dos grãos, como o milho e o farelo de soja, tradicionalmente utilizados na alimentação de suínos, bem como visa destacar os aditivos que contribuem para aumentar o uso dos ingredientes alternativos. Especial atenção será dada à possibilidade de utilização dos alimentos alternativos nas dietas de suínos nas fases de crescimento/terminação, gestação, lactação, cachaços, e nas dietas de leitões pós-desmame.

Nota-se que o uso de alimentos alternativos tem aumentado nas diferentes regiões produtoras de suínos do Brasil. Algumas opções não são convencionais, apresentam disponibilidade limitada e são regionais, mas devem ser exploradas na medida em que constituem opções na redução do custo de produção do suíno. Os principais ingredientes utilizados na alimentação de suínos estão apresentados na tabela 13.

TABELA 13

Principais ingredientes utilizados na alimentação de suíno

Classificação	Ingredientes
Energéticos	Milho, sorgo, milheto, trigo, trigoilho, triticale, cevada, aveia, quireira de arroz, farelos de trigo e de arroz, mandioca e raspa de mandioca, caldo de cana, óleo de soja degomado, gorduras animais.
Proteicos de origem vegetal	Subprodutos do processamento de vegetais, tais como: farelos de soja, de glúten, de algodão, de amendoim, de girassol, de canola; leveduras de destilarias, polpa cítrica, quinoa, amaranto, ervilhas.
Proteicos de origem animal	Farinhas de carne e ossos, de carne, de peixes, de penas hidrolisadas, de vísceras, de sangue.

Fonte: Bellaver e Ludke, 2004.

Como regra geral, as principais alternativas de alimentação disponíveis para suínos para uso direto nas granjas são os ingredientes de origem vegetal, destacando-se:

- Essencialmente energéticos, como a raiz de mandioca (*in natura*, silagem da raiz, raspa integral, farinha e farelo residual) e caldo de cana. O nível de proteína desses ingredientes é baixo, exigindo, quando da sua inclusão na dieta, que seja aumentada a proporção das fontes proteicas, o que representa importante limitação. A raspa (seca) integral da raiz de mandioca em termos percentuais pode responder por até 50% da dieta. O caldo de cana apresenta, em termos comparativos, energia metabolizável de 3.202 kcal/kg quando expresso com valor hipotético de 88% de matéria seca.
- Energéticos semelhantes ao milho, como o sorgo, o milheto, grãos inteiros de arroz e arroz na forma de quireira, apresentam a possibilidade de substituição total do milho, causando apenas pequenos ajustes na porcentagem dos demais ingredientes da ração. No mesmo grupo podem ser incluídas muitas sementes de gramíneas, porém algumas delas (principalmente as tropicais) apresentam valor energético muito menor que o do milho. A silagem de grão de milho úmido pode ser estrategicamente

usada em nível de propriedade, visando a redução em até 28 dias o tempo de ocupação da lavoura, e a sua inclusão nas dietas de todas as categorias de suínos pode ser realizada via substituição total do milho, desde que realizados os ajustes em função do teor de umidade, da maior disponibilidade dos minerais e, proporcionalmente a um mesmo nível de umidade, maior valor de energia metabolizável.

- Fornecedores de energia com nível de proteína mais elevado que o milho (pelo menos acima de 14%), como o farelo de arroz integral (muito sensível à rancificação), a semente de girassol e a soja integral inativada (tostada, cozida, extrusada). São os ingredientes que apresentam elevado teor de extrato etéreo e por esse motivo têm maior densidade energética. São recomendados para substituir entre 75% e 100% da proteína fornecida pelo farelo de soja em dietas para matrizes em lactação. A soja devidamente processada pode ser incluída em até 20% nas dietas nutricionalmente equilibradas a serem fornecidas para os leitões nas fases pré-iniciais e iniciais. Para suínos em terminação, o elevado teor de gordura insaturada afeta a qualidade da gordura na carcaça. A inclusão do farelo de arroz integral em rações para suínos em crescimento e terminação deve ser restringida até um máximo de 30% da dieta.
- Fornecedores de proteína, como o farelo de algodão, o farelo desengordurado de arroz, o farelo de girassol e as sementes de leguminosas (em especial o guandu), entre outros. São ingredientes aptos à inclusão em dietas de suínos em crescimento e terminação e fêmeas em gestação, substituindo entre 10% e 15% da proteína oriunda do farelo de soja. Como regra geral, as sementes de leguminosas apresentam, em níveis variados, fatores antinutricionais que devem ser adequadamente inativados.
- Fornecedores de proteína com baixa energia, a exemplo do feno de leucina, feno da folha de mandioca, que podem substituir parcialmente o farelo de soja, são ingredientes preferenciais para serem incluídos em proporção definida (no máximo 10%) nas dietas de fêmeas em gestação porque apresentam elevado teor de fibra bruta e baixa densidade energética.

1.8. Alimentos alternativos para leitões

Por ocasião do desmame, que se dá por volta do 21º dia de idade dos leitões, quando a lactase ainda se encontra em franca síntese e a maioria das outras enzimas digestivas ainda não alcançaram seus níveis ótimos, o nutricionista deve utilizar rações com altos níveis de lactose e outros ingredientes de alta digestibilidade. Essa condição enzimática do sistema digestório revela que os leitões têm uma capacidade limitada para digerir amido, sacarose e gordura até os 21 dias de idade.

Sabe-se que uma alternativa para amenizar o desafio nutricional imposto pelo desmame é o uso de dietas complexas com fontes de proteína de alta qualidade, onerando o custo das rações. Portanto, a inclusão de alimentos alternativos pode ser uma estratégia nutricional benéfica ao desempenho do animal e viável para o produtor.

Fatores como *status* sanitário, ambiente, manejo, qualidade e custo de ingredientes devem ser considerados para a utilização desses alimentos alternativos.

A adição de plasma sanguíneo em pó a dietas para leitões desmamados precocemente tem resultado em aumento do consumo de alimentos e em ganho de peso em comparação com dietas contendo farelo de soja, produtos lácteos e farinha de peixe de alta qualidade como fonte de proteína. Os mecanismos pelos quais o plasma sanguíneo promove essa melhora no desempenho dos animais ainda não estão bem elucidados; contudo, acredita-se que estejam relacionados à sua alta palatabilidade e composição química, uma vez que contém 22,5% de imunoglobulinas e 28,0% de albumina. A presença de imunoglobulinas pode aumentar a imunocompetência dos animais, prevenir os danos causados por patógenos na parede intestinal e manter as propriedades digestivas e absorptivas do intestino.

Dietas com produtos lácteos podem melhorar a taxa de crescimento de leitões pós-desmame, como o soro de leite, subproduto da fabricação do queijo, que é utilizado na alimentação de suínos. A lactose é a principal fonte de energia do soro, representando ao redor de 70% da matéria seca. Embora a energia metabolizável sofra redução com a inclusão do soro de leite, não afeta o desempenho dos leitões em níveis de até 21%. Portanto, a utilização de soro de leite é viável economicamente quando o custo da ração economizada for maior que o do transporte de soro.

2. O USO DE ENZIMAS PARA MELHORAR A UTILIZAÇÃO DOS ALIMENTOS

As enzimas são moléculas de proteína bastante grandes e complexas que agem como catalisadoras em reações bioquímicas. Elas se conectam às substâncias reagentes e enfraquecem certas ligações químicas, de modo que menos energia de ativação seja necessária para que as reações ocorram. Portanto, se ausentes, as reações químicas seriam lentas demais para dar suporte à vida.

Na alimentação animal, são utilizadas as enzimas denominadas "exógenas", que são produzidas por meio de culturas aeróbicas, derivadas de fermentações fúngicas bacteriana e de leveduras em condições de processamento muito bem controladas. Porém, a maioria provém da fermentação de bactérias (*Bacillus sp.*) e fungos (*Aspergillus sp.*).

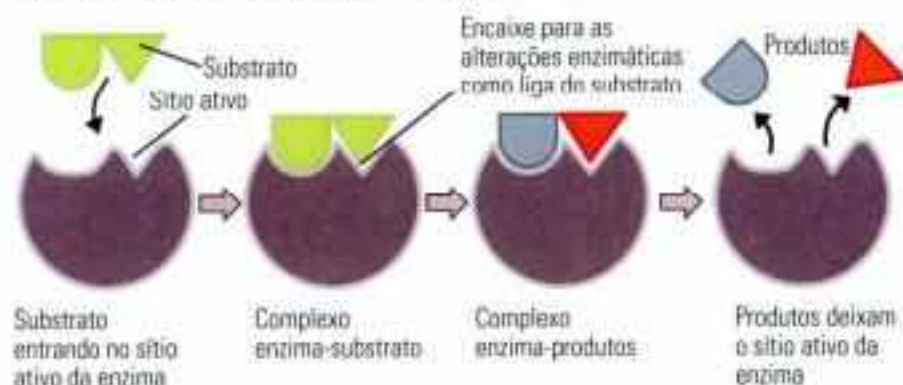
As enzimas utilizadas são, em sua maioria, estáveis à temperatura ambiente, porém inativam-se rapidamente a temperaturas elevadas. A estabilidade da enzima é superior quando incorporada no alimento, mas o calor da peletização pode inativá-la.

A função catalítica das enzimas depende de uma série de fatores, como a concentração do substrato, da enzima, e o ambiente no qual a reação ocorrerá. Alguns dos fatores mais importantes a considerar são: temperatura, pH, umidade e presença de coenzimas e inibidores. Para uma boa utilização de enzimas, sua atividade biológica deve sobreviver aos rigores da fabricação e estocagem da ração e resistir ao baixo pH e às enzimas proteolíticas do trato digestório. Quando o alimento é submetido a temperaturas elevadas, como nos processos de peletização e extrusão, pode ocorrer uma desnaturação das enzimas, eliminando o benefício de sua inclusão na dieta dos animais. Quando o alimento for aquecido acima de 75°C, o que é comum durante esses processos, recomenda-se que as enzimas sejam aspergidas posteriormente à obtenção dos grânulos.

A secreção de enzimas normalmente depende da presença do substrato. A enzima possui uma especificidade em relação ao substrato em razão de uma região denominada "sítio ativo". Essa fenda espacial contém aminoácidos cujas cadeias laterais criam uma superfície complementar ao substrato. Dessa forma a enzima liga-se ao substrato e, após a formação do complexo enzima-substrato, ocorre a formação de um novo produto, sem a modificação da enzima (figura 2).

FIGURA 2

Ilustração do substrato, da enzima, do complexo enzima-substrato e do produto



Fonte: <www.mondbelucacac.com.br/fisiologia/enzimas.htm>

2.1. Efeitos esperados das enzimas

- Anular o efeito de fatores antinutricionais presentes em alguns alimentos que não são suscetíveis à ação de enzimas endógenas, prejudicando a digestão normal dos alimentos.
- Aumentar a disponibilidade de proteínas e minerais que podem estar protegidas pelas paredes celulares de fibras com baixa digestibilidade ou estão sob formas químicas que não permitem o seu aproveitamento pelo organismo.
- Diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes.
- Auxiliar a digestão em animais jovens, devido à imaturidade do sistema digestivo, em razão de uma produção enzimática endógena inadequada.

2.2. Complexo xilanase–glucanase

Alguns alimentos são ricos em polissacarídeos não amiláceos (PNA). Estes são polímeros de açúcares simples, e, em razão da natureza das cadeias de ligações das unidades de açúcares, são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos animais monogástricos.

Os PNA fazem parte da parede celular e consistem principalmente em pentose, rafinose e estaquiose, encontradas nas sementes de oleaginosas; β -glucanos, em altas concentrações na cevada e aveia; e pentosanas, como as arabinoxilanas, no trigo, triticale e centeio (tabela 14).

TABELA 14

Concentração de alguns fatores antinutricionais em alimentos para suínos (g/100 g de matéria seca)

Alimento	β -glucanos ¹	Pentosanas ²	Oligossacarídeos produtores de flatulência		
			Rafinose	Estaquiose	Verbascose
Cevada	4,3	6,0	0,2	–	–
Aveia	3,4	6,6	–	0,5	0,3
Centeio	1,9	9,3	0,8	–	–
Trigo	0,7	6,6	0,7	–	–
Triticale	0,7	7,1	–	–	–
Sorgo	1,0	–	–	–	–
Farelo de girassol	–	–	1,9	0,4	–
Farelo de algodão	–	–	3,6	0,9	–
Farelo de soja	–	–	0,7	4,1	–

1. β -glucanos. 2. Xilose e arabinose.

Os PNA possuem elevada capacidade de ligarem-se à água, resultando num aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, que prejudica a digestão.

Os animais monogástricos não são capazes de digerir totalmente os PNA por não sintetizar as enzimas xilanases, celulasas e as glucanases, responsáveis pela digestão dos PNA.

O aumento da viscosidade da digesta dificulta a mobilidade e a atuação das enzimas digestivas. A digestão das gorduras é a mais prejudicada nessa condição, uma vez que é dependente de micelas, sendo o trânsito desta prejudicado, ocasionando menor digestibilidade dos nutrientes. Além disso, a viscosidade elevada desse bolo alimentar aumenta a umidade das fezes.

A inclusão de complexos multienzimáticos, compostos principalmente por glucanases, amilases, xilanases, arabinoxilanases, celulases e hemicelulases, contribui para a redução dessa viscosidade e otimização da digestão dos nutrientes, principalmente para dietas que podem levar ao aumento da viscosidade, compostas por cevada, centeio e triticale. Os aditivos comerciais não contêm uma única enzima, mas, ao contrário, são preparados enzimáticos contendo uma variedade de enzimas, o que é desejável, uma vez que as rações são compostas por vários ingredientes.

A indústria produz as enzimas carboidrases, como a xilanase e a glucanase, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*. A celulase é obtida através da extração da fermentação de *Trichoderma viride* e tem atividade de 250 unidades de celulase ativa (UCA/g). Esse produto é um pó e deve ser misturado ao amido de milho com corante amarelo.

Uma UCA é definida como a quantidade de enzima que libera 1 μmol de glicose em uma solução com 5% (peso/volume) de celulase em uma hora a pH 5,0 e 37°C.

2.3. Fitase

Aproximadamente um terço do fósforo presente nos alimentos de origem vegetal encontra-se disponível para ser aproveitado pelos animais monogástricos em razão de esse mineral estar presente na forma de ácido fítico ou mioinositol hexafosfórico ou simplesmente fitato.

O fitato, além de deixar indisponível parte do fósforo, pode quelatar íons bivalentes, como o Ca, Fe, Mg, Zn, Mn e Cu. Também pode interferir na absorção de aminoácidos e na atividade da tripsina e pepsina. Essa interação entre proteínas e fitatos ocorre por ligações iônicas dependentes de pH e da ação quelatante com o Ca, sendo este necessário para a atividade de diversas enzimas endógenas.

A fitase industrial é obtida através da recombinação gênica dos fungos *Aspergillus niger* e *Aspergillus ficum*. O produto é um pó e apresenta-se misturado ao farelo de trigo utilizado como veículo que lhe dá a cor marrom-clara. Apresenta uma atividade normalmente de 5.000 unidades de fitase ativa (UFA/g). Uma UFA é definida como uma quantidade de enzima que libera 1 μmol de ortofosfato por minuto de uma solução a 0,0051 mol/l de fitato de sódio a uma temperatura de 37°C e pH 5,5.

2.4. Fornecimento de enzimas para leitões

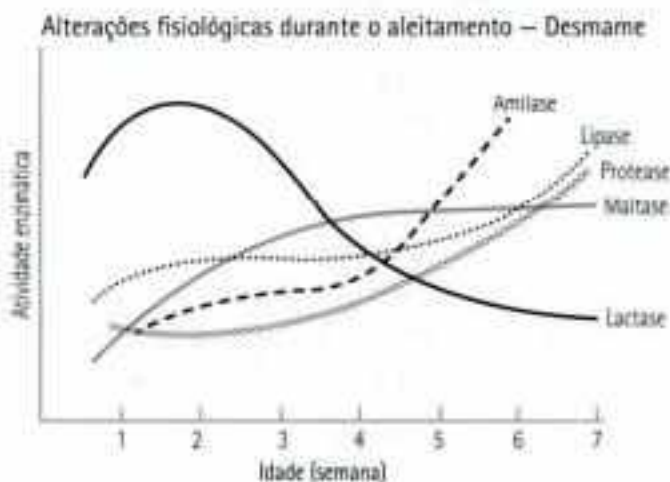
Atualmente existe a preocupação em fornecer dietas altamente digestíveis ou até pré-digeridas e/ou suplementadas com enzimas exógenas a fim de minimizar os impactos ocasionados pelo desmame, que ocorre entre os 16 e os 21 dias, dependendo do manejo adotado. Inicialmente o organismo do leitão não está preparado para a mudança do leite para a dieta farelada, pois apresenta deficiência de certas enzimas nas primeiras semanas de idade (figura 3).

Durante o aleitamento, a lactase é a enzima fundamental para a digestão do açúcar, pois este é o glicídio disponível no leite. Na fase pós-desmame, dependendo do tipo de alimentação sólida que o animal recebeu durante a lactação (ração), ele poderá necessitar de alguns dias para ter as enzimas amilase, maltase e sacarase disponíveis em quantidades adequadas. Essas enzimas são responsáveis pela digestão do amido e dos dissacarídeos maltose (glicose-glicose) e sacarose (glicose-frutose). Isso sucede também com a secreção de lipase e de protease, que também dependem dos substratos para a sua ativação.

A inclusão de enzimas digestivas exógenas nas dietas reduz a síntese de enzimas endógenas. Em consequência disso, o organismo teria à disposição mais aminoácidos para a síntese proteica. Supõe-se que a secreção de enzimas pancreáticas seja afetada pela concentração de enzimas no intestino delgado e/ou substratos ou produtos de hidrólise.

FIGURA 3

Enzimas endógenas dos leitões nas primeiras 7 semanas de vida



Fonte: Kolder e Mimmers, 1974.

Junqueira et al. (2008) comprovaram melhora no desempenho dos suínos em todas as fases de criação, utilizando-se o probiótico à base de *Bacillus cereus* var. *toyoi*, o prebiótico produzido através do endosperma do coco, e a combinação dos dois (tabela 15).

TABELA 15

Desempenho de suínos nas diferentes fases de criação, submetidos a diferentes promotores de crescimento

Tratamentos	Ganho de peso			
	28 a 41 dias	42 a 71 dias	72 a 104 dias	105 a 142 dias
Controle	5,91a	18,73b	28,50b	34,70b
Antibiótico	6,08a	18,41b	28,98b	35,12ab
Probiótico	6,10a	19,04a	29,13ab	35,00ab
Prebiótico	6,00a	19,84a	30,45a	35,07ab
Probiótico + prebiótico	6,10a	19,98a	30,83a	36,08a
CV	3,18	3,03	3,63	3,81
	Consumo de ração			
Controle	8,51a	34,28a	72,96b	103,41a
Antibiótico	8,76a	32,95a	66,65ab	101,85a
Probiótico	8,48a	33,51a	64,09a	100,8a
Prebiótico	8,40a	35,31a	67,90ab	101,00a
Probiótico + prebiótico	8,60a	34,56a	68,13ab	100,66a
CV	2,36	3,81	4,13	4,01
	Conversão alimentar			
Controle	1,44a	1,83b	2,56b	2,98b
Antibiótico	1,44a	1,79ab	2,30a	2,90ab
Probiótico	1,39a	1,76ab	2,20a	2,88ab
Prebiótico	1,40a	1,78ab	2,23a	2,88ab
Probiótico + prebiótico	1,41a	1,73a	2,21a	2,79a
CV	3,18	2,73	4,00	4,13

Médias na coluna seguidas de letras minúsculas diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

3. O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL NA FORMULAÇÃO DAS RAÇÕES

Com o aumento nos últimos anos da disponibilidade de aminoácidos sintéticos (industriais), tem sido proposto o conceito da proteína ideal. De acordo com Emmert e Baker (1997), a proteína ideal pode ser definida como o balanço exato de aminoácidos, sem deficiências ou excessos, com o objetivo de satisfazer as exigências de manutenção e desempenho máximo em proteína corporal ou a outro propósito a que se deseja (exemplo: produção de leite).

A principal vantagem da utilização do conceito de proteína ideal é que ela pode ser facilmente adaptada a uma variedade de situações, mantendo assim a proporção ideal dos aminoácidos com a lisina, a qual é considerada um aminoácido de referência, permitindo a redução dos níveis proteicos das rações. É ainda uma alternativa para diminuir o excesso de nitrogênio presente nas dietas e, conseqüentemente, reduzir sua excreção no meio ambiente.

TABELA 16

Relação aminoácido – lisina digestível para atender às exigências dos suínos

Fase	Inicial		Crescimento	Terminação
	A	B	B	B
Aminoácido	A	B	B	B
Lisina (%)	100	100	100	100
Metionina (%)	29	28	30	31
Metionina + cistina (%)	60	56	60	62
Triptofano (%)	18	17	18	19
Treonina (%)	65	63	65	67
Arginina (%)	42	42	41	32
Valina (%)	68	69	69	69
Isoleucina (%)	60	55	55	55
Leucina (%)	100	100	100	100
Histidina (%)	32	33	33	33
Fenilalanina + tirosina (%)	95	100	100	100

(A) Chung e Baker, 1992. (B) Rostagno et al., 2005.

4. PAPEL DO NUTRICIONISTA NO BINÔMIO NUTRIÇÃO X MEIO AMBIENTE

A demanda por carne suína e seus derivados estimulou a expansão da atividade suinícola, resultando na intensificação dos criatórios em confinamento, especialmente no oeste de Santa Catarina. Isso trouxe em consequência um grande aumento da quantidade de dejetos produzidos, os quais, inadequadamente tratados e reaproveitados, passaram a causar poluição ambiental.

A nova realidade dos mercados consumidores, exigindo produtos de qualidade, preços competitivos e oriundos de sistemas não poluidores do ambiente, passou a exercer crescente pressão para a reciclagem desses resíduos, dentro de padrões aceitáveis do ponto de vista sanitário, econômico e ambiental.

Os dejetos de suínos, até a década de 1970, não constituíam fator preocupante, uma vez que a concentração de animais era pequena, o que favorecia sua utilização como adubo orgânico no solo. O desenvolvimento da suinocultura trouxe em consequência a produção de grandes quantidades de dejetos, normalmente armazenados em lagoas e depósitos abertos, onde se desenvolve a produção de gases nocivos, que são transferidos para a atmosfera. Os alarmantes índices de contaminação dos recursos naturais, especialmente hídricos, e da qualidade de vida nos grandes centros produtores de suínos, indicam que boa parte dos efluentes dos sistemas criatórios são lançados direta ou indiretamente no solo e em cursos de água, sem receber um tratamento adequado, transformando-se em uma expressiva fonte poluidora.

A quantidade e composição dos dejetos de suínos, como de qualquer outro animal, tende a ser positivamente relacionada com a quantidade e composição do alimento que lhe é fornecido.

Entre os principais componentes poluentes dos dejetos suínos estão o nitrogênio, o fósforo e alguns microminerais, como o zinco e o cobre. O problema do nitrogênio no solo é sua transformação em nitrato. Em vários rios europeus o nitrogênio dos dejetos animais contribui com índices entre 40% e 60% do nitrogênio total encontrado. Também foi verificada uma correlação positiva entre a concentração de nitrato e nitrito nos rios e o nível de aplicação de

nitrogênio no solo (fertilizantes e dejetos). Como exemplo do aumento de nitrogênio colocado no solo pelos dejetos, na Holanda, no início do século, o valor total foi de 90.000 t/ano. Já em 1985 esse valor subiu para 450.000 t/ano (Lee e Coulter, 1990). O nitrato movimenta-se facilmente no solo e dissolve-se na água. O nitrogênio pode também poluir o ambiente na forma de amônia, que pode causar a chamada "chuva ácida". O excesso de fósforo, assim como de nitrogênio e outros nutrientes, favorece o desenvolvimento desordenado de algas. A decomposição dessas algas consome o oxigênio dissolvido na água, comprometendo o crescimento de espécies aquáticas como peixes, crustáceos etc. O fósforo em excesso fica acumulado no solo e só é dissolvido na água dos rios quando a capacidade de retenção dele pelo solo fica prejudicada. No caso dos microminerais, é sabido que níveis relativamente baixos de cobre podem causar a morte de peixes, algas e fungos. Oliveira (1994) citou que níveis de cobre de 0,025 a 0,2 mg/l são tolerados pelos peixes. O zinco também pode comprometer o desenvolvimento de peixes e algas.

A administração adequada dos dejetos de suínos na propriedade rural tem sido um problema ainda pouco discutido, mas que tem consequências muito sérias na preservação do meio ambiente. No Brasil, algumas fundações estaduais de proteção ao meio ambiente têm-se mobilizado, objetivando estabelecer critérios de avaliação de ambientes poluídos e, em casos extremos, recomendando o fechamento de propriedades suinícolas.

Normalmente, as iniciativas que predominam para minimizar o problema de poluição por dejetos estão relacionadas com procedimentos de engenharia, que estabelecem maneiras para o seu armazenamento, com o entendimento de seu potencial como fertilizante e, no momento, com a possibilidade do uso como alimento para bovinos e suínos. Entretanto, muitos estudos têm sido desenvolvidos, nos quais os nutricionistas de suínos têm demonstrado que podem interferir no processo, revisando os conhecimentos de nutrição e de alimentação, no sentido de minimizar o fornecimento de nutrientes poluentes e maximizar a sua utilização pelos animais. Também os nutricionistas poderão colaborar para o dimensionamento das propriedades suinícolas, visando uma harmonia entre a produção animal e a preservação do meio ambiente.

5. ASPECTOS RELACIONADOS À EFICIÊNCIA NUTRICIONAL

Uma vez definidas a estrutura e a forma de produção dos suínos, do ponto de vista ambiental, os aspectos relacionados à nutrição são os primeiros a ser planejados. Isso se explica porque é mais fácil e econômico evitar excessos nutricionais que arcar com as consequências, que são os elevados índices de excreção e a dificuldade posterior de dar destino aos nutrientes excretados em excesso.

Assim, do ponto de vista da nutrição, devem ser considerados três fatores influentes nas quantidades de nutrientes excretadas pelo suíno. Além das perdas endógenas que representam uma fração pequena das perdas totais e cuja influência sobre a redução na excreção é mínima, a quantidade consumida e a eficiência de utilização dos nutrientes para o crescimento e o desempenho das demais funções produtivas assume a importância primordial. Pouco pode ser feito acerca da perda endógena; entretanto, pode-se reduzir de forma estratégica a quantidade de alguns nutrientes na dieta e ao mesmo tempo aumentar a eficiência de utilização de muitos outros.

A eficiência média na utilização do nitrogênio da ração dos suínos é de 29%; do fósforo, de 28%; e do potássio, apenas de 6%. Segundo o NRC (1998), cerca de 45% a 60% do nitrogênio, 50% a 80% do fósforo e cálcio, aproximadamente 70% a 95% do cobre, zinco, potássio, sódio, magnésio, manganês e ferro consumidos são excretados pelos suínos. Na tabela 17 estão apresentados valores médios de excreção do nitrogênio e do fósforo em porcentagem do total ingerido por aves e suínos, podendo-se observar que em média dois terços desses elementos ingeridos pelos suínos são excretados.

TABELA 17

Proporção entre nitrogênio e fósforo consumido e excretado por algumas categorias de aves e suínos

Espécie animal	Taxa de excreta (como % do consumo)	
	N	P
Frangos de corte	57	57
Poedeiras	67	85
Suínos crescimento/terminação	71	67
Porcas em lactação (excluindo os leitões)	81	84
Leitões (até 25 kg PV)	55	58

Fonte: Schwarz, 1994.

Comparativamente ao frango de corte, a eficiência do suíno na fase de crescimento e terminação em aproveitar o nitrogênio e fósforo ingeridos é de apenas 80% e 85%, respectivamente. Da mesma forma, comparando-se a eficiência das porcas em lactação com a das poedeiras, verifica-se que as porcas apresentam em média apenas 83% da eficiência das poedeiras para o aproveitamento do nitrogênio ingerido.

Isso significa que, ao considerarmos o respectivo consumo para cada categoria animal com a concentração nutricional média da dieta na fase produtiva, teremos uma equivalência de excreção de nitrogênio e de fósforo. Embora a eficiência das aves para retenção de nitrogênio e fósforo seja maior que a dos suínos, cada frango de corte abatido com peso médio de 2,5 kg terá excretado em torno de 100 gramas de nitrogênio e 10 gramas de fósforo durante sua curta existência.

Os dados apresentados na tabela 18 foram gerados por Jones (1997), do serviço de extensão da Universidade da Geórgia, com base em pesquisa da Universidade Estadual da Carolina do Norte. Em termos totais, 100 porcas com seus leitões (unidade produtora de leitões) têm uma excreção de nitrogênio e fósforo no dejetos ao ano equivalente a 2.650 e 940 frangos de corte alojados, respectivamente. No ciclo completo, 100 porcas com os leitões sendo terminados

até o peso de abate tem uma equivalência na excreção de nitrogênio e de fósforo, ao ano, via dejetos, de 32.600 e 11.700 frangos de corte alojados, respectivamente.

TABELA 18

Equivalência entre suínos e frangos de corte com relação à excreção de nitrogênio e fósforo.

Equivalência	100 porcas Unidade produtora de leitão	100 porcas Sistema de ciclo completo
Nitrogênio	2.650 frangos	32.600 frangos
Fósforo	940 frangos	11.700 frangos

Fonte: Jones, 1997.

Estima-se que a quantidade de dejetos líquidos produzidos ao ano por uma matriz suína e sua prole, considerando o sistema de produção em ciclo completo, seja de 23,7 m³. Esse valor é calculado adotando-se os índices produtivos médios característicos para uma suinocultura tecnificada apresentados no quadro 1, combinados com os resultados publicados por Oliveira (1994) e resumidos na tabela 19.

A caracterização da quantidade de dejetos de uma matriz em produção, em termos de volume, apresenta o forte inconveniente da variabilidade na eficiência de manejo da água no nível de granja e pode ser vinculada à eficiência de aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Da mesma forma, a concentração em nutrientes no dejetos sempre deverá ser o critério a ser adotado ao se recomendar as quantidades efetivas de dejetos a aplicar no solo. Nesse sentido, não procede o intento de vincular diretamente a produção de dejetos por matriz instalada em termos de volume com a adubação a ser aplicada em determinado solo e dessa forma limitar o número de animais nas granjas em função do volume de dejetos, e não em função do efetivo balanço de nutrientes que se obtém com o manejo da nutrição.

QUADRO 1

Índices produtivos característicos da suinocultura tecnificada

2,5 partos por matriz ao ano
10 a 12 leitões desmamados por parto
21 dias de lactação
55 a 63 dias é a idade para saída da creche
90 a 120 dias é o tempo dos suínos em crescimento e terminação
34 kg é o consumo de ração por leitão até a saída da creche
220 kg é o consumo de ração no crescimento e terminação
1.050 kg de ração é o consumo por matriz ao ano

TABELA 19

Consumo de ração ao dia por fase de produção dos suínos e a respectiva produção mensal de dejetos

Categoria animal	Ração kg/animal/dia	Dejetos m ³ /animal/mês
Lactação	5,5	0,81
Gestação	2,3	0,48
Suínos de 25 a 100 kg	2,4	0,25
Leitões na creche	0,8	0,05

Fonte: Adaptado de Oliveira, 1994.

Segundo Jelinek (1977), citado por Oliveira (1994), a quantidade de dejetos produzida diariamente pelos suínos varia entre 4,9% e 8,5% de seu peso corporal. A maior parte desse volume vem da urina, cujo volume depende da quantidade de água ingerida pelo animal. O mesmo autor sugeriu que para cada litro de água consumido pelo suíno ocorre uma produção de 0,6 litro de dejetos líquidos. Oliveira (1994) mostrou que as diferentes fases de produção dos suínos interferem nas quantidades absolutas de dejetos produzidos, e as porcas em lactação são as que mais dejetos produzem (tabela 20).

TABELA 20

Produção diária de dejetos nas diferentes fases de produção

Fases de produção	Esterco	Esterco + urina	Dejetos líquidos	Produção de dejetos líquidos
	kg/dia	kg/dia	l/dia	m ³ /animal/mês
25-100 kg	2,30	4,30	7,00	0,25
Porca	3,60	11,00	16,00	0,48
Porca lactação	6,40	18,00	27,00	0,81
Macho	3,00	6,00	9,00	0,28
Leitão creche	0,35	0,95	1,40	0,05
Média	2,35	5,80	8,60	0,27

Fonte: Adaptado de Oliveira, 1994.

Com relação ao volume de dejetos, um componente importante que pode afetar significativamente os valores é o desempenho dos animais. Latimier (1993), citado por Parsons e Baker (1994), afirma que o volume total de dejetos produzido pelos suínos em crescimento depende do ganho de peso e da eficiência de transformação dos nutrientes pelos animais. Suínos com peso entre 28 e 102 kg, com ganho de peso diário de 740 g, produziram um total de dejetos de 370 litros, e aqueles com um ganho de peso diário de 800 g, 310 litros. O autor observou que os suínos que tiveram conversão alimentar de 3,02 produziram 370 litros de dejetos e aqueles que tiveram conversão alimentar de 2,75 produziram 314 litros. Henry (1997) sugeriu que para cada redução de 0,1 na conversão alimentar a excreção de nitrogênio se reduz de 3%.

No cálculo da produção total de dejetos não são consideradas as emissões provocadas pelo metabolismo animal e pela atividade microbiana sobre os dejetos. Os dados referentes à produção e liberação de gases, em instalações fechadas na Europa, no período de um ano por mil suínos em crescimento/terminação, estão apresentados na tabela 21.

TABELA 21

Emissão de gases ao ano, medida em instalações fechadas na Europa, contendo suínos em terminação

Gás/emissão	1.000 suínos em terminação (emissão ao ano, kg)
Gás carbônico (CO ₂)	461.000
Amônia (NH ₃)	1.400
Metano (CH ₄)	200
Ácidos graxos voláteis	140
Sulfitos/Sulfetos (SO ₂ /SH ₂)	20

Fonte: Hartung, 1994.

Os resultados foram obtidos com uma taxa de ventilação de 150 m³/hora e unidade animal. Relativamente importante é a produção e liberação do gás amônia, que se distribui entre 80% e 90% num raio de 10 km e o restante pode ser amostrado em distâncias de até 100 km. O problema ambiental causado pelos gases liberados na suinocultura tem sido considerado apenas em países onde a densidade populacional é elevada e a criação de suínos, intensa.

5.1. Manejo da nutrição

O aumento da eficiência na produção de suínos com redução no impacto ambiental passa pela melhor adequação nutricional das dietas, o que pode ser obtido através de correta formulação de rações, envolvendo considerações sobre nitrogênio, fósforo e cobre.

5.1.1. Redução na excreção de nitrogênio

A redução dos níveis de proteína e a suplementação de aminoácidos sintéticos nas rações é uma opção para reduzir a excreção de nutrientes. Os suínos não têm uma exigência para proteína, mas sim para níveis apropriados e balanço individual de aminoácidos. O balanço nos quais os aminoácidos são suplementados nas rações difere grandemente do balanço em que eles são exigidos para um ótimo desempenho animal.

Em rações a base de milho e de farelo de soja fornecidas para suínos em crescimento, cerca de 25% da proteína ingerida é constituída de aminoácidos não balanceados, nos quais são degradados. Eles serão usados como uma fonte de energia cara e contribuem para a excreção do nitrogênio na urina e nas fezes, pois os suínos podem excretar cerca de 9% a 11% desse elemento consumido nas fezes e 42% a 48%, na urina. Pouco menos da metade do nitrogênio excretado nos dejetos de suínos pode ser atribuída ao inadequado balanço de aminoácidos nas rações desses animais (De Lange et al., 2001).

Para solucionar em parte o excesso da excreção de nitrogênio, o nutricionista deve sempre ter em mente que o conceito de proteína ideal é a maior ferramenta a ser utilizada. Hoje o mercado tem disponível a DL-metionina, metionina OH, L-lisina, L-treonina e o L-triptofano, o que, sem dúvida, trouxe uma real contribuição para uma formulação mais adequada.

5.1.2. Fatores que afetam a perda de nutrientes nos dejetos suínos

Em geral, os animais são ineficientes em transformar os nutrientes a eles oferecidos em produto (carne, leite, ovo). No caso dos suínos e das aves, é estimado que somente 35% a 45% do nitrogênio proteico consumido é transformado em produto animal. Para o fósforo, o que compromete seu uso é sua baixa digestibilidade em ingredientes de origem vegetal. Assim, para reduzir essas perdas e o conseqüente comprometimento do meio, é importante o conhecimento de alguns procedimentos em nutrição animal:

- conhecimento da composição nutricional dos ingredientes que compõem a ração;
- digestibilidade dos nutrientes poluentes em cada um dos ingredientes e quais as tecnologias disponíveis para melhorar sua digestibilidade;
- níveis de exigência de cada um deles nas diferentes fases de produção;
- programa alimentar adotado.

Conhecer essas variáveis permite redução de perda de nitrogênio e de fósforo da ordem de 30% a 40%. Assim, por mais eficientes que os processos de redução de poluição possam ser considerados, é através da nutrição que grandes avanços podem ser obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de fundamental importância que o nutricionista tenha amplo conhecimento do real valor nutritivo dos diferentes alimentos a ser utilizados nas rações, bem como das exigências dos suínos nas diferentes fases de criação.

De nada adianta uma ração de excelente qualidade se o manejo da granja não for adequado para que os animais possam exibir todo o seu potencial genético dentro de um ambiente saudável e sem desafios sanitários.

A formulação de ração não diz respeito apenas ao desempenho do animal, mas também ao meio ambiente em que os animais são criados. Dessa forma, o uso do conceito de proteína ideal realmente propicia ao nutricionista uma formulação segura e sem desperdícios, evitando perda de nitrogênio e outros nutrientes.

A administração de aditivos, como enzimas, probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos e outros, é sempre um grande auxiliar na melhora da digestibilidade dos alimentos.

É sempre benéfico, nas granjas tecnificadas, que o nutricionista formule um máximo possível de rações dentro de cada ciclo produtivo, evitando assim o excesso de nutrientes e, conseqüentemente, sua excreção para o meio ambiente.

Animais de boa procedência, rações que atendam exatamente às suas exigências e um manejo adequado constituem o tripé do sucesso da exploração suíncola.

Referências

- ABREU, P. G. "Ambiência avícola". *Revista Avicultura Industrial*, v. 1.070, 1999, pp. 18-22.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). "The nutrient requirements of pigs". Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981.
- ANDERSON, K. E.; DAVIS, G. S.; JENKINS, P. K.; CARROL, A. S. "Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages". *Poultry Science*, v. 83, 2004, pp. 15-23.
- BAËTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BAKER, D. H. et al. "Nutrient allowances for swine". *Feedstuffs Reference Issue*, 1997, pp. 40-46.
- BARBOSA, B. A. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S. et al. "Exigência nutricional de lisina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. 2. Características produtivas". *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, nº 3, 1999a, pp. 534-541.
- BARBOSA, B. A. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S. et al. "Exigência nutricional de metionina + cistina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. 1. Características produtivas". *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, nº 3, 1999b, pp. 526-533.
- BASSI, J. L.; ALBINO, J. J.; ÁVILA, V. S. "Recomendações básicas para manejo de frangos de corte colonial". *Documentos / Embrapa Suínos e Aves*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, nº 107, 2006.
- BELLAVER, C.; LUDKE, J. V. "Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos". Anais. Encontro Internacional dos Negócios da Pecuária. Cuiabá: Empec, 2004.
- BELLEVAR, C.; NONES, K. "A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola". IV Simpósio Goiano de avicultura, 2000.
- BERTECHINI, A. G. *Nutrição de monogástricos*. Lavras: Esal/Faepe, 1998.
- BRITTON, W. M. "Effect of dietary salt intake on water and feed consumption of chicks". Department of Poultry Science, University of Georgia. Proceedings of the Georgia Nutrition Conference for Feed Industry, 1992, pp. 48-53.
- CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, J. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. "Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leve no período final de postura, submetidas a estresse térmico". Suplemento da *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Santos: FACTA, v. 6, 2004, pp. 102.

- CASARTELLI, E. M. *Alimentos alternativos ao milho e farelo de soja em rações de poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis*. Jaboticabal, 2004. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias: Universidade Estadual Paulista, 2004. Dissertação de mestrado em zootecnia.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. *Bioquímica ilustrada*. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1997.
- CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. "Apparent and true amino acid digestibility of a crystalline amino acid mixture and of casein: Comparison of values obtained with ileal-cannulated pigs and cecectomized cockerels". *Journal of Animal Science*, v. 70, nº 12, 1992, pp. 3.781-3.790.
- COLINA, J. J.; MILLER, P. S.; LEWIS, A. J. et al. "Influence of crystalline or protein-bound lysine on lysine utilization for growth in pigs". *Nebraska Swine Report*, 2003, pp. 42-47.
- COLVARA, I. G.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. et al. "Níveis de energia metabolizável em rações para poedeiras semipesadas durante o segundo ciclo de produção no verão". *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 8, nº 1, 2002, pp.47-49.
- CONY, A. V. "Manejo do carregamento, abate e processamento. Como evitar perdas?" Anais. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola. Campinas: FACTA, 2000. pp. 203-212.
- COON, N. C. "Feeding egg-type replacement pullets", in: BELL, D. D. (ed.). *Commercial chicken meat and egg production*. Massachusetts: Kluwer Academic, 2002, pp. 287-393.
- CUPERTINO, E. S. *Exigência de aminoácidos digestíveis (lisina, aminoácidos sulfurados e treonina) para poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. Dissertação de doutorado em zootecnia.
- DALE, N. "Probióticos para aves". *Avicultura Profissional*, v. 10, 1992, pp. 88-89.
- DEATON, J. W.; LOTT, B. D.; SIMMONS, J. D. "Hammer mill vs roller mill grinding of corn of commercial egg layers". *Poultry Science*, v. 68, nº 10, 1989, pp. 1.342-1.344.
- DE LANGE, C. F. M.; GILLIS, A. M.; SIMPSON, G. J. "Influence of threonine intake on whole-body protein deposition and threonine utilization in growing pigs fed purified diets". *Journal of Animal Science*, v. 79, 2001, pp. 3087-3095.
- DIBNER, J. "Nutritional requirements of young poultry". Arkansas Nutrition Conference, 1996. Fayetteville: Arkansas Poultry Federation, 1996, pp. 15-27.
- DYMFILIO, J. P. F. "Amino acid imbalance, antagonism and toxicities", in: *Amino acids in farm animal nutrition*, 1994, pp. 63-97.
- DOURMAD, J. Y.; M. ETIENNE; NOBLET, J. "Reconstitution of body reserves in multiparous sows during pregnancy: Effect of energy intake during pregnancy and mobilization during the previous lactation". *Journal of Animal Science*, v. 74, 1996, p. 2.211.
- ENGLISH, P. R.; MORRISON, V. "Causes and prevention of piglets mortality". *Pig News and Informat*, v. 5, 1984, pp. 369-375.

- EMMERI, J. L.; BAKER, D. H. "A chick bioassay approach for determining the bioavailable choline concentration in normal and overheated soybean meal, canola meal, and peanut meal". *Journal Nutr.*, nº 127, 1997, pp. 745-752.
- FARMER, M.; ROLAND, D. A.; CLARK, A. J. "Influence of dietary calcium on bone calcium utilization". *Poultry Science*, v. 65, 1986, pp. 337-344.
- FARREL, D. J.; MANNION, F. F.; PEREZ-MALDONADO, R. A. "A comparison of total and digestible amino acids in diets for broilers and layers". *Animal Feed Science and Technology*, v. 82, 1999, pp. 131-142.
- FARSAIE, A.; CARR, L. E.; WABECK, C. J. "Mechanical harvest of broilers". *Trans. ASAE*, v. 26, 1983, pp. 1.650-1.653.
- FERGUSON, N. S.; ARNOLD, G. A.; LAVERS, G. et al. "The response of growing pigs to amino acids as influenced by environmental temperature". *Journal Animal Science*, v. 70, 2000, pp. 299-306.
- FERNANDES, E. A.; GUARATO, E. L.; MURAKAMI, A. E. "Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos para consumo". *Informe Agropecuário*, v. 9, nº 107, 1983, pp. 58-61.
- GOULART, C. C. "Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leves e semipesadas". Universidade Federal de Viçosa, 1997. Dissertação de mestrado em zootecnia.
- HARMS, R. H. "Proteína (aminoácido) para poedeiras". *Anais. Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves*. 1999. Campinas: FACTA, 1999, pp. 111-122.
- HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. "Amino acid supplementation restores performance of commercial layers fed a low protein diet". *Poultry Science*, v. 72, nº 10, 1993, pp. 1.892-1.896.
- HARTUNG, J. "The effect of airborne particulates on livestock health and production", in: DEWI, I. Ap. et al. *Pollution in livestock production systems*. Oxon: CAB International, 1994, pp. 55-69.
- HENRY, Y. "Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress", 1996, pp. 45-50.
- ITO, R. I. "Aspectos a serem abordados para a promoção do segundo ciclo de produção". *Anais. VI Curso de Atualização em Avicultura para Postura Comercial*. Jaboticabal: Funep, 2009, pp. 101-129.
- JALAL, M. A.; SCHEIDELER, S. E.; MARX, D. "Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens". *Poultry Science*, v. 85, 2006, pp. 306-311.
- JAMES, B. W.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D. et al. "The optimal true ileal digestible lysine - Requirement for nursery pigs between 27 to 44 lb". *Swine Day*, 2002.
- JELINEK, T. "Collection, storage and transport of swine wastes", in: TAIGANIDES, E. P. *Animal wastes*. Eosen: England Applied Science, 1977, pp. 165-74.
- JONES, R. D. "Diets based on early growth may not alter response". *Feedstuffs*, 1997, pp. 12-13.

- JUNQUEIRA, O. M. et al. "Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação". Anais. IV Fórum Internacional de Suinocultura. Curitiba: Pork Expo, 2008.
- KENDALL, D. C.; ALLEE, G. L.; USRY, J. L. et al. "Evaluation of the lysine requirement for 11 to 20 kg pigs". *Journal of Animal Science*, supl. 1, 2002, pp. 80-132.
- KESHAVARZ, K. "Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients". *Poultry Science*, v. 77, nº 9, 1998, pp. 1.320-1.332.
- "Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without phytase on a phase feeding program". *Poultry Science*, v. 79, nº 5, 2000, pp. 613-798.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poultry Science*, v. 72, nº 1, 1993, pp. 144-153.
- KIDDER, D. E.; MANNERS, M. J. *Digestion in the pig*. Londres: Scien. Bristol, 1978.
- KORVER, D. "Prevenção e tratamento da tetania hipocalcêmica em matrizes de corte". *Informativo Agrotoss Tecnologia – Agroceres Ross*, ano 4, nº 7, 2002.
- LACY, M. P.; CAZRICK, M. "Mechanical harvesting of broilers". *Poultry Science*, v. 77, 1998, pp. 1.794-1.797.
- LATIMIER, P. "Effect of three protein feeding strategies, for growing-finishing pigs, on growth performance and nitrogen output in the slurry and in the air". Anais. International Congress on Nitrogen Flow in Pigs. Wageningen: 1993. p. 439.
- LEE, J.; COULTER, B. "A macro view of animal manure production in the European Community and implications for environment", in: *Manure and environment*, cap. 1, 1990.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. *Nutrition of the Chicken*. 4ª ed. University Books, 2001.
- *Commercial and poultry nutrition*. 2ª ed. Ontario: Book University, 1997.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D.; CASTON, L. J. "Response of layers to low nutrient density diets". *Journal applied Poultry Research*, v. 10, 2001, pp. 46-52.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Sarvier, 1995.
- MAIORKA, A. M. "Fleita da forma física e do nível de energia da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte, machos dos 21 aos 42 dias de idade". Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. Dissertação.
- "Adaptação digestivas pós-eclosão. Simpósio sobre manejo pré e pós-eclosão." Anais. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2001. Campinas, 2001, pp.141-152.
- MARZZOCO, A.; TORES, B. B. *Bioquímica básica*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
- MATEOS, G. G. "Nutrición e alimentación de gallinas ponedoras", in: DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. Madrid: Mapa, 1991, pp. 226-263.

- MENDONÇA, B. P. "Manejo alimentar de matrizes pesadas". Anais. Conferência Apinco 96 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Curitiba, 1996, pp. 77-90.
- MERINO, C. B.; GUERRERO, A. F.; CUARÓN, I. J. A. "Requerimientos de lisina digestible en lechones de 14 a 35 y cerdos de 35 a 55 kg". Anais. Congreso de la Amena y I del Clana. Cancún: Amena y Clana, 2003, pp. 349-350.
- MITCHELL, H. H. "Comparative nutrition of man and domestic animals". Academic Press. Nova York, v. 2, 1964.
- NÁAS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J. "Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases". *Engenharia Agrícola*, v. 27, nº 2, 2007, pp. 326-335.
- NASCIMENTO, A. H.; GOMES, P. C.; ALBINÓ, L. E. T. et al. "Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinhas de vísceras para aves". Anais. Conferência Apinco 99. Campinas: Facta, 1999, p. 27.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry*. National Academy Press, 1974.
- *Nutrient requirements for swine*. 9ª ed. National Academy Press, 1988.
- *Nutrients requirements of poultry*. 9ª ed. National Academy Press, 1994.
- "Minimizing nutrient excretion", in: *Nutrient requirements for swine*. 10ª ed. National Academy Press, cap. 8, 1998, pp. 103-106.
- NOVAK, C.; YAKOUT, H.; SCHEIDELER, S. "The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens". *Poultry Science*, v. 83, 2004, pp. 977-984.
- NUNES, L. J. *Nutrição animal básica*. 2ª ed. (ver. aum.). Belo Horizonte: FEP/MVZ Editora, 1998.
- OLIVEIRA, P. A. V. "Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos". Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos, 1994, pp. 27-40.
- PACK, M. "Ideal protein in broilers", in: *Feedback Special*. Frankfurt, 1996, pp. 1-13.
- PARSONS, C. M. "Amino acid digestibility for poultry: feedstuff evaluation and requirements", *Technical Review-1*. Missouri: Biokyowa, 1991.
- PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. "The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants". Anais. Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes. Maringá, 1994, pp. 119-128.
- PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. "Simpósio internacional de produção de não ruminantes". Anais. XXXI Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994, pp. 119-128.
- PARSONS, C. M.; HASHIMOTO, K.; WEDEKIND, K. J. et al. "Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal". *Poultry Science*, v. 71, 1992, pp. 133-140.
- PAVAN, A. C.; GARCIA, E. A.; MORI, C. et al. "Efeito da densidade na gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria, recria e produção". *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, nº 4, 2005, pp. 1.320-1.328.

- PEGURI, A.; COON, C. "Effect of temperature and dietary energy on layer performance". *Poultry Science*, v. 70, 1991, pp. 126-138.
- PENZ Jr., A. M. "O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos". Anais. Congresso Internacional de Zootecnia. Porto Alegre, 1996, pp. 71-85.
- PLAVINIK, I. "Nutrição de aves em climas quentes". Anais. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola. Campinas, 2003, pp. 235-245.
- PORTELLA, E. J.; CASTON, L. J.; LESSON, S. "Apparent feed particle size preference by broilers". *Canadian Journal of Animal Science*, v. 68, 1998, pp. 923-930.
- REALI, E. H. "Retirada do lote. Fatores que afetam o rendimento e a qualidade da carcaça. Manejo de Frango". Campinas: Facta, 1994, pp. 103-108.
- RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; OLIVEIRA, B. L. et al. "Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurosos totais". *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 25, nº 2, 1996, pp. 248-260.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2ª ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005.
- ROSTAGNO, H. S. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos*, 1983.
- RUTZ, E. "Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves". Anais. Conferência Apinco 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas. São Paulo: Facta, 1994, pp. 99-136.
- SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. "Exigência nutricional de metionina + cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade". *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, nº 6, 2007, pp. 1.837-1.845.
- SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; et al. "Exigência de lisina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade". Anais. 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande: UCDB, 2004. CD.
- SANTOS, R. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULO, M. O. et al. "Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, 2002, pp. 142-146.
- SILVA, J. H. V.; RIBEIRO, M. L. G. "Tabela nacional de exigência nutricional de codornas". Bananeiras: UFPB - Campus IV, Departamento de agropecuária, 2001.
- SILVA, J. H. V.; MUKAMI, E.; ALBINO, L. F. T. "Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras". *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, nº 5, 2000, pp. 1.446-1.451.
- SILVERSIDES, E. G.; SCOTT, T. A. "Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens". *Poultry Science*, v. 80, 2001, pp. 1.240-1.245.
- SIMON, V. A. "Aspectos sanitários de criações em altas densidades". Anais. Simpósio sobre Ambiente, Sanidade e Qualidade de Carcaça de Frangos de Corte. Concórdia: Embrapa/CNPSA, 1997, pp. 14-18.

- SCHINCKEL, A. P.; LI, N.; RICHERT, B. T. et al. "Efeito da ractopamina sobre o crescimento, a composição de carcaça e a qualidade dos suínos". Anais. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína 2. Concórdia, 2001, pp. 324-335.
- SCHWARS, M. P. "Female biased sex ratios in a facultatively social bee and their implications for social evolution". *Evolution*, nº 48, 1994, pp. 1.684-1.697.
- TINÔCO, I. E. F. "Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros". *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 3, nº 1, 2001, pp. 1-26.
- TOGASHI, C. K.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N. et al. "Determinação de Níveis de Metionina+Cistina para Poedeiras Semi-pesadas Alimentadas com Rações contendo Levedura Seca (*Saccharomyces cerevisiae*)". *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, nº 3, 2002, pp. 1.426-1.433.
- UNI, Z. "Base fisiológica e molecular gastrointestinal durante o período pré e pós-eclosão. Simposio sobre manejo pré e pós-eclosão". Anais. Conferência Apícola 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001, pp. 109-116.
- VAN LUNEN, T. A.; COLE, D. J. A. "The effect of dietary energy concentration and lysine/digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of young hybrid pigs". *Journal of Animal Science*, v. 67, 1998, pp. 117-129.
- VARGAS Jr., J. G. "Exigências de cálcio e fósforo disponível para aves de reposição leve e semipesadas". Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. Dissertação de doutorado em Zootecnia.
- VIEIRA, S. L. "Nutrição neonatal de aves: aspectos práticos, respostas metabólicas e desenvolvimento do sistema imune". Anais. Simposio sobre Aditivos Alternativos na Nutrição Animal I. Campinas: Colegio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000, pp. 51-64.
- WANG, X.; PARSONS, C. M. "Effect of processing systems on protein quality of feather meals and hog hair meals". *Poultry Science*, v. 76, 1997, pp. 491-496.
- WANGEN, X. "A study of diet formulation for layers on available amino acid basis". *Acta Veterinaria et Zootechnia Sinica*, v. 24, nº 4, 1993, pp. 319-325.
- ZHANG, B.; COON, C. N. "The relationship of calcium intake, source, size solubility *in vitro* and *in vivo*, and gizzard limestone retention in laying hens". *Poultry Science*, v. 76, nº 12, 1997, pp. 1.702-1.706.

Sobre os autores

Regis Regina é médico-veterinário com pós-graduação em produção animal, em administração e marketing. Atualmente, pós-graduando em saúde coletiva. Foi extensionista-chefe da Emater-MG; gerente de nutrição, formulação, marketing e controle de qualidade da Cargill Agrícola S.A., no Brasil. Também foi gerente técnico de integração e controle de qualidade no processamento de aves dessa mesma empresa, e gerente responsável pelo laboratório de patologia aviária. Participou de cursos e treinamentos intensivos sobre nutrição de monogástricos nos Estados Unidos e Canadá. Faz parte da diretoria do Colégio Brasileiro de Alimentação Animal (CBNA) e é consultor técnico de empresas ligadas ao agronegócio.

e-mail: regisregina@uol.com.br

Alba K. Fireman é, atualmente, gerente de nutrição animal para a América do Sul do Negócio de Enterprises Solutions da Cargill Animal Nutrition. Formada em zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), mestre em produção animal pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEl) e doutora em nutrição animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Acumulou grande experiência na área de aditivos durante os anos que trabalhou como nutricionista na indústria de aves e suínos, onde teve oportunidade de pesquisar e determinar cientificamente os parâmetros de qualidade para um bom aditivo, e também como gerente técnica de uma grande empresa produtora de aditivos, onde participou do desenvolvimento de produtos para o mercado brasileiro.

e-mail: alba_fireman@cargill.com

Alfredo Navarro de Andrade é engenheiro-agrônomo, formado pela Escola Nacional de Agronomia (ENA) da Universidade Rural do Brasil (URB) em 1966, mestrado em genética pela Purdue University, Estados Unidos, em junho de 1969; PhD em nutrição de monogástricos, pela mesma universidade em junho de 1975; professor titular de nutrição animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF); membro fundador e diretor do CBNA e do Clana; gerente-geral da Lesaffre Feed Additives no Brasil; membro honorário da Sociedade Norte Americana de Pesquisa Científica.

e-mail: navarro@lesaffre.com.br

Antonio Gilberto Bertechini é zootecnista com mestrado, doutorado e pós-doutorado; professor titular da Universidade Federal de Lavras; pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e membro ativo da Poultry Science Association.

e-mail: bertechini@dzo.ufla.br

Cláudio Bellaver é médico-veterinário, formado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 1972; MSc em Produção Animal pela UFSM, 1977; PhD em ciência animal pela Universidade de Illinois, Estados Unidos, 1989; e pós-doutorado pela mesma Universidade em 1996. Foi pesquisador da Embrapa entre 1976 e 2008. Exerceu funções administrativas e gerenciais e atualmente é coordenador da QualyFoco Consultoria.

e-mail: bellaver@qualyfoco.com.br

Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima é engenheiro-agrônomo pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), 1980; mestre em nutrição animal, ESALQ/USP, 1984; PhD em nutrição animal pela Purdue University, 1987; pesquisador visitante na University of Illinois, 1997; pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves da Embrapa desde 1981; suinocultor e produtor rural.

e-mail: gustavolima1958@gmail.com

Karina Ferreira Duarte é graduada em medicina veterinária pela Universidade Federal de Lavras (2002), mestrado (2005) e doutorado (2009) em zootecnia na área de nutrição de monogástricos, pela Universidade Estadual Paulista (Unesp – Jaboticabal). Iniciou suas atividades de pós-doutorado (2009) na mesma instituição, sob a supervisão do professor doutor Otto Mack Junqueira, com bolsa da Capes (PNPD). Tem experiência na área de zootecnia, com ênfase em nutrição de monogástricos, atuando principalmente nas seguintes áreas: frangos de corte, poedeiras comerciais, aminoácidos digestíveis, proteína ideal, aditivos e alimentos alternativos.

e-mail: karinafduarte@yahoo.com.br

Ronaldo Linares Sanches é médico-veterinário, formado pela Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); pós-graduado em zootecnia (área de concentração – nutrição animal) pela Escola de Veterinária da UFMG. Atualmente é fiscal federal agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro/MG).

e-mail: ronaldo.rls@gmail.com

Otto Mack Junqueira é graduado em medicina veterinária pela Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas (1973), mestrado em zootecnia (concentração em nutrição animal) pela Universidade Federal de Viçosa (1976) e doutorado em Animal Science, University of Florida (1982). Atualmente é professor titular da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de zootecnia, com ênfase em exigências nutricionais dos animais e nutrição de monogástricos, atuando principalmente nas seguintes áreas: frangos de corte, poedeiras comerciais, suinocultura, aminoácidos digestíveis, proteína ideal, aditivos e alimentos alternativos. Foi membro do Comitê de Assessoramento e Pesquisador do CNPq, nível 1B. É membro da diretoria do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal.

e-mail: ottomack@fcav.unesp.br