

BIPERS

Publicação conjunta do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – EMBRAPA e da
Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RS

DEZEMBRO/1999

ALIMENTOS PARA SUÍNOS

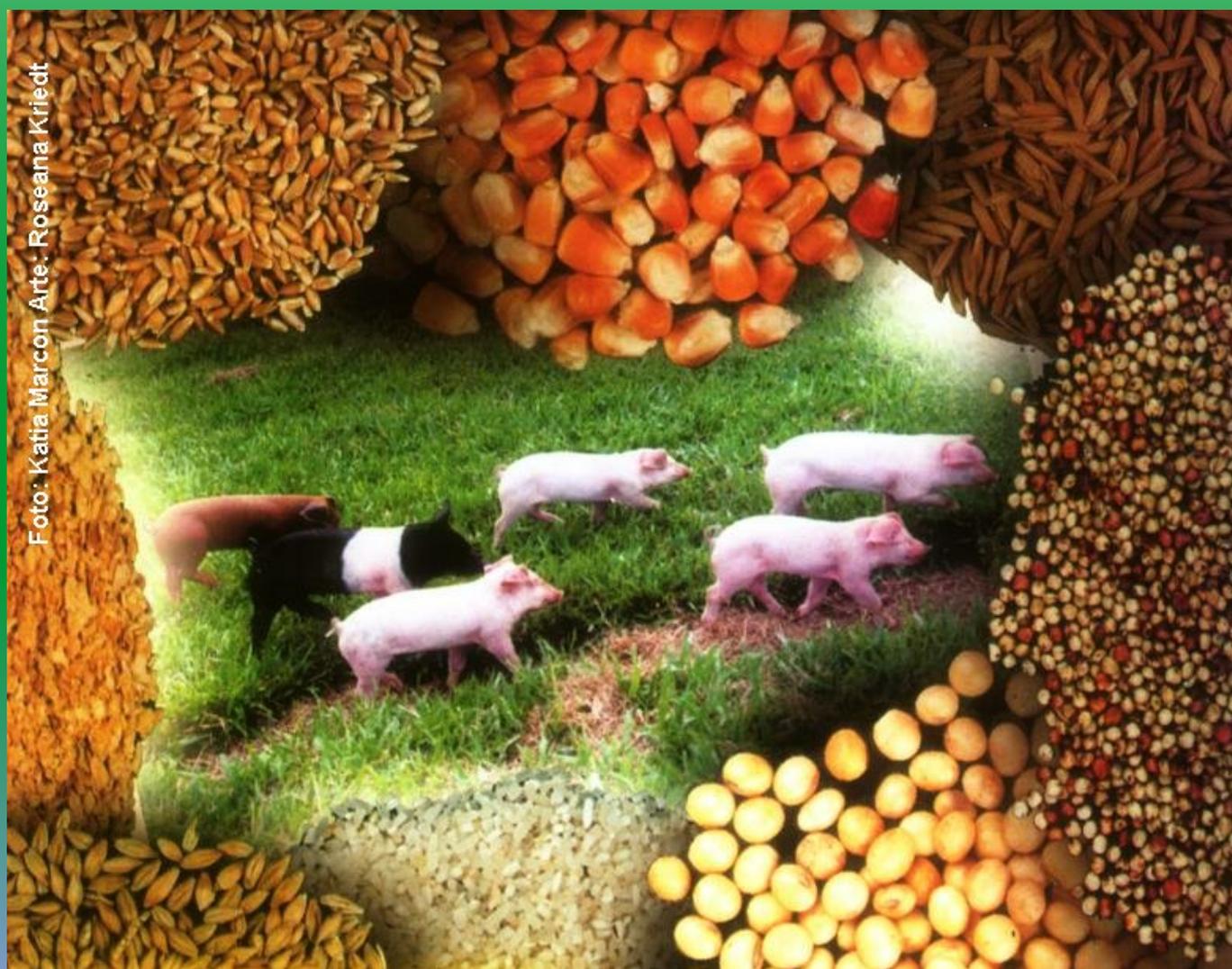


Foto: Katia Marcon Arte. Roseana Kriedt

ANO 8

BIPERS nº 12

DEZEMBRO/1999

**Boletim Informativo de Pesquisa—Embrapa Suínos e
Aves e Extensão—EMATER/RS**

**Articulação da Embrapa Suínos e Aves com a
Associação Riograndense de Empreendimentos de
Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RS**

Circulação: Semestral

Tiragem: 2000

Coordenação: Ademir Otavio Zardo, Eng^o Agr^o

Correspondências, sugestões e questionamentos sobre a matéria constante neste boletim poderão ser enviados à Coordenação do BIPERS.

Embrapa Suínos e Aves

BR 153, km 110, Vila Tamanduá
Caixa Postal 21
CEP 89700-000 – Concórdia, SC
Fone: (49) 442-8555
Fax: (49) 442-8559
<http://www.cnpsa.embrapa.br/>
sac@cnpsa.embrapa.br

EMATER/RS

Rua Botafogo 1051
Caixa Postal 2727
CEP 90150-053 – Porto Alegre, RS
Fone: (51) 233-3144
Fax: (51) 229-6199
<http://www.emater.tche.br/>

Alimentos para suínos

Ademir Otavio Zardo¹
Gustavo J. M. M. de Lima²

¹Eng. Agr., Extensionista, EMATER/RS

²Eng. Agr., Ph.D., Embrapa Suínos e Aves

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Conceitos básicos de nutrição | 7 |
| 1.1 | Anatomia do trato digestivo dos suínos | 7 |
| 1.2 | Digestão e absorção | 9 |
| 1.3 | Carboidratos | 10 |
| 1.4 | Lipídios | 11 |
| 1.5 | Proteínas | 12 |
| 1.6 | Aminoácidos | 13 |
| 1.7 | Energia | 14 |
| 1.8 | Vitaminas | 15 |
| 1.9 | Minerais | 15 |
| 1.10 | Exigências nutricionais | 16 |
| 1.11 | Formulação de ração | 16 |
| 2 | Alimentos | 17 |
| 2.1 | Alfafa (<i>Medicago sativa</i>) | 17 |
| 2.1.1 | Importância econômica | 17 |
| 2.1.2 | Composição química e energética | 17 |
| 2.1.3 | Normas para a alimentação animal | 17 |
| 2.1.4 | Uso da alfafa na alimentação de suínos | 17 |
| 2.2 | Arroz (<i>Oryza sativa</i>) | 18 |
| 2.2.1 | Importância econômica | 18 |
| 2.2.2 | Composição química e energética | 19 |
| 2.2.3 | Normas para a alimentação animal | 19 |
| 2.2.4 | Uso de arroz na alimentação de suínos | 20 |
| 2.3 | Aveia (<i>Avena sp.</i>) | 21 |
| 2.3.1 | Importância econômica | 21 |
| 2.3.2 | Composição química e energética | 22 |
| 2.3.3 | Normas para a alimentação animal | 22 |
| 2.3.4 | Uso de aveia na alimentação de suínos | 22 |
| 2.4 | Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>) | 23 |
| 2.4.1 | Importância econômica | 23 |
| 2.4.2 | Composição química e energética | 23 |
| 2.4.3 | Normas para a alimentação animal | 24 |
| 2.4.4 | Uso da cevada na alimentação de suínos | 24 |
| 2.5 | Mandioca (<i>Manihot sp.</i>) | 25 |
| 2.5.1 | Importância econômica | 25 |
| 2.5.2 | Composição química e energética da mandioca | 25 |
| 2.5.3 | Normas para a alimentação animal | 26 |
| 2.5.4 | Uso da mandioca na alimentação de suínos | 26 |
| 2.6 | Milho (<i>Zea mays</i>) | 29 |
| 2.6.1 | Importância econômica | 29 |
| 2.6.2 | Composição química e energética | 29 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.6.3 | Normas para a alimentação animal | 30 |
| 2.6.4 | Uso do milho na alimentação de suínos | 31 |
| 2.7 | Soja (<i>Glycine max</i>) | 33 |
| 2.7.1 | Importância econômica | 33 |
| 2.7.2 | Composição química e energética | 34 |
| 2.7.3 | Normas para a alimentação animal | 34 |
| 2.7.4 | Uso de soja na alimentação de suínos | 36 |
| 2.8 | Sorgo (<i>Sorghum sp.</i>) | 39 |
| 2.8.1 | Importância econômica | 39 |
| 2.8.2 | Composição química e energética | 40 |
| 2.8.3 | Normas para a alimentação animal | 40 |
| 2.8.4 | Uso do sorgo na alimentação de suínos | 41 |
| 2.9 | Soro de leite | 43 |
| 2.9.1 | Importância econômica | 43 |
| 2.9.2 | Composição e características químicas | 43 |
| 2.9.3 | Normas para a alimentação animal | 43 |
| 2.9.4 | Uso do soro de leite na alimentação de suínos | 44 |
| 2.10 | Trigo (<i>Triticum sp.</i>) | 45 |
| 2.10.1 | Importância econômica | 45 |
| 2.10.2 | Composição química e energética | 45 |
| 2.10.3 | Normas para a alimentação animal | 45 |
| 2.10.4 | Uso do trigo na alimentação dos suínos | 46 |
| 2.11 | Triticale (<i>Triticale hexaploide</i>) | 48 |
| 2.11.1 | Importância econômica | 48 |
| 2.11.2 | Composição química e energética | 49 |
| 2.11.3 | Normas para a alimentação animal | 49 |
| 2.11.4 | Uso do triticale na alimentação de suínos | 50 |
| 3 | ANEXO I – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DOS SUÍNOS | 51 |
| 3.1 | Exigências nutricionais dos suínos nas fases pré-inicial e inicial | 52 |
| 3.2 | Exigências nutricionais dos suínos na fase de crescimento | 53 |
| 3.3 | Exigências nutricionais dos suínos na fase de terminação | 54 |
| 3.4 | Exigências nutricionais dos suínos nas fases de reposição e gestação | 55 |
| 3.5 | Exigências nutricionais dos suínos na fase de lactação | 56 |
| 4 | Referências Bibliográficas | 59 |

Introdução

A suinocultura moderna exige, cada vez mais, o uso adequado das tecnologias de produção disponíveis. O desenvolvimento genético de linhagens de suínos, mais produtivas e mais exigentes em ambiente, nutrição e manejo, traz a necessidade de se buscar um maior profissionalismo na atividade, com a adoção de tecnologias e procedimentos que maximizem o desempenho ao menor custo de produção possível.

A alimentação é o componente de maior participação no custo de produção, exigindo uma atenção especial dos suinocultores. Isto implica na escolha cuidadosa dos alimentos, na formulação precisa das rações, e também, na correta mistura dos ingredientes.

Apesar da existência de muitos trabalhos sobre alimentação e nutrição de suínos, julgou-se importante reunir as mais recentes informações da pesquisa, sobre os principais alimentos disponíveis no meio rural, especialmente do Rio Grande do Sul, com o objetivo de orientar técnicos e produtores, para que possam escolher e utilizar adequadamente estes alimentos, reduzindo os custos com a alimentação e garantindo maior lucratividade com a atividade suinícola.

O trabalho apresenta inicialmente conceitos básicos sobre nutrição, onde abordou-se a anatomia do trato digestivo dos suínos, os processos de digestão e absorção, os principais nutrientes e suas funções no organismo, as exigências nutricionais dos suínos e os métodos de formulação de rações. Após, são apresentados os alimentos, destacando-se a importância econômica, a composição química e energética, as normas de comercialização para a alimentação animal e as recomendações de uso na alimentação de suínos. No Anexo I, são apresentadas tabelas com as exigências nutricionais dos suínos por fase e por nível nutricional e no Anexo II, a composição química e energética dos alimentos citados.

Procurou-se abordar os assuntos de forma objetiva, com a preocupação de facilitar o entendimento do leitor, e a o mesmo tempo, fornecer as informações necessárias para viabilizar o uso correto dos diferentes alimentos na nutrição de suínos.

1 Conceitos básicos de nutrição

1.1 Anatomia do trato digestivo dos suínos

O suíno é um animal monogástrico que possui o trato digestivo relativamente pequeno, com baixa capacidade de armazenamento. Tem alta eficiência na digestão dos alimentos e no uso dos produtos da digestão, necessitando de dietas bastante concentradas e balanceadas.

O aparelho digestivo do suíno é composto por boca, esôfago, estômago, intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), intestino grosso (ceco, colon e reto) e ânus, conforme é demonstrado na Fig. 1.

Na Tabela 1, é apresentada para comparação, a capacidade volumétrica dos tratos digestivos de algumas espécies de animais.

Tabela 1 — Capacidade volumétrica de partes do trato digestivo de algumas espécies animais.

| Espécie animal | Parte do trato digestivo | Capacidade relativa (%) | Média da capacidade absoluta (litros) |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|
| Suíno | Estômago | 29,2 | 8,00 |
| | Intestino delgado | 33,5 | 9,20 |
| | Ceco | 5,6 | 1,55 |
| | Cólon e reto | 31,7 | 8,70 |
| | Total | 100,0 | 27,45 |
| Eqüino | Estômago | 8,5 | 17,96 |
| | Intestino delgado | 30,2 | 63,82 |
| | Ceco | 15,9 | 33,54 |
| | Cólon maior | 38,4 | 81,25 |
| | Colon menor e reto | 7,0 | 14,77 |
| | Total | 100,0 | 211,34 |
| Bovino | Estômago | 70,8 | 252,50 |
| | Intestino delgado | 18,5 | 66,00 |
| | Ceco | 2,8 | 9,90 |
| | Cólon e reto | 7,9 | 28,00 |
| | Total | 100,0 | 356,40 |
| Ovino | Estômago | 66,9 | 29,20 |
| | Intestino delgado | 20,4 | 9,00 |
| | Ceco | 2,3 | 1,00 |
| | Cólon e reto | 10,4 | 4,60 |
| | Total | 100,0 | 44,2 |

Fonte: Argenzio (1988)

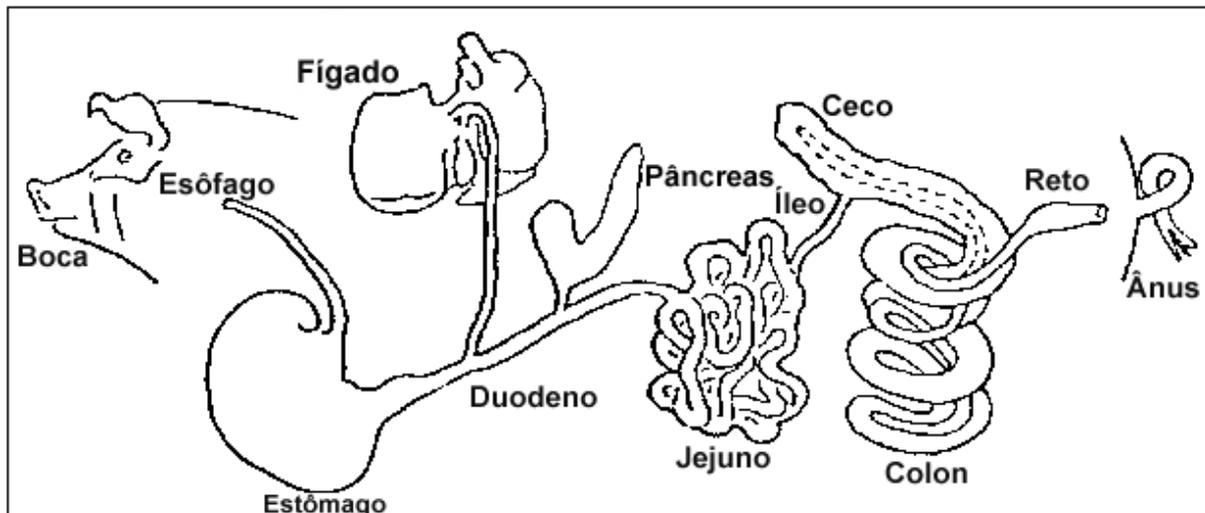


Figura 1 — Desenho esquemático do aparelho digestivo dos suínos.

1.2 Digestão e absorção

A digestão ocorre através da ação das enzimas digestivas presentes nas secreções salivares, gástricas, pancreáticas e entéricas, e através da ação de alguns microorganismos que habitam o trato gastro intestinal.

Os órgãos do trato digestivo participam na digestão e absorção de nutrientes, da seguinte forma:

- **Boca:** A mastigação tem como objetivo dividir o alimento em partículas menores e misturá-lo com a saliva. A saliva é formada por água, mucina, sais inorgânicos e a enzima ptialina. Esta enzima atua sobre carboidratos, iniciando sua degradação, e age até o estômago, onde é inativada pelo pH estomacal.
- **Estômago:** A mucosa do estômago possui glândulas que secretam o suco gástrico. O suco gástrico é formado por água, sais minerais, muco, ácido clorídrico e pepsinogênio. A concentração ácida do suco gástrico faz com que o pepsinogênio se transforme em pepsina, enzima que atua na degradação das proteínas. A acidez também causa a destruição dos microorganismos provenientes da dieta.
- **Intestino delgado:** No intestino delgado chegam quatro secreções: O suco pancreático, o suco duodenal, o suco entérico e a bile.

O suco pancreático é secretado pelo pâncreas e depositado no duodeno através do ducto pancreático e contém sais inorgânicos, principalmente bicarbonato sódico, compostos enzimáticos como a amilase, lipase, tripsinogênio, quimiotripsinogênio e procarboxipeptidase. A secreção do suco pancreático é estimulada pelo ácido clorídrico, amido, gorduras e hormônios gastrointestinais.

O suco duodenal, produzido no duodeno, não contém enzimas e serve como lubrificante e protetor das paredes do intestino.

O suco entérico é produzido entre as vilosidades do intestino delgado e é rico em enzimas, como as aminopeptidases, dipeptidases, lipase, maltase, sacarase, fosfatase, lactase, nucleases e nucleotidases. Sua produção é provocada pelo estímulo mecânico da mucosa e pela presença de hormônios gastrointestinais.

A bile, secretada pelo fígado e armazenada na vesícula biliar, contém sais sódicos e potássicos que ativam as lipases pancreática e intestinal e contribuem para a emulsificação das gorduras. A bile também facilita a absorção de ácidos graxos e das vitaminas lipossolúveis.

- **Intestino grosso:** A digestão no intestino grosso se realiza por meio de algumas enzimas procedentes do intestino delgado e através da ação de microorganismos que habitam principalmente o ceco. Estes microorganismos são, em sua maioria, proteolíticos e atacam as proteínas não digeridas no intestino delgado.

A maior parte da digestão e absorção dos nutrientes ocorre no intestino delgado, que tem características anatômicas adequadas para esta finalidade, tais como o comprimento, as dobras, as vilosidades e as microvilosidades, que aumentam significativamente sua superfície de contato e sua eficiência. Os produtos da digestão são absorvidos nas vilosidades do intestino delgado onde existem capilares sanguíneos (via sanguínea) e capilares linfáticos (via linfática). Pela via linfática são absorvidos ácidos graxos de cadeia longa, vitaminas lipossolúveis e proteínas, e, pela via sanguínea, são absorvidos carboidratos na forma de monossacarídeos, aminoácidos, vitaminas hidrossolúveis, minerais e ácidos graxos de cadeia curta.

As secreções enzimáticas dos animais jovens em relação aos adultos, diferem em concentração e atividade. A evolução da atividade enzimática com a idade adquire significado especial na nutrição, levando-se em conta a necessidade de adaptação do organismo às novas dietas. O período pós-desmame é considerado crítico para os suínos, uma vez que seu organismo, mais adaptado ao leite, passa a receber em quantidades maiores outras fontes de nutrientes. Por isso, as dietas das fases pré-inicial e inicial devem ser de fácil digestão e ricas em nutrientes, respeitando-se a evolução gradativa da secreção de enzimas digestivas. A inclusão de lactose, entre 7 e 14% da dieta, no período pós-desmame, é importante devido à alta concentração da enzima lactase no organismo dos leitões, cuja atividade decresce com o avanço da idade.

1.3 Carboidratos

O carboidratos são as principais fontes de energia das dietas dos animais. Os alimentos ricos em carboidratos constituem normalmente a maior proporção das rações e geralmente a maior parcela do custo total. As principais fontes de energia provenientes dos carboidratos são os polissacarídeos, como o amido, os dissacarídeos, como a lactose, a sacarose e a maltose, e os monossacarídeos, como a glicose, a frutose, a manose e a galactose. O amido é o carboidrato de reserva das

plantas, armazenado nos grãos, sementes, raízes e tubérculos, sendo constituído de amilose e amilopectina.

A digestão dos carboidratos se caracteriza pela degradação enzimática dos poli e dissacarídeos, transformando-os em monossacarídeos. Inicialmente o amido é hidrolisado no lúmen intestinal pela enzima alfa –amilase pancreática. Os dissacarídeos resultantes, na mucosa intestinal, são degradados através da ação das enzimas chamadas oligossacaridases, resultando em monossacarídeos, forma pela qual são absorvidos pelo organismo e utilizados para produzir energia. A maior parte da energia usada pelos animais para as atividades metabólicas e de produção derivam da utilização de compostos ricos em energia, principalmente adenosina trifosfato e creatina fosfato. Estes compostos adquirem a energia dos carboidratos e a liberam para o organismo animal.

Na Fig. 2, é apresentado um esquema da digestão e absorção dos carboidratos.

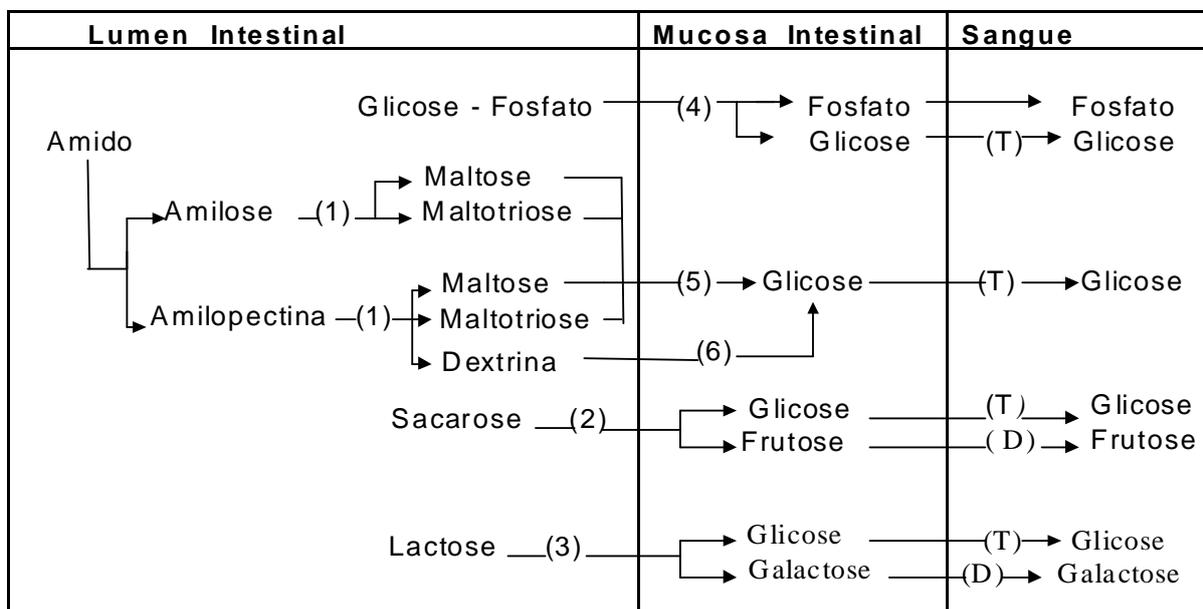


Figura 2 — Esquema da digestão e absorção de carboidratos. Fonte: Adaptado de Rostagno e Pupa (1998). *Enzimas: (1) alfa –amilase, (2) sacarase, (3) lactase, (4) fosfatase, (5) maltase, (6) dextrinase. * Sistema de transporte: (T) transporte ativo, (D) difusão facilitada.

1.4 Lipídios

Os lipídios são substâncias insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. Seus componentes mais importantes são ácidos graxos, glicerol, mono, di e triglicerídeos e fosfolipídeos. Podem ser simples, quando formados apenas por ácidos graxos e gliceróis, compostos, quando associados a outros grupos químicos, ou derivados, quando resultantes da hidrólise dos dois anteriores.

Os lipídios desempenham funções bioquímicas e fisiológicas importantes no organismo animal. Constituem uma forma de armazenagem e fonte de energia, protegem o organismo do frio, são componentes estruturais do tecido nervoso, regulam o metabolismo e são componentes estruturais de membranas e provitaminas.

As gorduras e óleos são considerados lipídios simples, compostos em sua maioria por esteres de glicerol e ácidos graxos, na forma de triglicerídios. As gorduras vegetais são ricas em ácidos graxos insaturados, e, devido a isso, são líquidas. As gorduras animais são ricas em ácidos graxos saturados, e, por isso, são sólidas, na maioria das vezes. As gorduras saturadas são de digestão mais difícil. Entre os ácidos graxos destaca-se o ácido linoléico, que é essencial na dieta dos animais, mas se encontra nas gorduras insaturadas ou óleos vegetais. Dentre as vantagens do uso de gorduras nas rações, estão a melhoria da palatabilidade, a redução da poeira, a redução nas perdas de alimento, a melhoria na conversão alimentar, a melhor preservação do maquinário através de maior lubrificação, facilidade de peletização e aumento do teor de energia da ração.

A digestão das gorduras no lúmen intestinal requer a participação das secreções pancreáticas e biliares. A enzima lipase pancreática atua sobre os triglicerídios, degradando-os a monoglicerídios. Nesta fase, as secreções biliares atuam na emulsificação das gorduras para facilitar a ação das enzimas.

Os produtos finais da digestão das gorduras são ácidos graxos, glicerol e monoglicerídeos. Os ácidos graxos de cadeia curta e o glicerol são absorvidos diretamente, por difusão, para a via sanguínea. Os ácidos graxos de cadeia longa são solubilizados através da ação dos sais biliares, que atuam como detergentes, formando com os monoglicerídios, um agregado solúvel chamado micela. A micela atua como veículo para a absorção, por difusão, dos monoglicerídeos. Para entrar na célula os ácidos graxos de cadeia longa, são convertidos em acil – coenzima A, pela presença de coenzima A e adenosina trifosfato. Na célula, os monoglicerídios se unem aos acil– coenzima A, e são reesterificados para triglicerídios. Os triglicerídeos se associam ao colesterol, aos esteres de colesterol, aos fosfolipídios e a pequenas quantidades de proteína para formar os quilomícrons. Os quilomícrons facilitam o transporte dos triglicerídios através do sistema linfático para os tecidos, onde a gordura é utilizada.

Na Fig. 3, é apresentado um esquema da digestão e absorção dos lipídios.

1.5 Proteínas

Proteínas são compostos orgânicos formados por cadeias de aminoácidos, às vezes associados a minerais como o zinco, o cobre, o ferro e o enxofre. A sequência de aminoácidos determina as propriedades físicas, químicas e biológicas das proteínas. Possuem função estrutural, de manutenção e reparo de tecidos, formação de enzimas e hormônios, proteção imunológica, transporte e armazenamento, geração e transmissão de impulsos nervosos, coagulação do sangue, equilíbrio ácido-base e fonte de energia. Como exemplos de proteínas importantes, temos as proteínas globulares (albuminas, globulinas, glutelinas, prolaminas e histonas),

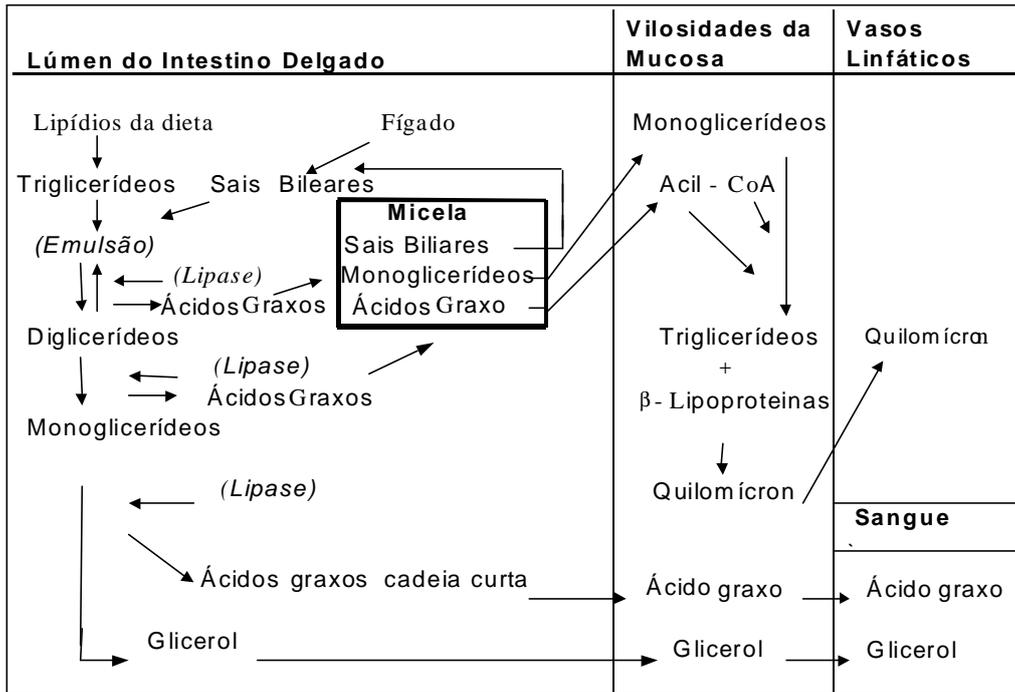


Figura 3 — Esquema da digestão e absorção de lipídios. Fonte: Adaptado de Rostagno e Pupa (1998).

proteínas fibrosas (colágenos, elastinas e queratinas) e as proteínas conjugadas (nucleoproteínas, mucoproteínas, glicoproteínas, lipoproteínas e cromoproteínas).

O valor protéico dos alimentos é medido normalmente em porcentagem de proteína bruta (PB), que considera o nitrogênio total do alimento, participando, na maioria das vezes, em 16% da composição das proteínas.

A digestão das proteínas tem início no estômago onde são desnaturadas pelo pH ácido e sofrem a ação da enzima pepsina. O processo tem continuidade no lúmen do intestino pela ação das enzimas pancreáticas que degradam as proteínas até mono e dipeptídeos e a aminoácidos livres. Através da ação das enzimas aminopeptidases, os mono e dipeptídeos são convertidos a amonoácidos junto à mucosa intestinal. Desta forma são então absorvidos pela via sanguínea.

Na Fig. 4, é apresentado um esquema da digestão e absorção das proteínas.

1.6 Aminoácidos

São compostos orgânicos quaternários (C, H, O, N) usados diretamente na síntese de substâncias protéicas, para a síntese de outros aminoácidos ou para a produção de energia quando presentes em excesso. Os aminoácidos são os produtos finais da digestão das proteínas no organismo e constituem as unidades estruturais através das quais as proteínas corporais são sintetizadas.

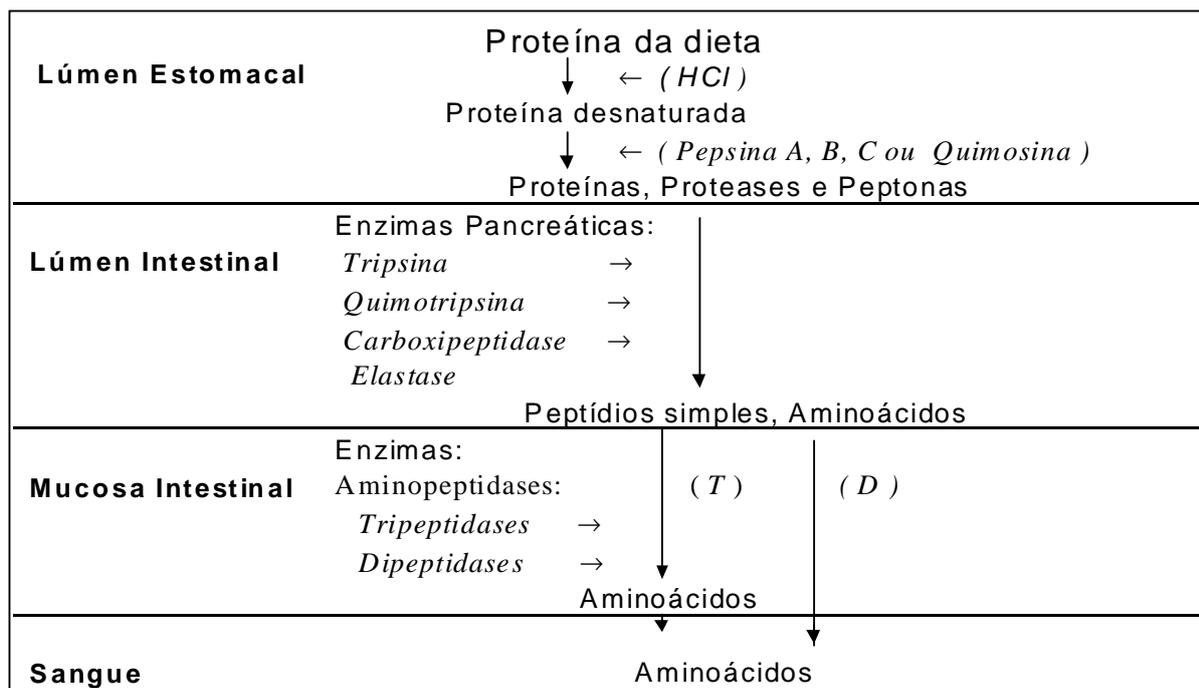


Figura 4 — Esquema da digestão e absorção de proteínas. Fonte: Adaptado de Rostagno e Pupa (1998). (T)–Transporte ativo; (D) – Difusão facilitada

Muitos aminoácidos podem ser sintetizados pelo organismo em quantidades suficientes a partir de outros compostos nitrogenados e por isso são considerados não essenciais. Outros aminoácidos não podem ser sintetizados ou o são em quantidades insuficientes. São considerados essenciais, devendo ser fornecidos na dieta e requerendo atenção especial na formulação de ração. São eles a arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina.

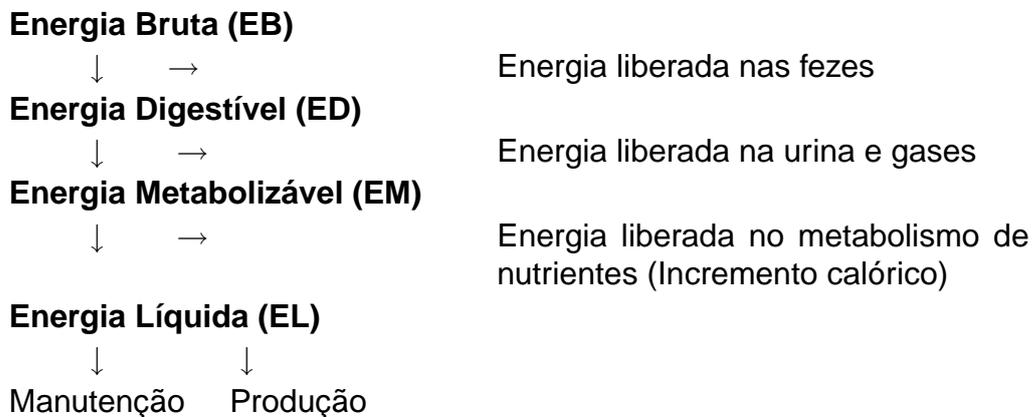
Considerando-se que a proteína bruta do alimento não estabelece a composição em aminoácidos, o balanceamento das dietas através deste parâmetro é deficiente. Estabelece-se então a necessidade de se trabalhar com valores em aminoácidos, através das necessidades do animal e da composição dos alimentos, com atenção aos mais limitantes. Dessa forma, para os suínos com dieta à base em milho e farelo de soja, os aminoácidos mais limitantes em ordem de importância são lisina, triptofano, treonina e metionina.

1.7 Energia

A quantidade de calor produzido pela oxidação completa dos alimentos, expressa em calorias, é denominada de energia bruta ou total. A energia total ingerida não é totalmente aproveitada pelo animal, e existem perdas, razão pela qual a energia de um alimento pode ser expressa de diversas formas, correspondendo, cada uma, a um

valor energético. Com base em sua utilização, a energia bruta dos alimentos pode ser subdividida da seguinte forma:

Diagrama esquemático da utilização da energia:



1.8 Vitaminas

Vitaminas são compostos orgânicos indispensáveis ao desenvolvimento e à manutenção da vida, requeridos em pequenas quantidades e não sintetizados pelo organismo. As vitaminas estão envolvidas com a absorção e o metabolismo de nutrientes. Muitas vitaminas atuam como agentes catalizadores das reações do metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras. Outras exercem funções a nível de membranas e afetam a absorção dos nutrientes. A forma mais comum de fornecer as vitaminas essenciais é mediante o uso de suplementos vitamínicos comerciais.

Nas dietas para suínos recomenda-se suplementação das vitaminas A, D, E, K, riboflavina, niacina, ácido fólico, ácido pantotênico, colina, biotina, piridoxina, tiamina e vitamina B₁₂. Deve-se tomar especial cuidado na armazenagem dos suplementos vitamínicos, evitando períodos longos de armazenamento e protegendo-os da luz, calor e umidade. Normalmente não se recomenda o armazenamento das vitaminas por períodos maiores que 30 dias, especialmente se estiverem misturadas com os minerais nos premixes. Outro fator importante a ser considerado no uso das vitaminas é a necessidade de se fazer uma mistura homogênea com os demais ingredientes, face à pequena quantidade utilizada.

1.9 Minerais

As necessidades quantitativas de minerais no organismo são pequenas, mas suas funções são vitais para a manutenção e produção. Os minerais considerados essenciais para os suínos são o cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio, ferro, enxofre, iodo, manganês, cobre, cobalto, zinco, flúor, molibdênio, selênio e cromo.

Os macrominerais, que incluem cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre, geralmente têm funções estruturais como componentes dos ossos, tecidos

e fluídos orgânicos, e também intervêm na regulação da pressão osmótica e na manutenção do equilíbrio ácido básico.

Os microminerais participam, na sua maioria, como parte integrante de sistemas enzimáticos em uma série de processos metabólicos essenciais. Na formulação de ração para suínos deve-se dar atenção ao cálcio, fósforo, sódio, manganês, selênio, ferro, zinco, cobre e iodo.

1.10 Exigências nutricionais

Exigência nutricional é a quantidade mínima de um determinado nutriente que deve ser fornecida aos animais para satisfazer suas necessidades de manutenção e produção. As exigências nutricionais dos suínos variam de acordo com o potencial genético, a idade, o sexo, o peso e a fase produtiva em que os animais se encontram. Na nutrição dos suínos, deve-se levar em conta estas diferenças, para se obter a máxima eficiência produtiva.

Nas Tabelas 28, 29, 30, 31 e 32, são apresentados os limites máximos e mínimos de nutrientes, exigidos em cada fase, com diferentes níveis de densidade nutricional, para serem usados na formulação de rações (vide anexo I).

1.11 Formulação de ração

O cálculo da quantidade de cada ingrediente que entra na composição de uma ração, com base na sua composição química e nas exigências nutricionais da categoria de animais a que a ração se destina, denomina-se formulação de ração. A escolha dos alimentos e a proporção com que cada um participa na ração depende do balanceamento de nutrientes desejado. Devem ser levadas em consideração, também, as limitações existentes em alguns ingredientes, como, por exemplo, problemas de toxicidade, manuseio, conservação e, em especial, o seu custo.

Normalmente as rações são calculadas com base no custo mínimo, considerando-se um valor médio para a composição química dos alimentos. Entretanto outros parâmetros estão cada vez mais sendo considerados, como por exemplo, a variabilidade na composição química dos ingredientes, as diferenças genéticas dos suínos e o máximo ganho esperado.

Existem várias técnicas para o cálculo das rações. Até pouco tempo, as mais usadas eram o quadrado de Pearson e o sistema de equações, com o uso de calculadoras. Atualmente, com o avanço da informática, tornou-se usual o emprego de programas de computadores (softwares) que usam a programação linear para o cálculo.

2 Alimentos

2.1 Alfafa (*Medicago sativa*)

2.1.1 Importância econômica

A alfafa é uma leguminosa originária da Ásia e muito difundida no mundo inteiro. Os países produtores que se destacam são Canadá, EUA e Argentina, existindo mais de 250 cultivares utilizados.

No Brasil, a alfafa foi introduzida através do Uruguai e Argentina. O Rio Grande do Sul é responsável por 70% da produção brasileira, com destaque para os cultivares Crioula e Flórida 707.

A alfafa é utilizada principalmente para a bovinocultura de leite, pelo alto valor forrageiro. Apresenta elevado potencial para a produção de matéria seca, alta concentração de proteína e de vitaminas A, E e K, além dos minerais como o cálcio e o magnésio.

2.1.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética da alfafa integral, silagem de alfafa e feno de alfafa são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.1.3 Normas para a alimentação animal

- **Alfafa, feno moído** — É o produto obtido da alfafa, constituindo-se da parte aérea da planta, submetida ao processo de secagem natural ou artificial e posterior moagem. São especificados dois tipos: com 14 e 17% de proteína bruta.

Na Tabela 2, é apresentado o padrão exigido para a utilização do feno moído de alfafa na alimentação animal.

2.1.4 Uso da alfafa na alimentação de suínos

A alfafa é considerada um alimento volumoso, com boas qualidades nutricionais. Possui elevado teor de fibra bruta, principalmente celulose e lignina, que limita o uso em dietas para suínos. Sua constituição é variável e depende do estágio de desenvolvimento da planta. Quanto mais madura, maior será o teor de fibra e menor o de proteína bruta. É recomendado o uso com, no máximo, 10% de florescimento das plantas.

A proteína da alfafa possui um bom balanceamento de aminoácidos, com um razoável teor de lisina. Entretanto sua digestibilidade é baixa, com valor próximo a 60%. A energia também possui baixa digestibilidade em função do elevado teor de fibra. Há dificuldades no fornecimento de níveis adequados de energia em dietas com

Tabela 2 — Padrão exigido para utilização do feno de alfafa na alimentação animal

| Parâmetro | Unidade | Feno moído de alfafa | |
|---------------------------------|---------|----------------------|--------------------|
| | | 14% proteína bruta | 17% proteína bruta |
| Umidade | % | 12,00 | 12,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 14,00 | 17,00 |
| Fibra detergente Ácido (máximo) | % | 39,00 | 35,00 |
| Materia mineral (máximo) | % | 10,00 | 10,00 |
| Cálcio (máximo) | % | 1,20 | 1,30 |
| Fósforo (mínimo) | % | 0,18 | 0,20 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,00 | 20,00 |

Fonte: Compêndio..(1998).

alfafa, uma vez que a capacidade de consumo de alimentos pelos suínos é limitada. A alfafa é rica em vitaminas A, E e K, tem alto teor de cálcio e baixo de fósforo. É recomendada para animais adultos, preferencialmente para porcas em gestação. Para as fases iniciais o uso não é recomendado e para crescimento, terminação e lactação, o fornecimento deve ser em níveis restritos.

A alfafa apresenta taninos, que são componentes antinutricionais, que afetam a ação das enzimas reduzindo a digestibilidade dos nutrientes, além de diminuir a palatabilidade do alimento.

Existem normalmente duas formas que a alfafa pode ser fornecida aos suínos:

- Alfafa fresca recém cortada;
- Feno de alfafa moído e misturado à ração.

A forma fresca deve ser fornecida em complementação à ração, podendo na fase de gestação chegar à 50% da dieta. As quantidades de alfafa e de ração fornecidas devem ser controladas, para que as exigências nutricionais diárias dos animais sejam atendidas. Na fase de lactação, estas exigências são altas e neste caso a inclusão de alfafa é bastante limitada pela baixa digestibilidade da energia.

O feno de alfafa possui maior teor de fibra bruta em relação à alfafa fresca e a silagem de alfafa. Deve ser usado como ingrediente das rações, com base na sua composição química e energética.

2.2 Arroz (*Oryza sativa*)

2.2.1 Importância econômica

O arroz é um dos principais alimentos da população humana. É o terceiro cereal mais cultivado no mundo, com destaque para os países asiáticos. A produção mundial estimada para a safra 1998/99 é de 553,9 milhões de toneladas.

O Brasil possui uma área de 3.910 mil hectares, com cultivo do arroz de sequeiro e do arroz irrigado. As estimativas para a safra 98/99 indicam uma produção de 11.289,1 mil toneladas, segundo a CONAB, bem superior à produção obtida na safra de 1997/98.

O Rio Grande do Sul tem área cultivada de 951,1 mil hectares, onde se destaca o cultivo de arroz irrigado, com altos índices de produtividade. O grande número de agroindústrias para beneficiamento da produção, gera subprodutos, como o farelo de arroz, que está disponível em grande quantidade para uso na alimentação animal. Na safra 1998/99, o estado deverá colher 5 milhões de toneladas de arroz, também com aumento expressivo em relação à safra de 1997/98.

Na Tabela 3, são apresentados os dados de produção de arroz, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1997/98.

Tabela 3 — Produção de arroz na safra de 1997/98.

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Mundo ¹ | 568.840,0 |
| Brasil | 8.510,6 |
| Paraná | 169,0 |
| Santa Catarina | 801,0 |
| Rio Grande do Sul | 3.609,0 |

¹ Fonte: FAO ... (1998) e Estimativas ... (1999).

2.2.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética do farelo de arroz integral, farelo de arroz desengordurado e quirera de arroz são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.2.3 Normas para a alimentação animal

- **Arroz, Quirera** — São grãos de arroz quebrados originados do processo de seleção para o consumo humano.
- **Arroz, Farelo integral** — Subproduto originário do polimento realizado no beneficiamento do grão de arroz sem casca. Consiste do pericarpo e/ou película que cobre o grão, estando presentes gérmen, fragmentos de arroz e pequenas quantidades de casca que tem granulometria similar ao farelo. Deve ser isento de matérias estranhas à sua composição.
- **Arroz, Farelo desengordurado** — É o subproduto obtido através do processo da extração de óleo por solvente do farelo de arroz integral.

Na Tabela 4, é apresentado o padrão exigido para a utilização do farelo de arroz integral, farelo de arroz desengordurado e quirera de arroz, na alimentação animal.

Tabela 4 — Padrão exigido para a utilização de quirera de arroz, farelo de arroz integral e farelo de arroz desengordurado na alimentação animal.

| Parâmetro | Unidade | Quirera de arroz | Farelo de integral | Farelo de arroz desengordurado |
|-------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Umidade (máximo) | % | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 8,00 | 12,00 | 14,00 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 1,00 | 10,00 | 12,00 |
| Extrato etéreo (mínimo) | % | — | 14,00 | 1,00 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 1,50 | 10,00 | 12,00 |
| Cálcio (máximo) | % | — | 0,07 | 0,10 |
| Fósforo (mínimo) | % | — | 1,00 | 1,20 |
| Acidez mg NaOH/100 g (máximo) | % | — | 20,00 | — |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| Sementes de ervas daninhas (máximo) | % | 5,00 | — | — |

Fonte: Compêndio ... (1998).

2.2.4 Uso de arroz na alimentação de suínos

Na alimentação de suínos o arroz é usado em forma de farelo integral, farelo desengordurado e quirera.

1. Farelo de arroz integral

Representa cerca de 13% do peso dos grãos. Apresenta composição química variável em função do tipo de processamento. Os teores de proteína, fibra bruta e de extrato etéreo são superiores ao milho. O amido e a gordura são as principais fontes de energia do farelo de arroz. A proteína é rica em aminoácidos sulfurosos e tem a lisina e a treonina como aminoácidos mais limitantes. O conteúdo de gordura é rico em ácidos graxos insaturados facilmente peroxidáveis (rancificáveis), como o ácido palmítico, linoléico e oléico. A peroxidação da gordura pode reduzir o valor nutricional do alimento, principalmente em relação aos aminoácidos e as vitaminas, além de causar problemas gastrointestinais nos animais, como diarreia em leitões. Pode ser evitada adicionando-se antioxidantes, como o etoxiquim, BHA ou BHT.

Os fatores que limitam o uso na alimentação de suínos são a presença de casca, que tem alto teor de celulose e sílica, os oxalatos e fitatos, que são fatores antinutricionais, e o alto teor de fósforo.

Recomenda-se níveis de até 30% da dieta para as fases de crescimento, terminação e para porcas em gestação.

2. Farelo de arroz desengordurado

O farelo de arroz desengordurado representa cerca de 82% do peso farelo de arroz integral. Apresenta teores de proteína e fibra bruta superiores, e teores de extrato etéreo e energia digestível inferiores, quando comparados ao milho. Devido ao baixo teor de gordura, não apresenta os problemas de deterioração observados no farelo de arroz integral.

O uso na alimentação de suínos é limitado pelo alto teor de fibra bruta e de fósforo. Pode ser incluído em até 20% nas dietas de porcas em gestação e em até 30% para as fases de crescimento e terminação.

3. Quirera de arroz

No beneficiamento do arroz, a quirera representa cerca de 10% do total do peso dos grãos. Possui valor nutricional similar ao milho.

Para suínos só há restrições de uso para leitões, onde se recomenda inclusão de até 25% da ração.

2.3 Aveia (*Avena sp.*)

2.3.1 Importância econômica

A aveia é a sexta cultura em produção de grãos no mundo, sendo os maiores produtores a Europa, os Estados Unidos e o Canadá.

No Brasil, o cereal tem grande potencial de uso nos sistemas de produção agropecuários, principalmente nos estados do Sul. É uma alternativa econômica importante no período de inverno, podendo ser usada para produção de grãos, para a formação de pastagens, elaboração de fenos e silagem, ou ainda, para o manejo e conservação do solo. As espécies que predominam são a aveia preta e a aveia branca.

A produção de grãos de aveia, pelo seu alto valor nutritivo, representa uma importante fonte de alimento humano e animal. A maior parte dos grãos é usada na alimentação animal, especialmente em rações para cavalos.

Na Tabela 5, são apresentados os dados de produção de aveia, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1998.

Tabela 5 — Produção de aveia na safra de 1998.

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------------------|----------------------------|
| Mundo ¹ | 32.401,0 |
| Brasil ² | 198,2 |
| Paraná ³ | 110,5 |
| Santa Catarina ³ | 9,7 |
| Rio Grande do Sul ³ | 76,7 |

¹ FAO ... (1998), ² Estimativas... (1999) e ³ IBGE (1999).

2.3.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética da aveia branca e da aveia preta são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.3.3 Normas para a alimentação animal

1. **Aveia branca, grão** – O grão de aveia branca destinado para o consumo animal deve ser isento de sementes tóxicas, resíduos de pesticidas e material mofado.
2. **Aveia preta, grão** – O grão de aveia preta destinado para consumo animal deve apresentar as mesmas características da aveia branca.

Na Tabela 6, é apresentado o padrão exigido para a utilização da aveia branca e da aveia preta na alimentação animal.

Tabela 6 — Padrão exigido para a utilização da aveia na alimentação animal

| Parâmetro | Unidade | Aveia branca, grão | Aveia preta, grão |
|--------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Umidade (máximo) | % | 13,00 | 13,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 11,00 | 11,00 |
| Extrato etéreo (mínimo) | % | 3,00 | 3,00 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 13,00 | 15,00 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 5,00 | 5,00 |
| Impurezas (máximo) | % | 3,00 | 3,00 |
| Ardidos (máximo) | % | 3,00 | 3,00 |
| Peso específico (mínimo) | kg/m ³ | 500,00 | 450,00 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,00 | 20,00 |

Fonte: Compêndio ... (1998)

2.3.4 Uso de aveia na alimentação de suínos

A aveia pode ser usada na alimentação de suínos como fonte protéica e energética. Sua composição nutricional e teor de fibra bruta variam em função do tipo de cultivar e do peso específico do grão.

Em relação ao milho, os teores de energia metabolizável são inferiores. A proteína da aveia é considerada de boa qualidade, com teor de lisina cerca de 50% superior ao milho. Apresenta também maiores teores de extrato etéreo, cálcio e fósforo. O teor de fibra bruta varia de 10 a 15%, reduzindo a digestibilidade da energia. A casca e a arista do grão, trazem problemas de palatabilidade, podendo reduzir o consumo de ração e causar irritação nas mucosas dos animais. Há estudos visando desenvolver cultivares de aveia desaristada e com menos casca, mas as qualidades agrônômicas obtidas ainda não permitem a sua exploração econômica. Também há a possibilidade

de se descascar a aveia por métodos mecânicos, mas o custo deste processo não viabiliza o seu uso para a alimentação de suínos.

A inclusão de aveia em dietas de suínos é limitada pelo nível de energia metabolizável exigido. Normalmente há a necessidade de suplementação da energia com óleo, quando se usa níveis elevados de aveia.

A aveia é especialmente indicada para dietas de gestação e para suínos com alto potencial de rendimento de carne, na fase de terminação, onde os níveis de energia são controlados por restrição alimentar. A inclusão de aveia permite um maior consumo de alimento, diminuindo a necessidade da restrição, que é fator de desconforto e estresse para os animais.

2.4 Cevada (*Hordeum vulgare*)

2.4.1 Importância econômica

O cultivo da cevada está normalmente relacionado com a o mercado das indústrias de malte e cervejeiras. Entretanto, em muitos países a cevada tem participação expressiva na alimentação animal. Os maiores produtores de cevada são a Rússia, o Canadá, a Ucrânia e a Alemanha.

No Brasil a produção de cevada se concentra nos estados do Sul, com destaque para o Rio Grande do Sul, que é praticamente autosuficiente na produção de cevada para a fabricação de cerveja. Na alimentação animal, tem pouca participação, sendo utilizada normalmente a cevada que não se enquadra nas normas exigidas pelas indústrias cervejeiras.

Na Tabela 7, são apresentados os dados de produção de cevada, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1998.

Tabela 7 — Produção de cevada na safra de 1998

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Mundo ¹ | 141.505,0 |
| Brasil ² | 301,8 |
| Paraná ³ | 85,8 |
| Santa Catarina ³ | 4,0 |
| Rio Grande do sul ³ | 212,1 |

¹FAO (1998), ²Estimativas... (1999) e ³IBGE (1999).

2.4.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética da cevada são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.4.3 Normas para a alimentação animal

1. **Cevada, grão seco** – O grão de cevada destinado ao consumo animal deve ser isento de sementes tóxicas, resíduo de pesticida e material mofado.

Na Tabela 8, é apresentado o padrão exigido para a utilização da cevada na alimentação animal.

Tabela 8 — Padrão exigido para a utilização da cevada na alimentação animal

| Parâmetro | Unidade | Nível |
|-----------------------------|---------|-------|
| Umidade (máxima) | % | 14,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 10,00 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 8,00 |
| Extrato etéreo (mínimo) | % | 1,00 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 4,00 |
| Aflatoxinas | ppb | 20,00 |
| Impurezas (máximo) | % | 1,50 |
| Ardidos + brotados (máximo) | % | 3,00 |
| Chochos (máximo) | % | 5,00 |
| Quebrados (máximo) | % | 5,00 |
| Outros cereais (máximo) | % | 10,00 |
| Grãos perfeitos (mínimo) | % | 80,00 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

2.4.4 Uso da cevada na alimentação de suínos

O teor de proteína bruta da cevada é superior ao do milho e inferior ao do trigo, sendo de pior qualidade e menos digestível. Um dos problemas relacionados com a qualidade da proteína da cevada está no fato de que as características exigidas para a indústria de malte e cerveja, que são preferenciais nos programas de melhoramento, são opostas às exigidas para a nutrição animal. O teor de energia é ligeiramente inferior ao do trigo e em torno de 10% inferior ao do milho, tendo também menor digestibilidade devido ao teor mais alto de fibra.

A inclusão de níveis elevados de cevada em dietas para suínos pode ser limitada pelo seu teor de fibra bruta, e exige normalmente a suplementação da energia. Em pesquisas realizadas pela Embrapa Suínos e Aves (Fialho et al, 1992), onde a cevada substituiu em vários níveis o milho, em dietas com farelo e óleo de soja, concluiu-se que, para suínos em crescimento, um acréscimo de 20% na inclusão de cevada reduz em 19,5% a inclusão de milho, em 1,0% a inclusão de farelo de soja e aumenta em 1,0% a inclusão de óleo de soja. Para suínos em terminação, um acréscimo de 20% na inclusão de cevada, reduz em 21,2%

a inclusão de milho, em 1,2% a inclusão de farelo de soja e aumenta em 1,2% a inclusão de óleo de soja. Observou-se também que a inclusão de até 80% de cevada em substituição ao milho não causou diferenças no desempenho dos animais, desde que os níveis de energia digestível fossem mantidos. A cevada pode ser usada em até 10% para a fase inicial e livremente para as demais fases, levando-se em conta o teor máximo de fibra e os valores nutricionais exigidos.

Existe a possibilidade de se retirar a casca da cevada através de polimento, obtendo-se um produto com menor teor de fibra e maior concentração de nutrientes, sendo, entretanto, pouco comum e limitado pelo custo.

O fungo **Fusarium**, ou **Giberella** na forma sexuada, pode atacar a cevada ainda no campo, e pode produzir micotoxinas, em condições favoráveis de umidade e temperatura. A presença de grãos giberelados pode ser indicativo da presença de micotoxinas, sendo recomendado a sua remoção do produto, através dos equipamentos de limpeza.

2.5 Mandioca (*Manihot sp.*)

2.5.1 Importância econômica

No Brasil, a mandioca é uma cultura típica de pequena propriedade, produzida principalmente para consumo na alimentação animal e humana. Também pode ser industrializada para outros fins, como a elaboração de produtos farmacêuticos, colas e cosméticos. Na alimentação animal é usada “in natura”, na forma de farinha integral, que é a farinha de raiz desidratada, na forma de farelo de raspas, que resulta do processo de extração do amido, ou ainda, na forma de farinha da parte aérea.

A produção brasileira representa cerca de 30% da produção mundial. No Rio Grande do Sul, a industrialização se dá em pequena escala, criando-se dificuldades para a comercialização, apesar do grande volume produzido e do consumo expressivo de seus derivados. O uso neste caso, visa a suplementar a alimentação animal nas propriedades rurais, principalmente do gado leiteiro, nos meses de inverno. As variedades mais cultivadas são as de baixo teor ácido cianídrico, os chamados aipins, para servir também à alimentação humana.

Na Tabela 9, são apresentados os dados de produção de mandioca, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1997/98.

2.5.2 Composição química e energética da mandioca

Os valores da composição química e energética da mandioca integral, farinha integral de mandioca e farelo de raspas de mandioca são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

Tabela 9 — Produção de mandioca na safra de 1997/98.

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------|----------------------------|
| Mundo ¹ | 166.189 |
| Brasil | 37.293 |
| Paraná | 3.388 |
| Santa Catarina | 521 |
| Rio Grande do Sul | 1.332 |

¹ FAO ... (1998) e Estimativas ... (1999).

2.5.3 Normas para a alimentação animal

- (a) **Mandioca, farinha integral** – É o produto seco obtido através do processamento da raiz integral da mandioca. Deve ser isento de matérias estranhas à sua composição.
- (b) **Mandioca, farelo** – É o subproduto seco obtido das indústrias de extração do amido da mandioca. Deve ser isento de matérias estranhas à sua composição.

Na Tabela 10, é apresentado o padrão exigido para a utilização da farinha de raspas de mandioca e do farelo de raspas de mandioca, na alimentação animal.

Tabela 10 — Padrão exigido para a utilização da farinha de mandioca e do farelo de raspas na alimentação animal

| Parâmetro | Unidade | Mandioca, Farinha | Mandioca, farelo de |
|--------------------------|---------|-------------------|---------------------|
| Umidade (máximo) | % | 12,00 | 12,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 2,00 | 1,50 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 5,00 | 14,00 |
| Extrato etéreo (mínimo) | % | 0,30 | 0,30 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 3,00 | 2,00 |
| Cálcio (máximo) | % | 0,20 | 0,30 |
| Fósforo (mínimo) | % | 0,03 | 0,02 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,00 | 2,00 |
| Amido (mínimo) | % | 65,00 | 55,00 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

2.5.4 Uso da mandioca na alimentação de suínos

A mandioca pode ser usada na alimentação de suínos, como ingrediente da ração, na forma de farinha integral de mandioca, na forma de farelo de raspas de

mandioca ou ainda na forma de farinha da parte aérea. Também pode ser usada como ingrediente da dieta em forma de mandioca fresca, contendo nesse caso, elevado teor de água.

É considerada um alimento energético, sendo o amido seu principal componente. O teores de proteína e aminoácidos são muito baixos.

As variedades de mandioca bravas ou amargas podem intoxicar os animais quando usadas imediatamente após a colheita, pela presença de substâncias que liberam ácido cianídrico. Um tratamento prévio, através da trituração ou corte dos tubérculos em pequenos pedaços após a colheita, e exposição ao ar e ao sol por um período mínimo de 12 horas, é suficiente para eliminar este problema.

(a) Farinha integral

A farinha integral de mandioca é obtida pela desidratação dos tubérculos triturados, com posterior moagem. A desidratação pode ser feita pela exposição ao sol por um período variável de 24 a 72 horas, ou com o uso de secadores. Para a pequena propriedade, uma boa opção são os secadores de leito fixo. O produto deve ficar com até 14% de umidade. A farinha integral pode substituir totalmente o milho ou outra fonte de energia para suínos em crescimento e terminação. Deve-se dar atenção aos níveis de energia e de metionina, que podem apresentar deficiências. O emprego da farinha integral na formulação com farelo de soja, premix, calcáreo, fosfato bicálcico e sal ou com farelo de soja e núcleo é mais adequado do que o uso com concentrado. Isto porque, no uso do concentrado, há a necessidade de se aumentar a proporção para manter os níveis de proteína bruta e aminoácidos, que se encontram em menor quantidade na mandioca em relação ao milho.

(b) Farelo de raspas

O farelo de raspas apresenta alto teor de fibra e de matéria mineral, sendo baixo o teor de energia. Não deve ser utilizado para suínos em crescimento, pois reduz seu desempenho, mesmo em níveis baixos de inclusão. Para suínos em terminação, pode ser incluída em até 30% da dieta, desde que se mantenha níveis adequados de energia.

(c) Mandioca fresca

O uso de mandioca integral triturada ou picada em pequenos pedaços, com alta umidade, é recomendado para suínos em crescimento e terminação, com fornecimento à vontade, e para porcas em gestação, onde o fornecimento deve ser controlado. Não deve ser fornecida para leitões em fase inicial e para matrizes em lactação. As necessidades de proteína, vitaminas e minerais devem ser supridas com o uso de concentrado, através da adição de maiores quantidades de núcleo ou premixes.

A mandioca integral triturada pode ser armazenada em silos, obtendo-se a silagem de raiz. É boa opção em regiões úmidas onde é difícil a secagem ao

sol. Sua composição química é semelhante à da raiz da mandioca fresca, apenas com teor de matéria seca um pouco mais elevado. A silagem é feita com a trituração da mandioca e posterior deposição no silo, onde o produto é compactado em camadas de 10 cm, com a adição de 2,5 a 3% de sal. O piso do silo deve ter um declive de 0,5% para escoamento do excesso de líquido.

Na Tabela 11, são apresentadas as quantidades de mandioca fresca e silagem de mandioca, a serem fornecidas com concentrado, para as diferentes fases dos suínos:

Tabela 11 — Fornecimento de concentrado com mandioca fresca ou com silagem de mandioca:

| Peso vivo suínos (kg) | Quantidade fornecida por dia (kg) | | |
|------------------------|------------------------------------|-----------------|---------------------|
| | Concentrado ¹ | Mandioca Fresca | Silagem de Mandioca |
| 20 – 40 | 1,100 | À vontade | À vontade |
| 40 – 80 | 1,350 | À vontade | À vontade |
| 80 – 100 | 1,500 | À vontade | À vontade |
| Gestação (0 a 30 dias) | 0,700 | 3,600 | 3,000 |
| Gestação (30 a 85) | 0,770 | 4,000 | 3,350 |
| Gestação (85 a 110) | 1,050 | 6,000 | 5,000 |

¹ A quantidade de concentrado fornecida deve atender as necessidades em proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais.
Fonte: Bertol (1998)

(d) Farinha da parte aérea

A farinha da parte aérea é obtida, picando-se os ramos e folhas, secando-os ao sol e fazendo a posterior moagem. A secagem deve ser feita até uma umidade de 12%, quando é feita a moagem, podendo então ser adicionada à ração. A parte aérea da mandioca contém mais ácido cianídrico que as raízes, não devendo ser fornecida fresca aos animais.

A farinha seca da parte aérea pode ser adicionada à ração em até 25% da dieta de suínos em crescimento e terminação e em até 30% da dieta de matrizes em gestação. Essas dietas são complementadas com óleo e metionina, para ajustar os teores de energia e desse aminoácido, que auxilia na desintoxicação dos resíduos tóxicos que permanecem na farinha.

2.6 Milho (*Zea mays*)

2.6.1 Importância econômica

O milho ocupa o 2º lugar em volume de produção no mundo, e se constitui na principal fonte energética para a alimentação animal. A produção mundial para a safra 1998/99, é estimada em 596,8 milhões de toneladas, sendo que os Estados Unidos participam com 247,9 milhões de toneladas (Souza,1999).

No Brasil, a produção de milho ocupa uma área superior a 12 milhões de hectares e se constitui no mais importante cereal. Segundo a CONAB, a estimativa para a safra 98/99, no país, indica um acréscimo na produção, devendo-se atingir 32,7 milhões de toneladas, sendo 27,1 milhões na safra e 5,6 milhões na safrinha. A região sul é responsável por quase 50% da produção. A estimativa de produção na safra de 98/99 no Rio Grande do Sul indica uma produção de 3.972 mil toneladas, segundo a CONAB, apresentando um déficit superior a um milhão de toneladas em relação ao consumo previsto.

Para 1999, a demanda de milho no mercado interno brasileiro será de 35 milhões de toneladas. No mercado de rações, o milho participa com cerca de 63% do volume produzido. Junto com o farelo de soja, o percentual chega a 83% da composição das rações. De um volume estimado de 30 milhões de toneladas de rações produzidas em 1998, a avicultura respondeu por 56,7% e a suinocultura com 32,8%, deste total. Para a maioria das propriedades rurais do sul do Brasil, o milho é a base do sistema de produção, formando matrizes produtivas com a criação animal. Nestas propriedades, a suinícola é extremamente dependente da produção de milho, que pode ser determinante para o sucesso da atividade.

Na Tabela 12, são apresentados os dados de produção de milho, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1997/98.

Tabela 12 — Produção de milho na safra 1997/98.

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Mundo ¹ | 578.500 |
| Brasil | 31.520 |
| Paraná | 7.421 |
| Santa Catarina | 3.629 |
| Rio Grande do sul | 4.653 |

Fonte: Estimativas ...(1998) e ¹Recomendações ...(1998).

2.6.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética do milho em grão seco e silagem de grão são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.6.3 Normas para a alimentação animal

- **Milho, grão** – O grão de milho amarelo destinado ao consumo animal deve ser isento de sementes tóxicas e resíduos de pesticidas.

Na Tabela 13, é apresentado o padrão exigido para a utilização do milho na alimentação animal.

Tabela 13 — Padrão exigido para a utilização do milho na alimentação animal.

| Parâmetro | Unidade | Milho, grão amarelo |
|--------------------------|---------|---------------------|
| Umidade (máximo) | % | 14,00 |
| Proteína Bruta (mínimo) | % | 7,00 |
| Fibra Bruta (máximo) | % | 3,00 |
| Extrato Etéreo (mínimo) | % | 2,00 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 1,50 |
| Xantofila (mínimo) | ppm | 10,00 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,00 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

O milho, para uso na alimentação animal deve atender as normas de classificação definidas pela Resolução 103, do CONCEX, apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 — Classificação do milho (Resolução 103 do CONCEX).

| Tipo | Unidade | Avariados e carunchados | | Impurezas, Fragmentos e materiais estranhos | Umidade |
|------|------------|-------------------------|--------------------|---|---------|
| | | Total | Ardidos e brotados | | |
| 1 | % (máximo) | 11,00 | 3,00 | 1,50 | 14,50 |
| 2 | % (máximo) | 18,00 | 6,00 | 2,00 | 14,50 |
| 3 | % (máximo) | 24,00 | 10,00 | 3,00 | 14,50 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

Quanto às imperfeições presentes no milho, podem ocorrer:

- **Grãos carunchados** – São os grãos ou pedaços de grãos furados ou infestados por insetos vivos ou mortos.
- **Grãos ardidos** – São os grãos ou pedaços de grãos que perderam a coloração característica, em mais de $\frac{1}{4}$ do tamanho do grão.
- **Grãos brotados** – São os grãos ou pedaços de grãos que apresentam germinação visível.
- **Impurezas e fragmentos** – São os detritos do próprio produto, bem como os fragmentos que vazam numa peneira de crivos circulares de 3 mm de diâmetro.

- **Matérias estranhas** – São os grãos ou sementes de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza, não oriundos do produto.

2.6.4 Uso do milho na alimentação de suínos

O milho é utilizado como fonte de energia na formulação de rações. Participa em até 90% da composição das dietas. Sua maior limitação como fonte de nutrientes é o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano. A qualidade do milho é fator importante a ser observado na nutrição de suínos, para assegurar os teores de nutrientes e a ausência de substâncias tóxicas.

1. Colheita

A colheita na época oportuna, tão logo o milho atinja os teores de umidade adequados (20 a 24% para a colheita mecânica e 18 a 22% para colheita em espiga), reduz significativamente as perdas pelo ataque de roedores, insetos e fungos, e diminui os problemas de pós – colheita, pela melhor qualidade do produto e menor grau de infestação inicial.

2. Pós – colheita

O milho colhido deve ser secado imediatamente. Umidade elevada dá condições ao desenvolvimento de microorganismos e aumenta as perdas de peso devido ao aceleração do processo respiratório dos grãos, causando elevação da temperatura e deterioração do produto. Recomenda – se utilizar uma temperatura de secagem de 90°C . Com esta temperatura o grão atinge um aquecimento em torno de 45°C, o que não causa nenhum dano à sua integridade. Temperaturas mais elevadas (até 140°C), usadas industrialmente, podem causar injúrias como quebras e fissuras nos grãos, prejudicando a qualidade de estocagem. A umidade recomendada para o armazenamento é de 13 a 14% quando a granel. Para sacarias pode-se ter umidade de 0,5 a 1,0% maiores, e quando em espigas até 2% maiores.

3. Micotoxinas

O desenvolvimento de fungos no milho armazenado depende principalmente das condições de umidade, temperatura, nível inicial de contaminação e condições físicas dos grãos. A atividade fúngica pode estar associada à produção de micotoxinas. As mais frequentes no milho são a Aflatoxina e a Zearalenona. A aflatoxina é produzida pelos fungos do gênero **Aspergillus**, e normalmente aparecem no meses de janeiro a abril, em condições de alta temperatura e umidade. Tem efeito cancerígeno, causando principalmente lesões hepáticas. A zearalenona é produzida pelos fungos do gênero **Fusarium**, tem maior incidência nos meses de abril a julho quando ocorrem oscilações de temperatura, uma vez que o fungo necessita de altas temperaturas para se desenvolver e baixas para produzir a toxina. Tem efeito estrogênico nos animais causando problemas reprodutivos.

Na Tabela 15, são apresentadas as micotoxinas mais frequentes no milho, as condições favoráveis para seu desenvolvimento e os principais sintomas de intoxicação em suínos.

Tabela 15 — Micotoxinas frequentes em milho

| Micotoxina | Fungo | Condições favoráveis | Sintomas nos suínos |
|-------------------|--------------|--|---|
| Aflatoxina | Aspergillus | Temperatura—27 a 30°C Umidade ar—85% Umidade do grão—17,5 a 18,5% | Retardo no crescimento Piora na conversão Abortos Baixa resistência a doenças Hemorragias e morte |
| Zearalenona | Fusarium | Temperatura—Oscilações de temperaturas altas de 20 a 25°C e baixas de 8 a 10°C Umidade ar – 85 a 90% Umidade do grão – 22 a 23°C | Falso cio e repetição do cio Leitegadas pequenas Natimortos e mumificados Vulva inchada |

Fonte: Bonett e Monticelli (1998).

Os lotes de grãos com suspeita de contaminação devem ser analisados e se houver contaminação por micotoxinas, recomenda-se consultar um nutricionista para ver qual é o melhor destino para o produto. O uso de grãos contaminados pode trazer prejuízos econômicos significativos na atividade suinícola, além de cusar problemas à saúde humana pela possibilidade de resíduos nos alimentos. A dureza do grão, ou tipo de grão, não tem relação com resistência ao ataque de fungos. Geralmente, grãos duros, acarretam maiores custos na moagem, pelos gastos com tempo e energia.

4. Granulometria

O tamanho das partículas de milho após a moagem é um dos fatores determinantes do melhor desempenho dos suínos. Partículas muito grossas dificultam a digestão e o aproveitamento dos nutrientes. Quando muito finas, podem contribuir para a incidência de úlcera gástrica nos suínos. O milho moído deve ser usado com um tamanho médio das partículas ou diâmetro geométrico médio (DGM), entre 0,5 e 0,65 mm. Além do DGM, deve-se levar em conta o grau de uniformidade das partículas, ou seja, a amplitude de variação do tamanho das partículas em relação à média, que é determinado pelo desvio padrão geométrico (DPG). Quanto menor esta variação, melhor será a qualidade da moagem.

Entre os fatores que influenciam a granulometria no processo de moagem, em moinhos a martelo, usados na maioria das propriedades suinícolas, citam-se: diâmetro dos furos da peneira, área de abertura da peneira, velocidade de

rotação e número de martelos, distância entre martelos e peneira, fluxo de moagem, teor de umidade do ingrediente e desgaste do equipamento.

5. Silagem de grãos

O uso de silagem de grãos úmidos na alimentação de suínos é uma alternativa para se produzir grãos na propriedade, reduzindo os problemas e as perdas verificadas no pré e pós colheita do produto seco, bem como diminuindo o período de ocupação da terra. Além disso, a silagem de grãos úmidos, pela fermentação anaeróbica, apresenta melhor digestibilidade, proporcionando melhor desempenho dos animais.

Para a ensilagem, a colheita é realizada com 35 a 40% de umidade. Os grãos são quebrados, triturados ou amassados, e distribuídos no silo. Em moinhos a martelo, recomenda-se a trituração com o uso de peneiras de 13 mm, quando a umidade for de 35% ou mais, e de 8 mm, quando a umidade for menor de 35%. A compactação é feita em camadas de 20 cm. Após a compactação o silo é vedado com o objetivo de eliminar o contato do produto com o oxigênio do ar.

O tempo entre a colheita e a ensilagem deve ser curto, para evitar o aquecimento do material e a possível contaminação por fungos. Não se recomenda deixar o produto exposto no silo, sem vedação, por mais de 12 horas. Este problema também pode ocorrer com a ração, e por isso se recomenda fornecê-la aos animais no mesmo dia da elaboração.

O consumo de uma ração com silagem de grãos deve ser superior ao de uma ração com grão seco por causa do maior teor de umidade. Para a formulação, considera-se o teor de matéria seca. Por exemplo, numa fórmula para 100 kg, que incluía 80 kg de milho (87% de matéria seca), 16 kg de farelo de soja e 4kg de núcleo, para substituir o milho por silagem de grãos (62% de matéria seca), deve-se usar mais silagem em relação ao milho e manter os mesmos níveis dos outros ingredientes. Esta quantidade a mais de silagem usada é para compensar o maior teor de umidade, e é obtida por regra de três, como segue:

$$\begin{array}{ll} 80\% \text{ milho} & \dots\dots\dots 87\% \text{ matéria seca} \\ X\% \text{ de silagem} & \dots\dots\dots 62\% \text{ matéria seca} \end{array} \quad X = 80 \times 87 / 62 = 112,3\%$$

A fórmula obtida incluiria 112,3 kg de silagem de grão, 16 kg de farelo de soja e 4 kg de núcleo, num total de 132,3 kg, e os animais deveriam consumir 30% a mais de ração em relação à ração com milho seco.

2.7 Soja (*Glycine max*)

2.7.1 Importância econômica

A produção mundial de soja está concentrada nos Estados Unidos, Brasil e Argentina, países responsáveis por 80% da produção mundial. A produção brasileira gera excedentes em relação à demanda interna, tornando o país o segundo maior

exportador do mundo de soja em grão e óleo de soja, com 3,42 milhões e 1,76 milhões de toneladas, respectivamente, e o primeiro maior exportador de farelo de soja, com 11,60 milhões de toneladas. Os estados de maior produção são Paraná, Mato grosso e Rio Grande do sul. Para a safra 1998/99, a estimativa de produção brasileira é de 31.217,3 mil toneladas. No Rio grande do Sul, de 6.020,2 mil toneladas, segundo a CONAB, (Estimativas ...1999).

A soja, através de seu processamento, gera um grande número de produtos, usados principalmente na alimentação humana e animal. O farelo de soja, subproduto da extração do óleo, é o segundo maior ingrediente e a principal fonte protéica na fabricação de rações. Segundo dados de 1998, a demanda por farelo de soja correspondeu a 5,9 milhões de toneladas, tendo representado 20% do total de ingredientes das rações.

Na Tabela 16, são apresentados os dados de produção de soja, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1997/98.

Tabela 16 — Produção de soja na safra de 1997/98

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Mundo ¹ | 146.700,0 |
| Brasil | 30.932,0 |
| Paraná | 7.149,2 |
| Santa Catarina | 649,1 |
| Rio Grande do sul | 6.426,6 |

¹ Fonte: FAO ...(1998) e Estimativas ... (1998).

2.7.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética da soja em grão integral e farelo de soja são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.7.3 Normas para a alimentação animal

1. **Soja, grão integral** – Consiste nos grãos de soja colhidos em adequado estado de maturação. Sua padronização e classificação deve estar de acordo com a resolução do CONCEX nº 169 de 08/03/1989, apresentada na Tabela 17.
2. **Soja , Farelo integral** – É o produto obtido pela tostagem ou extrusão dos grãos de soja. Deve ser uniformemente tostado.
3. **Soja, Farelo semi-integral** – É o produto obtido pela tostagem ou extrusão dos grãos de soja, com extração parcial do óleo.

Na Tabela 18, é apresentado o padrão exigido para a utilização do farelo de soja integral e do farelo de soja semi-integral, na alimentação animal.

Tabela 17 — Classificação da soja (Resolução do CONCEX nº 169 de 08/03/1989).

| Parâmetro | Unidade | Produto | |
|---|---------|--|--|
| | | Tipo 1 | Tipo 2 |
| Umidade (máximo) | % | 14,00 | 14,00 |
| Impurezas e/ou Materiais estranhos (máximo) | % | 1,00 | 2,00 |
| Bagas de mamona (máximo) | % | 0,005 | 0,005 |
| Avariados (máximo) | % | 8%, com 5% de ardidos | 8%, com 5% de ardidos |
| Grãos quebrados (máximo) | % | 30,00 | 30,00 |
| Coloração | | Amarela com máximo de 10% de esverdeados | Amarela com máximo de 10% de esverdeados |

Fonte: Compêndio ... (1998).

Tabela 18 — Padrão exigido para a utilização do farelo de soja integral e do farelo de soja semi – integral na alimentação animal.

| Parâmetro | Unidade | Soja, Farelo integral | Soja, Farelo semi-integral |
|---------------------------------------|---------|-----------------------|----------------------------|
| Umidade (máximo) | % | 10,00 | 10,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 36,00 | 40,00 |
| Extrato etéreo | % | 20,00 | 10,00 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 6,00 | 6,50 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 5,50 | 6,00 |
| Atividade ureática (máximo) | Var.pH | 0,20 | 0,20 |
| Solubilidade proteica em KOH a 0,20 % | % | 80,00 | 80,00 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,00 | 20,00 |

Fonte: Compêndio...(1998)

4. **Soja, Farelo** (extraído por solvente) – É o produto tostado resultante do processo de extração do óleo por solventes, dos grãos de soja. Deve ser isento de materiais estranhos ao processo e ser uniformemente processado. Existem basicamente dois tipos de produtos: Um sem a retirada da casca (farelo de soja) e outro com a retirada da casca.

Na Tabela 19, é apresentado o padrão exigido para a utilização do farelo de soja extraído por solvente, na alimentação animal.

Tabela 19 — Padrão exigido para a utilização do farelo de soja (solvente) na alimentação animal.

| Parâmetro | Unidade | Farelos de soja | | | | | |
|--------------------------------------|---------|-----------------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| | | Com casca | | | | Sem casca | |
| | | 42 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| Umidade (máximo) | % | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 12,50 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 42,00 | 44,00 | 45,00 | 46,00 | 47,00 | 48,00 |
| Proteína solúvel (KOH 0,2%) (mínimo) | % | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 |
| Atividade ureática (máximo) | Var. pH | 0,30 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 9,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 4,50 | 3,50 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 8,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |

Fonte: Compêndio...(1998)

2.7.4 Uso de soja na alimentação de suínos

Na alimentação de suínos a soja participa como fonte protéica, na forma de farelo, que é o subproduto da extração do óleo. Na forma integral o uso encontra restrições, principalmente pela presença de fatores antinutricionais. Os produtores de soja normalmente vendem a produção para as indústrias, e estas vendem o farelo de soja para as propriedades suinícolas.

Existem vários tratamentos à base de calor para controlar os fatores antinutricionais da soja, possibilitando o emprego do grão integral, melhorando o valor energético da ração e barateando o seu custo. Entretanto, a escassez de equipamentos para uso nas propriedades e a necessidade de um bom controle da temperatura no processo, dificultam o uso destes tratamentos pelos produtores rurais.

1. Aspectos nutricionais

O grão integral tem de 36 a 38% de proteína bruta, 16 a 20% de óleo. A proteína da soja é de grande valor nutricional por conter todos os aminoácidos essenciais, sendo limitantes, a metionina e a treonina. A sua digestibilidade depende da presença ou não dos fatores antinutricionais, sendo que quanto melhor o controle destes, maior será a digestibilidade da proteína da dieta.

O óleo da soja é formado principalmente por ácidos graxos não saturados, especialmente o ácido linoleico, o qual pode interferir na qualidade das carcaças dando-lhe menor consistência do tocinho.

O farelo de soja tem de 42 a 48% de proteína bruta e 2% óleo. No processamento da soja, aproximadamente 82% é transformada em farelo e 18% em óleo bruto. A proteína do farelo de soja é altamente digestível, atingindo as exigências dos suínos em lisina, triptofano, isoleucina, valina e treonina. Entretanto, o farelo de soja é deficiente quanto ao conteúdo de aminoácidos sulfurados, especialmente a metionina.

2. Fatores antinutricionais

A soja possui vários fatores antinutricionais que prejudicam ou impedem a absorção dos nutrientes pelos animais, como os inibidores de tripsina e quimiotripsina, as lectinas, os taninos, os alcalóides, as saponinas e os glicosídeos, que são compostos termolábeis, ou seja, inativados mediante tratamento térmico.

Os inibidores da tripsina são compostos protéicos que atuam sobre a tripsina, enzima pancreática, prejudicando a digestão das proteínas alimentares. São os que tem maior importância, uma vez que quando controlados pelos tratamentos térmicos, indicam que os outros fatores antinutricionais termolábeis também estarão controlados.

3. Controle dos fatores antinutricionais

A destruição dos fatores antinutricionais da soja é feita com o uso do calor, com correta duração e intensidade, desnaturando ou destruindo os fatores. Entretanto, a qualidade da proteína pode ser afetada por um sub-aquecimento, como também por um super-aquecimento. O tratamento com calor é mais efetivo quando a umidade é elevada. Existem muitas combinações entre temperatura e tempo de processamento possíveis de serem utilizadas, visando maximizar a qualidade do grão de soja e minimizar os custos com energia. Entre os métodos de processamento disponíveis, tem-se a tostagem por tambor rotativo, tostagem por calor úmido, tostagem por calor seco, jet splorer, micronização, extrusão úmida ou seca e cozimento. Os mais utilizados são a extrusão, seca ou úmida e a tostagem.

- **Tostagem por tambor rotativo** – foi o primeiro método utilizado no país e consiste em colocar os grãos de soja dentro de um tambor rotativo que recebe calor direto, gerado pela queima de gás de cozinha. É muito difícil acertar o ponto de tostagem pois este varia com o grão (tamanho e umidade). Soma-se a isso o elevado tempo necessário para atingir a temperatura de inativação dos fatores antinutricionais causando danos à qualidade da proteína da soja. Esse método, processa pequenas quantidades, não apresenta fluxo contínuo e é pouco automatizado. Além disso, é o processo que apresenta menor padronização, com sérios

problemas de homogeneização do produto final, devendo deixar de ser utilizado com o aparecimento de novos equipamentos.

- **Tostagem por calor úmido** – consiste em uma ou mais tubulações com uma rosca transportadora em seu interior que movimenta a soja enquanto a submete diretamente ao vapor, com baixa pressão de trabalho. São máquinas que processam de 1.500 a 3.000 kg de grãos/h, sendo necessária uma caldeira para a produção de vapor, com o uso de óleo combustível ou lenha. Os grãos são processados inteiros e em seguida submetidos a secagem, reduzindo a umidade a 10–12%. É um método de boa aplicação industrial, com custo de processamento em torno de US\$ 8,00/t, sem contar os custos com o investimento.
- **Tostagem por calor seco** – pode-se utilizar um método misto composto por cilindros, sendo que no primeiro cilindro a soja é submetida diretamente ao vapor úmido e nos outros quatro fica dentro de camisas. Portanto, há um aquecimento sem que a soja entre em contato direto com a fonte de vapor. Os cilindros são colocados verticalmente um sobre o outro. Operando em fluxo contínuo, a soja é colocada no primeiro cilindro superior e depois transportada para os cilindros seguintes até sair no último cilindro, já processada, necessitando passar por um resfriador.
- **Jet-sploder** – o grão de soja entra em um tubo onde é submetido a um jato de ar aquecido (315°C). Ao sair do tubo o ar se encontra a 120–200°C e esse gradiente de temperatura provoca, em 1 minuto, a elevação da temperatura do grão acima do ponto de ebulição da água, sendo aquecido a 140–150°C e submetido a pressão, o que provoca uma ruptura na estrutura do grão. Ao sair do tubo é laminado por dois compressores e então moído, após ser resfriado. É um processo contínuo que produz 80 kg/min com um custo de processamento de cerca de US\$ 8,00/t, sem considerarmos os gastos de compra do equipamento.
- **Extrusão** – há quatro tipos de extrusores, STHT (short time/high temperature) de rosca única e de rosca dupla, extrusores de cozimento por pressão e extrusores de cozimento a seco. Os três primeiros utilizam vapor e energia elétrica, enquanto que o quarto utiliza somente energia elétrica. Na extrusão a seco o grão de soja é empurrado pelo cilindro condicionador para dentro da rosca extrusora que é composta por roscas sem fim com obstáculos, ultrapassando-os um a um e atingindo em 30 a 40 segundos a temperatura de 130- -135°C e uma pressão de 30 a 60 atmosferas. Com essa pressão não há perdas de água, visto que a pressão de evaporação da água é inferior a pressão interna do tubo, à temperatura de 130 a 140°C. Porém, logo ao sair do tubo da extrusora a pressão é subitamente aliviada, causando imediata expansão da soja e intensa evaporação de água. Essa perda de água faz com que a temperatura do grão caia de 130°C para 80°C em segundos e a gordura que estava efervescente e fora da célula seja rapidamente reabsorvida. O custo de produção é próximo de US\$

12,00/t. Há máquinas que produzem de 600 a 1.200 kg/h em extrusão à seco, podendo-se dobrar essa produção se houver injeção de vapor. Há a necessidade de se realizar a moagem do produto extrusado, uma vez que há formação de aglomerados após sair do extrusor.

- **Micronização** – o grão de soja passa por um processo de limpeza, entra por uma moega dosadora e vai a uma esteira vibratória de ladrilhos que estão sob queimadores de gás que produzem raios infravermelhos como fonte de calor. Durante 5 minutos de passagem pela esteira os raios infravermelhos penetram no grão movimentando as moléculas que vibrarão de 60 a 150 mil megaciclos por segundo, aquecendo o grão e vaporizando a água. O grão fica inchado e com fissuras internas e passa por um cilindro que lamina o produto, após ter passado por um tanque redondo com agitador onde ocorre o resfriamento do produto. O produto laminado deve ser moído para posterior uso em rações.
- **Cozimento** – consiste em adicionar os grãos de soja à um volume de água, na proporção de 1:2, quando esta se encontra em ebulição (100°C) por um período de 30 minutos. Passado este período os grãos são retirados da água e postos para esfriar e secar sobre papel impermeável ou então secos em estufas, para posteriormente serem moídos.

Para medir a inativação dos fatores antinutricionais o método mais usado é o da atividade ureática. A urease é uma enzima que atua sobre compostos nitrogenados não protéicos. A determinação da urease na soja mede, de maneira eficaz, o grau de inativação dos fatores antinutricionais. Sua aferição se faz pela variação do pH. O grão cru tem atividade ureática de 2,0 a 3,0. O grão inativado deve ter no máximo 0,3 e , preferencialmente, valores próximos de zero. A qualidade da proteína após o processamento, pode ser medida pelo método da determinação da proteína solúvel em solução de hidróxido de potássio a 0,2%, ento. A solubilidade entre 75 e 80% indica que a qualidade da proteína foi mantida.

2.8 Sorgo (*Sorghum sp.*)

2.8.1 Importância econômica

O sorgo encontra-se entre os cereais mais cultivados no mundo. A produção mundial de sorgo granífero, representa cerca de 10,6% da produção de milho. É usado principalmente na composição de rações animais, como fonte energética, podendo também ser empregado na produção de amido industrial, farinha, cerveja e óleo comestível. A produção mundial é de 63 milhões de toneladas. Os principais países produtores são os EUA, Índia, Nigéria, México e China.

No Brasil, o sorgo tem importância pelo seu potencial de produção de grãos, e pela possibilidade de cultivo em áreas marginais para a produção de milho. Cerca de 70% da área de sorgo plantado no Brasil é do tipo granífero. Pelos dados da CONAB (Estimativas ...1998), a produtividade média do sorgo granífero é de 1.800 kg / ha e a

produção total da safra 97/98 foi de 547,8 mil toneladas, representando um incremento em relação aos anos anteriores.

2.8.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética do sorgo são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.8.3 Normas para a alimentação animal

1. **Sorgo, grão seco** – Grão de endosperma amarelo, livre de resíduos e matérias estranhas.

Na Tabela 20, é apresentado o padrão exigido para a utilização do sorgo na alimentação animal.

Tabela 20 — Padrão exigido para a utilização do sorgo na alimentação animal.

| Parâmetro | Unidade | Sorgo, Grão seco |
|--------------------------|---------|------------------|
| Umidade (máximo) | % | 13,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 7,00 |
| Extrato etéreo (mínimo) | % | 2,00 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 3,00 |
| Ácido tânico (máximo) | % | 1,20 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 1,50 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,00 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

Os parâmetros de impurezas e imperfeições, observados para a classificação do sorgo, são descritos a seguir, conforme portaria nº 268, do Ministério da Agricultura, apresentada na Tabela 21.

- **Avariados** – São grãos e/ou pedaços de grãos chochos, ardidos, brotados, mofados e quebrados.
- **Quebrados** – Pedaços de grãos sadios que não passam através da peneira de crivos circulares de 2,2 mm de diâmetro. Se passarem são considerados fragmentos.

Em relação à cor o sorgo pode ser classificado da seguinte forma:

- **Branco** – Deve conter, no mínimo, 90% em peso, de grãos brancos, com ligeiras manchas coloridas, marfim ou palha.

Tabela 21 — Classificação do sorgo (Portaria 268, 22/08/84, do MA).

| Tipo | Unidade | Avariados e carunchados | | Impurezas, fragmentos e materiais estranhos | Umidade |
|------|----------|-------------------------|--------------------|---|---------|
| | | Total | Ardidos e brotados | | |
| 1 | % (máx.) | 8,00 | 1,00 | 1,00 | 13,00 |
| 2 | % (máx.) | 11,00 | 3,00 | 2,00 | 13,00 |
| 3 | % (máx.) | 18,00 | 6,00 | 4,00 | 13,00 |
| 4 | % (máx.) | 27,00 | 10,00 | 6,00 | 13,00 |

Fonte: Compêndio...(1998)

- **Amarelo** – Deve ter, no mínimo, 90%, em peso, de grãos amarelos ou rosa-salmão.
- **Vermelho** – Deve conter, no mínimo, 90%, em peso, de grãos vermelhos ou avermelhados.
- **Castanho** – Deve conter, no mínimo, 90%, em peso, de grãos castanhos claros ou escuros.
- **Mesclado** – Quando não se enquadrar nas classes já descritas.

Quanto ao teor de tanino nos grãos, o sorgo é classificado em:

- Baixo tanino: de 0 a 0,5% expresso em ácido tânico
- Médio tanino: de 0,6 a 1,2% expresso em ácido tânico
- Alto tanino: acima de 1,2% expresso em ácido tânico

Quando o teor de tanino nos grãos for superior a 1,2%, o seu uso não é recomendado para a nutrição animal.

2.8.4 Uso do sorgo na alimentação de suínos

O sorgo pode substituir parcial ou totalmente o milho como fonte energética para nutrição de suínos, desde que sejam ajustados os teores nutricionais com os outros ingredientes, e considerados os fatores antinutricionais e suas implicações no balanceamento da ração. Para o uso do sorgo são importantes as seguintes considerações:

1. Colheita e armazenagem

O sorgo deve ser colhido com uma umidade próxima a 18% e armazenado com uma umidade abaixo de 14%. As boas condições de colheita e armazenagem são importantes para manter a qualidade do sorgo, evitando a proliferação de fungos, como o **Claviceps purpúrea**, ou **Ergot**, que pode produzir a micotoxina ergotamina.

2. Aspectos nutricionais

O sorgo é muito semelhante ao milho. Possui o endosperma formado principalmente por amido, sendo 27% amilose e 73% amilopectina. A diferença entre os dois grãos está no tipo de proteína que envolve o amido. No sorgo, a proteína e o amido estão mais aderidos, o que diminui a digestibilidade do grão e da ração que utiliza este nutriente. Linhagens híbridas têm melhorado o tipo de amido do sorgo e melhorado a digestibilidade da matéria prima, como é o caso do sorgo ceroso, que apresenta 100% de amilopectina no amido. Entretanto o aumento do valor nutricional no sorgo ceroso deve-se à combinação de maior concentração de amido e à alteração na estrutura do endosperma.

Como fonte energética o sorgo é, em geral, um pouco inferior ao milho. A energia digestível e metabolizável para suínos é cerca de 6% menor que a do milho. O teor de proteína do sorgo varia de 8 a 9% e, em média, é superior ao do milho. Entretanto, os níveis maiores de proteína no sorgo não mantêm a mesma proporção de aminoácidos essenciais críticos à nutrição de suínos e aves. Esta variação na composição do sorgo é causada principalmente pelas condições climáticas e de solo onde é plantado.

3. Fatores antinutricionais

O valor nutritivo do sorgo é marcadamente influenciado pela presença de taninos. Estas substâncias constituem um complexo de polímeros fenólicos, cuja função nas plantas não está bem definida, mas acredita-se que tenha relação com a resistência às condições adversas do ambiente, como o ataque de fungos, pragas e pássaros. O teor de tanino afeta diretamente a digestibilidade dos nutrientes presentes no sorgo. Estes efeitos podem ser observados pela redução na digestibilidade da matéria seca e dos aminoácidos, e na redução dos valores energéticos do sorgo. Nos animais observa-se um menor ganho de peso e uma menor conversão alimentar.

Através do melhoramento genético tem sido desenvolvidos cultivares com baixos teores de tanino, menos de 0,7%, eliminando os efeitos negativos do ponto de vista nutricional. O uso destas cultivares é fundamental para que o sorgo tenha maior importância como cultura econômica e ganhe maior participação no mercado de rações.

Há uma tendência em se considerar o sorgo com ou sem tanino, e não mais sorgo com baixo, médio e alto tanino. Assim sorgo que apresente teor menor

que 0,6% de tanino, em análise pelo Método Azul da Prússia, é considerado sem tanino.

4. **Granulometria**

Os estudos realizados em relação ao efeito da granulometria do sorgo sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho dos animais, mostraram que a redução do diâmetro das partículas tem efeito positivo sobre estes fatores. Este comportamento é semelhante ao obtido em estudos com o milho, o que sugere o uso das mesmas recomendações de granulometria para os dois ingredientes.

2.9 **Soro de leite**

2.9.1 **Importância econômica**

O soro de leite é o produto resultante da fabricação de queijo. É um subproduto de laticínios, podendo causar problemas quanto ao destino e tornar-se uma fonte de poluição ambiental.

O soro de leite pode ser usado na forma integral para a alimentação animal, processado para extração da lactose ou desidratado para a obtenção do soro de leite em pó.

2.9.2 **Composição e características químicas**

O soro de leite apresenta baixo teor de energia em função do elevado volume de água. A principal fonte energética é a lactose que está presente em aproximadamente 5% de sua composição.

A proteína do soro de leite é composta de 60 a 70% de albuminas e de 30 a 40% de globulinas. Apesar do baixo teor de proteína, os aminoácidos presentes têm alta digestibilidade. O teor de lipídios varia muito em função do sistema de produção de queijo. Pode estar entre 0,03 e 0,5% do produto. O conteúdo de cinzas é elevado, principalmente as frações de cálcio, fósforo e sódio. O soro de leite tem baixo teor de vitaminas lipossolúveis que ficam retidas no queijo e alto teor de vitaminas do complexo B. Os valores da composição química e energética do soro de leite integral e soro de leite em pó são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.9.3 **Normas para a alimentação animal**

- **Soro de leite em pó** – É o produto resultante da desidratação do soro de leite.

Na Tabela 22, é apresentado o padrão exigido para a utilização do soro de leite em pó na alimentação animal.

Tabela 22 — Padrão exigido para a utilização do soro de leite em pó na alimentação animal

| Parâmetro | Unidade | Nível |
|---------------------------|----------------|--------------|
| Umidade (máximo) | % | 6,00 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 10,00 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 10,00 |
| Lactose (mínimo) | % | 70,00 |
| Cloreto de sódio (máximo) | % | 4,00 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

2.9.4 Uso do soro de leite na alimentação de suínos

O soro de leite para alimentação dos suínos pode ser utilizado na forma integral, desidratado (resultando no soro de leite em pó), parcialmente desidratado (soro de leite condensado), ou ainda sofrer a extração da lactose, destinada principalmente ao consumo humano.

O soro de leite em pó é utilizado principalmente na alimentação de leitões ao desmame. Apresenta excelente valor nutritivo nesta fase, pois é constituído de no mínimo 70% de lactose e 11% de proteína de alta qualidade, ambos com alta digestibilidade.

O soro de leite condensado contém no máximo 36% de matéria seca, apresentando assim menor volume do que o soro integral e podendo ser usado principalmente para suínos em crescimento e terminação.

O soro de leite integral pode ser uma alternativa para reduzir o custo da alimentação dos suínos. Sua composição é muito variável, dependendo das características do leite e do tipo de beneficiamento realizado. Pela grande quantidade de água presente apresenta limitações de consumo, sendo recomendado para animais nas fases de crescimento, terminação e para porcas em gestação. Para suínos em crescimento e terminação o soro de leite pode substituir até 30% da ração sem prejuízo no desempenho. Para estimular o consumo de soro, fornecido à vontade, recomenda-se restringir o acesso à água.

Para porcas em gestação o soro pode substituir em até 50% a ração fornecido, sendo fornecido à vontade, e restringindo-se o acesso à água. Próximo aos cem dias de gestação deve-se retirar gradativamente o soro de leite da dieta. Apartir dos cem dias de gestação e na fase de lactação o soro pode ser utilizado para molhar a ração em substituição à água, não sendo recomendado em maiores quantidades.

O uso do soro exige conhecimento da sua composição química e o correto balanceamento de nutrientes na dieta. Importante também o adequado armazenamento e manuseio do produto, para que tenha sua qualidade preservada, além de uma avaliação econômica do custo/benefício.

No armazenamento pode ocorrer acidificação por fermentação microbiana, que altera as características químicas do soro, principalmente pela redução do teor de

matéria seca e de lactose, que é transformada em ácido láctico. Recomenda-se um tempo de armazenamento inferior a quatro dias.

2.10 Trigo (*Triticum sp.*)

2.10.1 Importância econômica

O trigo ocupa o primeiro lugar em volume de produção no mundo. É usado para a alimentação humana e animal, na proporção de 80% e 20%, respectivamente. Se constitui na principal fonte energética para a alimentação humana. Os principais países produtores de trigo são a China, a Índia, os Estados Unidos e a Rússia.

No Brasil, a atividade tritícola atravessa um período de crise, por causa da competitividade do mercado externo. A baixa rentabilidade da cultura desestimulou os produtores, que optaram por outras atividades, como a safrinha de milho e soja. Atualmente, o país importa cerca de 6,5 milhões de toneladas anuais de trigo, representando 70% do consumo interno. Em 1998 foram importadas da Argentina 6 milhões de toneladas.

Na Tabela 23, são apresentados os dados de produção de trigo, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1998.

Tabela 23 — Produção de trigo na safra 1998

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------|----------------------------|
| Mundo ¹ | 597.000,0 |
| Brasil | 3.000,0 |
| Paraná | 2.041,7 |
| Santa Catarina | 60,4 |
| Rio Grande do Sul | 799,9 |

¹ Fonte: FAO... (1998) e Estimativas... (1999).

2.10.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética do trigo, farelo de trigo e triguilho são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.10.3 Normas para a alimentação animal

1. **Trigo, grão** – Grão inteiro destinado à alimentação animal deve ser isento de sementes tóxicas e resíduos de pesticidas.
2. **Trigo, farelo** – Subproduto do processamento do trigo, composto de pericarpo, partículas finas de gérmen e das demais camadas internas dos grãos e outros resíduos resultantes do processamento industrial. Deve ser isento de matérias estranhas à sua composição.

3. **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.

Na Tabela 24, é apresentado o padrão exigido para a utilização do grão de trigo, farelo de trigo e triguilho, na alimentação animal.

Tabela 24 — Padrão exigido para a utilização do trigo, farelo de trigo e triguilho na alimentação animal

| Parâmetro | Unidade | Trigo, grão | Trigo, Farelo | Triguilho |
|--------------------------|---------|-------------|---------------|-----------|
| Umidade (máximo) | % | 13,0 | 13,5 | 13,0 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 15,0 | 14,0 | 12,0 |
| Extrato etéreo (mínimo) | % | 1,0 | 3,0 | 1,0 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 4,0 | 11,0 | 6,0 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 2,0 | 6,0 | 4,0 |
| Impurezas (máximo) | % | 1,0 | – | 1,0 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,0 | 20,0 | 20,0 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

O trigo é classificado de acordo com a portaria do Ministério da Agricultura nº 167, apresentada na Tabela 25.

Tabela 25 — Classificação do trigo (Portaria nº 167, de 29.07.94).

| Tipo | Umidade (% máx.) | Peso do hectolitro (kg/hl mín.) | Matérias estranhas e impurezas (% máx.) | Grãos danificados | | |
|------|---------------------|---------------------------------------|--|---|---|---|
| | | | | Pelo calor mofados e ardidos (% máx) | Triguilhos, quebrados e chochos (%máx) | Por insetos e/ou outras pragas germinados e esverdeados (%máx.) |
| 1 | 13,00 | 78 | 1,00 | 0,50 | 1,50 | 1,00 |
| 2 | 13,00 | 75 | 1,50 | 1,00 | 2,50 | 1,50 |
| 3 | 13,00 | 70 | 2,00 | 2,00 | 5,00 | 2,00 |

Fonte: Compêndio ... (1998).

2.10.4 Uso do trigo na alimentação dos suínos

O uso preferencial do trigo na alimentação humana, via de regra, tem destinado à alimentação animal grãos de qualidade inferior ou subprodutos de seu processamento industrial. Entretanto, o fator preço, aliado à composição nutricional, pode tornar o emprego de trigo de boa qualidade na alimentação animal viável e vantajoso.

O uso na alimentação de suínos se constitui em mais uma opção de comercialização e uma alternativa ao suinocultor para baratear os custos com a alimentação animal. Considerando que o trigo não compete com o milho em relação à infraestrutura

produtiva da propriedade, torna-se economicamente viável integrá-lo num sistema de produção com milho e suínos.

Na formulação de rações, o trigo pode ser usado sem restrições, como fonte energética e protéica, considerando-se os seguintes aspectos:

1. Colheita e armazenagem

A colheita deve ser realizada o mais cedo possível para evitar perdas, principalmente em relação à qualidade do produto. Recomenda-se a colheita mecânica com $\leq 20\%$ de umidade para o grão duro e de 25 a 35% para o grão destinado à silagem. A temperatura de secagem no grão não deve ser superior a 66°C , para não comprometer a qualidade da proteína do trigo. Se não for possível a secagem, o grão duro deve ser colhido com menos de 14% de umidade. Na colheita manual, o corte deve ser feito com $\leq 25\%$ de umidade e a trilha após a secagem da palha e com umidade dos grãos abaixo de 14%. A armazenagem deve ser feita com o produto limpo e com umidade de 13%.

2. Aspectos nutricionais

Em geral, a composição do trigo é mais variada que a dos outros cereais e depende muito do tipo de cultivar.

A proteína do trigo é superior à do milho em concentração, qualidade e composição de aminoácidos. Os aminoácidos limitantes em ordem de importância são a lisina, a treonina, a metionina e a valina. As dietas, a partir do trigo, devem ser formuladas com base em aminoácidos, devido às variações no teor destes na proteína bruta. A suplementação com lisina e treonina pode reduzir em grande parte, o uso de farelo de soja, nas fases de crescimento e terminação. O principal componente energético do trigo é o amido que representa aproximadamente 60% do grão. Cerca de $\frac{1}{4}$ do amido é composto por amilose, enquanto os $\frac{3}{4}$ restantes são compostos de amilopectina. O trigo apresenta teores de energia digestível similares ao milho. No entanto, a energia metabolizável é 10% inferior a este, fato que também deve ser considerado na formulação da ração. O trigo contém entre 1 a 2% de lipídios, enquanto no milho este valor é de 3,7%, em média.

Em estudos realizados na Embrapa Suínos e Aves, concluiu-se que o trigo apresenta excelentes perspectivas de utilização na alimentação de suínos, mesmo quando o seu percentual de grãos germinados for alto. Dietas à base de trigo, com até 14% de grãos germinados, proporcionaram nos animais testados, desempenho semelhante aos animais alimentados com dietas contendo trigo sem grãos germinados.

3. Fatores antinutricionais

Os grãos de trigo podem ser atacados, ainda no campo, pelo fungo *Fusarium*, *Giberella* em sua forma sexuada, que, em condições inadequadas de colheita e armazenagem, pode produzir micotoxinas. Os grãos giberelados podem

ser retirados no processo de limpeza com máquina de ar e peneira. O fungo *Claviceps*, ou *Ergot*, eventualmente pode produzir uma toxina chamada ergotamina, quando a infestação for grande e as condições de armazenagem forem inadequadas.

O trigo contém inibidores da alfa – amilase que podem reduzir a digestibilidade do amido, embora ainda não tenham sido totalmente identificados.

4. **Granulometria**

O diâmetro médio das partículas recomendado para o trigo é de 0,85 mm ou mais para porcas e para as fases de creche e crescimento, e de 1,85 mm ou mais para a fase de terminação. O trigo não deve ser finamente moído pois torna-se farináceo e a palatabilidade pode ser prejudicada, reduzindo o consumo, além de contribuir para a incidência de úlceras gástricas. Grãos inteiros reduzem a digestibilidade, principalmente da energia, afetando o desempenho dos animais.

5. **Silagem de grão**

A silagem do grão com $\leq 35\%$ de umidade, apresenta boa digestibilidade e maior concentração de energia e proteínas. Deve ser feita quando o grão apresentar 67 a 70% de massa seca. Acima disto há problemas de compactação e abaixo, poderá ocorrer perdas de líquido rico em nutrientes. Os grãos são amassados ou moídos e colocados no silo. A compactação é feita em camadas, formando um ambiente sem oxigênio, necessário para as fermentações desejáveis à silagem. O tempo entre a colheita e a ensilagem deve ser curto, para evitar o aquecimento do material e a possível contaminação por fungos. Este problema também pode ocorrer com a ração, e por isso se recomenda fornecê-la aos animais no mesmo dia da elaboração. O consumo de ração com silagem de grão de trigo deve ser superior ao consumo de ração de grão seco, devido ao maior teor de umidade. A formulação deve ser feita com base na matéria seca, a exemplo do que foi abordado para o milho.

2.11 **Triticale (*Triticale hexaploide*)**

2.11.1 **Importância econômica**

O triticale é um cereal híbrido resultante do cruzamento entre o trigo duro (*Triticum durum*) e o centeio (*Secale cereale*). Apresenta uma ampla gama de usos potenciais na alimentação animal, especialmente para a pequena propriedade; forragem verde, silagem de plantas jovens, feno, silagem da planta adulta, silagem do grão úmido e grão seco.

Como cultura agrícola, o triticale ainda não apresenta grande importância econômica, mas, ao longo dos anos, sua produção tem aumentado e, conseqüentemente, a sua utilização como fonte energética e protéica na nutrição de suínos e aves. Em alguns países, como a Polônia, Alemanha, China e França, o triticale tem uma participação expressiva na alimentação animal.

Na Tabela 26, são apresentados os dados de produção de triticale, do mundo, do Brasil e dos estados do Sul, na safra de 1998.

Tabela 26 — Produção de triticale na safra de 1998

| Local de produção | Produção (1.000 toneladas) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Mundo | 8.327,0 |
| Brasil | 180,0 |
| Paraná | 120,0 |
| Santa catarina | 5,1 |
| Rio grande do Sul | 44,7 |

Fonte: Baier (1999)

2.11.2 Composição química e energética

Os valores da composição química e energética do triticale em grão seco e silagem de grão são apresentados na Tabela 33 (vide anexo II).

2.11.3 Normas para a alimentação animal

1. **Triticale, grão seco** – Grão híbrido derivado do cruzamento do trigo (*Triticum sp*) e centeio (*Secale cereale*). Deve ser livre da contaminação do fungo **Claviceps purpurea**, pois este produz alcalóides tóxicos ao animal.

Na Tabela 27, é apresentado o padrão exigido para a utilização de triticale na alimentação animal.

Tabela 27 — Padrão exigido para a utilização do triticale na alimentação animal

| Parâmetro | Unidade | Triticale, Grão seco |
|--------------------------|----------------|-----------------------------|
| Umidade (máximo) | % | 13,0 |
| Proteína bruta (mínimo) | % | 14,0 |
| Extrato etéreo (mínimo) | % | 1,0 |
| Fibra bruta (máximo) | % | 6,0 |
| Matéria mineral (máximo) | % | 4,0 |
| Impurezas (máximo) | % | 1,0 |
| Aflatoxina (máximo) | ppb | 20,0 |

Fonte : Compêndio ... (1998).

2.11.4 Uso do triticale na alimentação de suínos

O triticale apresenta as mesmas vantagens do trigo, em relação às condições de produção nas propriedades suinícolas, como forma de baratear os custos com a produção de alimentos, e potencializar o uso dos fatores produtivos, especialmente a terra, mão de obra e maquinários. Também pode integrar um sistema de produção com milho e suínos. Na utilização do triticale, os seguintes aspectos devem ser observados:

1. Colheita e armazenagem

A colheita deve ser realizada o mais cedo possível para evitar perdas, principalmente em relação à qualidade do produto. Recomenda-se a colheita mecânica com $\leq 20\%$ de umidade para o grão duro e de 25 a 35% para o grão destinado à silagem. Se não for possível a secagem, o grão duro deve ser colhido com menos de 14% de umidade. Na colheita manual, o corte deve ser feito com $\leq 25\%$ de umidade e a trilha após a secagem da palha e com umidade dos grãos abaixo de 14%. A armazenagem deve ser feita com o produto limpo e com umidade de, no máximo, 13%.

2. Aspectos nutricionais

Comparado com o milho, que é a fonte tradicional de energia nas dietas de suínos e aves, o triticale possui maior concentração de proteína e menor concentração de energia. O valor de energia bruta, digestível e metabolizável do triticale é semelhante à do trigo, porém inferior à do milho. O teor de proteína bruta pode variar em função da cultivar e condições de cultivo. O grão de triticale apresenta melhor balanceamento de aminoácidos do que o milho e o sorgo, incluindo maior teor de lisina e metionina. Em relação ao trigo os resultados de desempenho demonstram que a qualidade da proteína é um pouco inferior. Os aminoácidos mais limitantes no triticale para dietas de suínos, são a lisina e a treonina, seguidos da metionina e cisteína.

Nos cultivares recomendados para o Brasil, o peso do hectolitro (PH) geralmente varia entre 65 e 80 kg/hl. Um PH baixo indica deficiente enchimento do grão, associado a um menor valor energético e maior concentração de proteína.

3. Fatores antinutricionais

Os grãos de triticale podem ser contaminados com ergotamina, substância tóxica formada na presença do fungo *Ergot*. A giberela, doença causada por espécies do fungo *Fusarium*, em sua forma sexuada, também pode causar problemas de toxidez aos animais. Outros fatores antinutricionais observados no triticale são inibidores de proteases, da tripsina e da quimotripsina, que reduzem a digestibilidade da proteína ao se ligarem às enzimas digestivas tripsina e quimotripsina. As cultivares de triticale desenvolvidas mais recentemente apresentam níveis aceitáveis destes inibidores, comparáveis com os observados no milho, e possuem resistência ao ataque de fungos.

4. Granulometria

Em relação à granulometria do triticale, são válidas as recomendações feitas anteriormente para o trigo. Diâmetro médio de partículas menores que 0,85 mm causam redução no consumo da ração, e o uso de grão integral reduz a digestibilidade e o desempenho dos suínos.

5. Silagem de grão

O processo de ensilagem do grão úmido de triticale é semelhante ao do trigo. A observação do teor de umidade ideal, a correta compactação e vedação do silo, são os pontos fundamentais a serem observados.

No uso da silagem, deve-se retirar diariamente uma camada que abranja toda a superfície exposta do produto, e a ração deve ser fornecida no mesmo dia da elaboração. Este procedimento evita que haja aquecimento e contaminação por fungos produtores de micotoxinas.

O consumo de ração com silagem de grão de trigo deve ser superior ao consumo de ração de grão seco, devido ao maior teor de umidade. Este maior consumo deve ser levado em conta na formulação e balanceamento da ração. A forma de proceder ao cálculo é semelhante ao demonstrado na silagem de milho.

3 ANEXO I – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DOS SUÍNOS

3.1 Exigências nutricionais dos suínos nas fases pré-inicial e inicial

Tabela 28 — Limites de nutrientes para as fases de pré-inicial e inicial

| Fase | Pré-inicial | | | | Inicial | | | |
|--------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | Alto | | Normal | | Alto | | Normal | |
| Nível nutricional | Míni. | Máx. | Míni. | Máx. | Míni. | Máx. | Míni. | Máx. |
| Nutriente | Míni. | Máx. | Míni. | Máx. | Míni. | Máx. | Míni. | Máx. |
| Cálcio (%) | 0,90 | 1,00 | 0,80 | 0,90 | 0,80 | 0,90 | 0,75 | 0,85 |
| Energia metabolizável(kcal/kg) | 3.360 | 3.50 | 3.300 | 3.400 | 3.300 | 3.400 | 3.250 | 3.350 |
| Fibra bruta (%) | – | 3,00 | – | 4,00 | – | 4,00 | – | 4,00 |
| Fósforo disponível (%) | 0,55 | – | 0,400 | – | 0,400 | – | 0,32 | – |
| Fósforo total (%) | 0,75 | – | 0,70 | – | 0,65 | – | 0,60 | – |
| Lisina (%) | 1,40 | – | 1,15 | – | 1,15 | – | 0,95 | – |
| Metionina (%) | 0,40 | – | 0,29 | – | 0,29 | – | 0,27 | – |
| Metionina + Cistina (%) | 0,80 | – | 0,58 | – | 0,58 | – | 0,54 | – |
| Proteína bruta (%) | 18,00 | 20,0 | 17,00 | 21,00 | 17,00 | 21,00 | 17,00 | 19,00 |
| Sódio (%) | 0,15 | 0,50 | 0,15 | 0,35 | 0,15 | 0,35 | 0,15 | 0,35 |
| Treonina (%) | 0,80 | – | 0,75 | – | 0,75 | – | 0,62 | – |
| Triptofano (%) | 0,25 | – | 0,21 | – | 0,21 | – | 0,17 | – |

Fonte: Ludke et al. (1997).

3.2 Exigências nutricionais dos suínos na fase de crescimento

Tabela 29 — Limites de nutrientes para a fase de crescimento:

| Fase | Crescimento | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | Alto p/ castrados | | Alto p/ fêmeas | | Normal | |
| Nível nutricional | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Nutriente | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Cálcio (%) | 0,72 | 0,82 | 0,72 | 0,82 | 0,60 | 0,70 |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.250 | 3.350 | 3.250 | 3.350 | 3.250 | 3.350 |
| Fibra bruta (%) | — | 4,00 | — | 4,00 | — | 4,00 |
| Fósforo disponível (%) | 0,28 | — | 0,28 | — | 0,23 | — |
| Fósforo total (%) | 0,60 | — | 0,60 | — | 0,50 | — |
| Lisina (%) | 0,80 | — | 0,90 | — | 0,75 | — |
| Metionina (%) | 0,24 | — | 0,26 | — | 0,23 | — |
| Metionina + Cistina (%) | 0,50 | — | 0,52 | — | 0,46 | — |
| Proteína bruta (%) | 15,5 | 17,00 | 16,00 | 18,00 | 14,50 | 16,00 |
| Sódio (%) | 0,15 | — | 0,15 | — | 0,15 | — |
| Treonina (%) | 0,53 | — | 0,60 | — | 0,50 | — |
| Triptofano (%) | 0,14 | — | 0,16 | — | 0,13 | — |

Fonte: Ludke et al. (1997).

3.3 Exigências nutricionais dos suínos na fase de terminação

Tabela 30 — Limites de nutrientes para a fase de terminação

| Fase | Terminação | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------|----------------|--------|--------|--------|
| | Alto p/ castrados | | Alto p/ fêmeas | | Normal | |
| Nível nutricional | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Nutriente | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Cálcio (%) | 0,60 | 0,70 | 0,60 | 0,70 | 0,50 | 0,60 |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.250 | 3.360 | 3.250 | 3.380 | 3.200 | 3.350 |
| Fibra bruta (%) | – | 4,00 | – | 4,00 | – | 4,00 |
| Fósforo disponível (%) | 0,18 | – | 0,18 | – | 0,15 | – |
| Fósforo total (%) | 0,48 | – | 0,48 | – | 0,40 | – |
| Lisina (%) | 0,69 | – | 0,74 | – | 0,60 | – |
| Metionina (%) | 0,20 | – | 0,22 | – | 0,18 | – |
| Metionina + Cistina (%) | 0,45 | – | 0,48 | – | 0,39 | – |
| Proteína bruta (%) | 13,50 | 15,50 | 14,00 | 16,00 | 13,00 | 14,50 |
| Sódio (%) | 0,15 | – | 0,15 | – | 0,15 | – |
| Treonina (%) | 0,48 | – | 0,52 | – | 0,42 | – |
| Triptofano (%) | 0,13 | – | 0,14 | – | 0,11 | – |

Fonte: Ludke et al. (1997).

3.4 Exigências nutricionais dos suínos nas fases de reposição e gestação

Tabela 31 — Limites de nutrientes para a as fases de reposição e gestação:

| Fase | Reposição | | Gestação | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------|----------|--------|--------|--------|
| | Nível nutricional | | Alto | | Normal | |
| Nutriente | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Cálcio (%) | 0,80 | 0,90 | 0,72 | 0,82 | 0,64 | 0,74 |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.150 | 3.300 | 3.210 | 3.310 | 2.800 | 2.900 |
| Fibra bruta (%) | — | — | — | — | — | — |
| Fósforo disponível (%) | 0,35 | — | 0,32 | — | 0,28 | — |
| Fósforo total (%) | 0,60 | — | 0,60 | — | 0,53 | — |
| Lisina (%) | 0,80 | — | 0,60 | — | 0,54 | — |
| Metionina (%) | 0,24 | — | 0,18 | — | 0,16 | — |
| Metionina + Cistina (%) | 0,52 | — | 0,35 | — | 0,31 | — |
| Proteína bruta (%) | 15,00 | 17,00 | 13,50 | 15,00 | 12,00 | 14,00 |
| Sódio (%) | 0,15 | — | 0,19 | — | 0,17 | — |
| Treonina (%) | 0,56 | — | 0,40 | — | 0,35 | — |
| Triptofano (%) | 0,15 | — | 0,12 | — | 0,10 | — |

Fonte: Ludke et al. (1997).

3.5 Exigências nutricionais dos suínos na fase de lactação

Tabela 32 — Limites de nutrientes para a fase de lactação

| Fase | Lactação | | | | | |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Alto | | Intermediário | | Normal | |
| Nível nutricional | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Nutriente | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Cálcio (%) | 0,96 | 1,06 | 0,93 | 1,03 | 0,88 | 1,00 |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.380 | 3.460 | 3.280 | 3.380 | 3.250 | 3.350 |
| Fibra bruta (%) | — | — | — | — | — | — |
| Fósforo disponível (%) | 0,46 | — | 0,42 | — | 0,39 | — |
| Fósforo total (%) | 0,66 | — | 0,63 | — | 0,58 | — |
| Lisina (%) | 0,82 | — | 0,76 | — | 0,72 | — |
| Metionina (%) | 0,24 | — | 0,23 | — | 0,20 | — |
| Metionina + Cistina (%) | 0,48 | — | 0,46 | — | 0,40 | — |
| Proteína bruta (%) | 15,50 | 17,00 | 15,00 | 16,50 | 14,50 | 16,00 |
| Sódio (%) | 0,19 | — | 0,19 | — | 0,19 | — |
| Treonina (%) | 0,58 | — | 0,55 | — | 0,50 | — |
| Triptofano (%) | 0,17 | — | 0,15 | — | 0,14 | — |

Fonte: Ludke et al. (1997).

Tabela 33 — Composição química e energética dos alimentos

| Parâmetro | Alfafa | | Aveia | | Arroz | | Cevada | | Mandioca | | Milho | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| | Al-fafa, Planta fresca ¹ | Al-fafa, feno ² | Aveia branca, Grão ² | Aveia preta, Grão ² | Arroz, Quireira ² | Arroz, Farelo inteiro ² | Arroz, Farelo deseng. ² | Cevada, Grão inteiro ² | Man-dioca, fresca ² | Man-dioca, Farelo de raspas ² | Man-dioca, Farelo seco ² | Milho, Grão silagem ² |
| Matéria Seca % | 26,00 | 87,25 | 87,76 | 89,71 | 86,88 | 89,47 | 88,82 | 87,55 | 33,88 | 92,29 | 87,38 | 62,53 |
| Proteína Bruta, % | 4,94 | 16,79 | 12,35 | 13,06 | 8,04 | 13,62 | 15,26 | 12,36 | 1,72 | 2,09 | 1,80 | 5,31 |
| Extrato Etéreo, % | 0,70 | 0,93 | 3,24 | 4,62 | 1,60 | 16,19 | 2,46 | 1,24 | 0,74 | 0,13 | 0,41 | 2,65 |
| Cinza, % | 2,08 | 8,25 | 2,59 | 2,26 | 1,32 | 7,98 | 11,19 | 1,97 | 1,21 | 1,51 | 2,15 | 0,78 |
| Fibra Bruta, % | 7,02 | 26,70 | 9,25 | 11,08 | 1,55 | 7,80 | 9,91 | 6,94 | 1,03 | 3,98 | 10,36 | 1,66 |
| Fibra detergente ácido, % | 8,32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4,54 |
| Fibra detergente neutro, % | 11,70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3,23 |
| Energia Bruta, kcal/kg | - | 3.934 | 4.184 | 4.038 | 3.712 | 4.612 | 3.777 | 3.871 | 1.322 | 3.794 | 3.648 | 14,41 |
| Energia Digestível suínos, kcal/kg | - | 1.928 | 2.897 | 3.077 | 3.613 | 4.188 | 2.608 | - | 1.278 | - | 2.997 | 18,16 |
| Energia Metabolizável suínos, kcal/kg | - | 1.651 | 2.768 | 2.975 | 3.525 | 4.045 | 2.344 | 3.014 | 1.080 | - | 2.924 | 2.804 |
| Energia Metabolizável aves, kcal/kg | - | - | - | - | - | - | - | 2.930 | 1.080 | 3.040 | 3.421 | 2.545 |
| Cálcio (Ca), % | 0,42 | 1,07 | 0,09 | 0,09 | 0,03 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,10 | 0,12 | 0,28 | 0,02 |
| Fósforo (P), % | 0,08 | 0,24 | 0,35 | 0,41 | 0,37 | 1,74 | 2,03 | 0,38 | 0,10 | 0,07 | 0,04 | 0,15 |
| Magnésio (Mg), % | 0,24 | 0,24 | 0,09 | 0,11 | 0,05 | 0,87 | 0,52 | 0,13 | - | - | 0,09 | 0,06 |
| Potássio (K), % | 2,20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sódio (Na), % | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cobre (Cu), mg/kg | 30,00 | 16,45 | 4,88 | 8,07 | 2,40 | 11,09 | 13,81 | 6,40 | 4,28 | - | 3,23 | 2,85 |
| Ferro (Fe), mg/kg | 130,00 | 1.300,0 | 107,56 | 282,65 | 22,66 | 97,23 | 229 | 312,84 | 54,50 | - | 250,91 | 432,80 |
| Manganês (Mn), mg/kg | 15,00 | 92,43 | 47,82 | 65,28 | 10,50 | 246,67 | 223 | 20,86 | 15,60 | - | 40,18 | 10,04 |
| Zinco (Zn), mg/kg | 5,20 | 116,57 | 26,55 | 39,97 | 15,31 | 89,23 | 64,22 | 25,84 | 44,85 | - | 10,20 | 11,94 |
| Ácido aspártico, % | - | 1,48 | 0,82 | 0,70 | 0,71 | 0,98 | 1,24 | 0,65 | - | - | 0,11 | 0,54 |
| Ácido glutâmico, % | - | 1,57 | 1,62 | 1,70 | 1,35 | 1,24 | 1,67 | 2,10 | - | - | 0,11 | 1,54 |
| Alanina, % | - | 1,08 | 1,05 | 0,50 | 0,46 | 0,68 | 0,90 | 0,48 | - | - | 0,06 | 0,38 |
| Arginina, % | - | 0,79 | 0,59 | 0,67 | 0,58 | 0,87 | 1,08 | 0,54 | 0,12 | - | 0,22 | 0,16 |
| Cisteína, % | - | 0,26 | 0,21 | 0,66 | - | 0,23 | 0,31 | 0,23 | 0,02 | - | - | 0,18 |
| Fenilalanina, % | - | 0,76 | 0,31 | 0,60 | 0,49 | 0,41 | 0,58 | 0,45 | 0,08 | - | 0,04 | 0,24 |
| Fenilalanina+ Tirosina, % | - | 1,32 | 0,51 | 0,94 | 0,73 | 0,74 | 1,03 | 0,72 | - | - | 0,08 | 0,66 |
| Glicina, % | - | 0,83 | 0,42 | 0,45 | 0,36 | 0,56 | 0,77 | 0,49 | - | - | 0,06 | 0,32 |
| Glicina+Serina, % | - | 1,59 | 0,82 | 0,84 | 0,75 | 1,04 | 1,41 | 0,89 | - | - | 0,13 | 0,71 |
| Histidina, % | - | 0,52 | 0,18 | 0,27 | 0,17 | 0,31 | 0,38 | 0,24 | - | - | 0,04 | 0,24 |
| Isoleucina, % | - | 0,66 | 0,33 | 0,42 | 0,30 | 0,38 | 0,51 | 0,39 | 0,08 | - | 0,05 | 0,15 |
| Leucina, % | - | 1,37 | 0,65 | 0,69 | 0,63 | 0,72 | 0,98 | 0,68 | 0,14 | - | 0,08 | 0,17 |
| Lisina, % | - | 0,94 | 0,38 | 0,50 | 0,30 | 0,46 | 0,66 | 0,41 | 0,10 | - | 0,11 | 0,60 |
| Metionina, % | - | 0,24 | 0,27 | 0,11 | - | 0,18 | 0,37 | 0,12 | 0,04 | - | - | 0,17 |
| Metionina+Cisteína, % | - | 0,50 | 0,48 | 0,77 | - | 0,41 | 0,68 | 0,35 | - | - | 0,21 | 0,16 |
| Prolina, % | - | 1,08 | 0,43 | 0,42 | 0,32 | 0,50 | 0,65 | 1,10 | - | - | 0,48 | 0,44 |
| Serina, % | - | 0,76 | 0,40 | 0,39 | 0,39 | 0,48 | 0,64 | 0,41 | - | - | 0,81 | 0,44 |
| Tirosina, % | - | 0,56 | 0,20 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,45 | 0,26 | - | - | 0,07 | 0,23 |
| Treonina, % | - | 0,64 | 0,30 | 0,28 | 0,26 | 0,38 | 0,51 | 0,32 | 0,08 | - | 0,04 | 0,11 |
| Triptofano, % | - | 0,33 | 0,18 | 0,10 | 0,09 | 0,12 | 0,18 | 0,15 | 0,06 | - | 0,05 | 0,03 |
| Valina, % | - | 0,93 | 0,55 | 0,60 | 0,44 | 0,54 | 0,73 | 0,56 | 0,10 | - | 0,06 | 0,24 |
| Tanino, % | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabela 34 — Composição química e energética dos alimentos

| Parâmetro | Trigo | | Triticale | | Soja | | Sorgo | | Soro de leite | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| | Trigo, Grão seco ² | Trigui-lho ² | Trigo, Grão silagem ² | Triticale, Grão seco ² | Triticale, Grão silagem ² | Soja, Grão integral ² | Soja, Farelo <= 45% ² | Soja, Farelo > 45% ² | Sorgo, Grão baixo tanino ² | Sorgo, Grão alto tanino ² | Soro de Leite integral ³ | Soro de Leite em pó ³ |
| Matéria Seca % | 88,13 | 88,59 | 87,74 | 87,91 | 75,30 | 89,93 | 88,35 | 88,67 | 88,73 | 86,80 | 3,91 | 94,00 |
| Proteína Bruta, % | 16,63 | 14,72 | 16,76 | 11,94 | 10,50 | 36,63 | 43,71 | 46,53 | 9,35 | 9,01 | 0,77 | 12,00 |
| Extrato Etéreo, % | 2,85 | 1,57 | 3,15 | 1,32 | 0,98 | 15,62 | 2,01 | 1,45 | — | 2,43 | 0,03 | 0,70 |
| Cinza, % | 4,25 | 2,55 | 4,57 | 1,51 | 1,69 | 4,31 | 5,75 | 5,82 | 1,41 | 1,43 | 0,40 | 9,70 |
| Fibra Bruta, % | 8,02 | 4,22 | 8,12 | 2,75 | 2,46 | 8,54 | 5,65 | 5,39 | 2,94 | 2,53 | — | — |
| Fibra detergente ácido, % | 6,81 | 4,56 | — | 3,37 | 4,16 | 14,40 | 7,66 | 7,20 | — | — | — | — |
| Fibra detergente neutro, % | 28,13 | 19,60 | — | 16,63 | 23,74 | 15,92 | 11,16 | 10,30 | — | — | — | — |
| Energia Bruta, cal/kg | 3,400 | 3,849 | 4,023 | 3,858 | 3,243 | 5,155 | 4,197 | 4,196 | 3,910 | 3,914 | — | — |
| Energia Digestível suínos, kcal/kg | 3,367 | 3,235 | 2,727 | 3,158 | — | 4,025 | 3,585 | 3,643 | — | — | — | — |
| Energia Metabolizável suínos, kcal/kg | 3,281 | 3,101 | 2,437 | 3,038 | — | 3,824 | 3,215 | 3,309 | — | — | 133 | 3190 |
| Energia Metabolizável aves, kcal/kg | 2,991 | 2,760 | — | 3,171 | — | — | — | — | 3,242 | — | — | — |
| Cálcio (Ca), % | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,03 | 0,02 | 0,21 | 0,24 | 0,25 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,87 |
| Fósforo (P), % | 0,89 | 0,41 | 0,91 | 0,36 | 0,27 | 0,52 | 0,59 | 0,60 | 0,32 | 0,28 | 0,03 | 0,79 |
| Magnésio (Mg), % | 0,24 | 0,14 | — | 0,14 | 0,11 | 0,24 | 0,27 | 0,29 | — | 0,13 | — | 0,13 |
| Potássio (K), % | 0,40 | — | — | 0,54 | 0,34 | — | 2,36 | 1,95 | — | — | — | — |
| Sódio (Na), % | 0,00 | — | — | — | 0,00 | — | — | — | — | — | 0,05 | 1,30 |
| Cobre (Cu), mg/kg | 11,31 | 13,07 | 14,05 | 8,56 | 6,27 | 12,18 | 22,42 | 18,90 | — | 3,94 | 1,79 | 43,10 |
| Ferro (Fe), g/kg | 138,47 | 1,854,51 | 209,13 | 78,69 | 95,14 | 168,86 | 602,28 | 306,44 | — | 40,82 | 6,66 | 160,00 |
| Manganês (Mn), mg/kg | 111,99 | 195,84 | 165,03 | 37,72 | 28,06 | 47,38 | 48,92 | 41,68 | — | 19,92 | 0,19 | 4,60 |
| Zinco (Zn), mg/kg | 77,77 | 9,06 | 104,37 | 33,40 | 25,53 | 40,56 | 54,07 | 52,54 | — | 16,97 | 0,39 | 9,40 |
| Ácido aspártico, % | 0,93 | 0,78 | 1,04 | 0,79 | — | 3,76 | 4,99 | 5,19 | — | 0,53 | — | — |
| Ácido glutâmico, % | 3,44 | 3,71 | 2,42 | 3,15 | — | 6,37 | 7,24 | 7,85 | — | 1,30 | — | — |
| Alanina, % | 0,64 | 0,54 | 0,81 | 0,65 | — | 1,60 | 2,00 | 2,03 | — | 0,70 | — | — |
| Arginina, % | 0,88 | 0,66 | 0,97 | 0,61 | — | 2,55 | 3,22 | 3,29 | — | 0,31 | — | 0,40 |
| Cisteína, % | 0,47 | 0,40 | 0,40 | 0,37 | 0,35 | 0,62 | 0,83 | 0,93 | — | 0,19 | — | 0,30 |
| Fenilalanina, % | 0,59 | 0,64 | 0,60 | 0,52 | — | 1,84 | 2,07 | 2,19 | — | 0,34 | — | 0,40 |
| Fenilalanina+Tirosina, % | 0,96 | 1,00 | — | 0,79 | — | 3,06 | 3,53 | 3,84 | — | 0,62 | — | — |
| Glicina, % | 0,71 | 0,58 | 0,79 | 0,51 | — | 1,53 | 1,90 | 1,94 | — | — | — | — |
| Glicina+Serina, % | 1,36 | 1,20 | — | 1,04 | — | 3,31 | 4,12 | 4,29 | — | 0,57 | — | — |
| Histidina, % | 0,37 | 0,31 | 0,42 | 0,27 | — | 1,01 | 1,19 | 1,20 | — | 0,16 | — | 0,20 |
| Isoleucina, % | 0,43 | 0,48 | 0,49 | 0,36 | — | 1,57 | 1,81 | 1,84 | — | 0,27 | — | 0,90 |
| Leucina, % | 0,90 | 0,93 | 0,92 | 0,75 | — | 2,68 | 3,19 | 3,38 | — | 0,93 | — | 1,20 |
| Lisina, % | 0,51 | 0,43 | 0,55 | 0,40 | — | 2,34 | 2,65 | 2,77 | — | 0,19 | — | 1,10 |
| Metionina, % | 0,27 | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,22 | 0,47 | 0,60 | 0,67 | — | 0,16 | — | 0,20 |
| Metionina+Cisteína, % | 0,74 | 0,66 | — | 0,60 | — | 1,09 | 1,45 | 1,59 | — | 0,35 | — | 0,50 |
| Prolina, % | 1,17 | 1,19 | 1,01 | 1,14 | — | 1,77 | 2,27 | 2,35 | — | 0,60 | — | — |
| Serina, % | 0,64 | 0,62 | 0,62 | 0,53 | — | 1,78 | 2,22 | 2,38 | — | 0,33 | — | — |
| Tirosina, % | 0,37 | 0,37 | 0,38 | 0,28 | — | 1,22 | 1,51 | 1,60 | — | 0,29 | — | — |
| Treonina, % | 0,42 | 0,40 | 0,47 | 0,34 | — | 1,32 | 1,60 | 1,68 | — | 0,23 | — | 0,80 |
| Triptofano, % | 0,18 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,13 | 0,45 | 0,68 | 0,67 | — | 0,08 | — | 0,20 |
| Valina, % | 0,59 | 0,58 | 0,70 | 0,49 | — | 1,67 | 1,89 | 1,88 | — | 0,31 | — | 0,70 |
| Tanino, % | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,43 | 0,80 | — | — |

¹ Feed...(1997), ² Embrapa...(no prelo) e ³ Dale (1996).

4 Referências Bibliográficas

- ARGENZIO, R. A. Introdução à função gastrointestinal. In: SWENSON, M. J., ed. *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. 10. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1998. Cap.15, p. 229–242.
- BAIER, A. C. Potencialidades do triticales no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE TRITICALE, 4., 1995, Chapecó, SC. *Anais ...* Chapecó: EPAGRI, 1995. p.8 – 23.
- BAIER, A. C. Triticales, obstáculos vencidos e desafios futuros. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, 1998. 16 p.
- BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; LIMA, G. J. M. M. de; FERREIRA, A. S. Triguilho na alimentação de suínos. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1990. 3p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico, 162).
- BERTOL, T. M. Como utilizar a raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na alimentação dos suínos. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998. 2 p. (EMBRAPA CNPSA. Instrução técnica para o suinocultor, 6).
- BERTOL, T. M.; FIALHO, J. I. S.; BONET, L. Soro de leite integral na alimentação dos suínos. *Suinocultura Dinâmica*, v.5, n. 17, p. 1–7, 1996.
- BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; MORES, N. Utilização de lactose na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998. 5 p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico, 228).
- BONET, L. P.; MONTICELLI, C. J. Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. Brasília: Embrapa – SPI / Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998. 243p. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).
- CAFFAGNI, L. C.; ALVES, A. B. P.; MARQUES, P.V. 1998: a volta dos preços baixos. *Preços Agrícolas*, v. 13, n. 147, p. 21–23.
- CHURCH, D. C.; POND, W. G. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Zaragoza: Acribia, 1977. 462p.
- COMPÊNDIO brasileiro de alimentação animal. São Paulo: SINDIRAÇÕES / ANFAR /CBNA / SDRIMA, 1998. não paginado.
- DALE, N. Ingredient analysis table: 1996 edition. *Feedstuffs*, v. 68, n. 30, p. 24–31, 1996. Reference issue.
- EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. Concórdia: EMBRAPA CNPSA. (no prelo).
- ESTIMATIVA de safras. *Indicadores da Agropecuária*, v. 8, n. 3, p.5–11, 1999.
- ESTIMATIVA de produção. *Previsão e Acompanhamento de Safras*, v. 22, n. 3, p. 3–6, 1998.
- FAO QUARTERLY BULLETIN OF STATISTICS. Rome: FAO, v. 11, n. 1 / 2, 1998. 107p.
- FEED industry red book: reference & buyers guide. Chaska: ZMAG Publishing Inc., 1997. 208p.
- FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L. A mandioca na alimentação de suínos. *Suinocultura Dinâmica*, v. 3, n. 15, p.1–3, 1994.

- FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M. de; GOMES, M. F. M.; ZANOTTO, D. L. Triticale na alimentação de suínos. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1991. 3p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado técnico, 165).
- FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; CARDOSO, S.; GIROTTO, A. F.; SOUZA, J. M. Utilização da aveia para suínos em terminação. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1990. 2 p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico, 154).
- FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; FERREIRA, A. S.; GOMES, P. C.; GIROTTO, A. F. Utilização da cevada em dietas suplementadas com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 27, n. 10, p. 1467–1475, 1992.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H. P.; SOUZA, J. M.; ABREU, J. L. M. Utilização da aveia desaristada para suínos em crescimento e terminação. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1991. 3p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico, 167).
- FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; SOUZA, J. M. de; ABREU, J. L. M.; GIROTTO, A. F. Utilização da cevada em rações isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1990. 2 p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico, 157).
- FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; SOUZA, J. M. de; ABREU, J. L. M.; GIROTTO, A. F. Utilização de soja tostada para suínos em crescimento e terminação. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1991. 3 p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico, 168).
- FIORENTIN, L. As micotoxinas e a produção de suínos. Suinocultura Dinâmica, v. 2, n. 10, p. 1–5, 1993.
- GAITÂN, J. A., Noções básicas sobre nutrição e alimentação de suínos. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1980. 52p. (EMBRAPA CNPSA. Miscelânea, 2).
- IBGE (Rio de Janeiro). Produção por período e produto. Disponível: site SIDRA 97 (14 de maio de 1999). URL: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. consultado em 17 maio 1999.
- LIMA, G. J. M. M. de; NONES, K. Os cuidados com a mistura de rações na propriedade. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1997. 29 p. (EMBRAPA CNPSA, Circular Técnica, 19).
- LIMA, G. J. M. M. de; SOUSA, O. W. de; BELLAYER, C.; VIOLA, E. S. ; LA GIOIA, D.R. Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grão de milho para suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. Anais... Recife: ABMS, 1998. p.277.
- LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D.L.; PIENIZ, L.C.; GUIDONI, A.L.; GUARIENTE, E. M. O trigo na alimentação de suínos e aves. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998, 2 p. (EMBRAPA CNPSA, Comunicado Técnico, 221)
- LUDKE, J. V.; JOGI, T.; BELLAYER, C.; BERTOL, T. M. PROSUINO: versão 3.0 para windows; sistema de formulação de ração de custo mínimo para suínos. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1997. 60 p. (EMBRAPA CNPSA. Documentos, 42).
- MARTINS, S. S. 1998 foi bom para os rizicultores. Preços Agrícolas, v. 13, n. 147, p. 14, 1999.

- NOGUEIRA, S. J. Alimentação animal: realidade e perspectivas. São Paulo: SSA, 1997. 95 p. (Coleção Cadeias de Produção da Agricultura,4).
- OLIVEIRA, P. A. V. de; LIMA, G. J. M. M. de; FÁVERO, J. A.; BRITO, J. R. F. Suínocultura: noções básicas. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1993. 37 p. (EMBRAPA CNPSA. Documentos,31).
- OYARZÁBAL, G. N.; GERHARD, L. F.; COELHO, D. B. Aproveitamento integral da mandioca no Rio Grande do Sul: rações à base de mandioca. Porto Alegre: EMATER – RS, 1995. 64 p.
- QUADROS de suprimento. Indicadores da Agropecuária, v. 8, n. 3, p. 12–18, 1999.
- RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura de milho no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO; EMATER-RS; FECOAGRO–RS, 1998. 148p. (Boletim Técnico, 5).
- ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. R. Fisiologia da digestão e alimentação de leitões. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E MANEJO DE LEITÕES, 1998, Campinas, SP. Anais... Campinas: CBNA, 1998. p.60–87.
- SCHEUERMANN, G. N. Utilização do sorgo em rações para frangos de corte. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998. 2 p. (EMBRAPA CNPSA. Instrução Técnica para o Suinocultor, 9).
- SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia, SC. Anais... Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998. 74 p.
- SOBESTIANSKI, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. da; SESTI, L. A. C. eds. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: EMBRAPA SPI / Concórdia: EMBRAPA CNPSA,1998. 338 p.
- SOUSA, E. L. L. de; Milho: retrospectiva de 1998 e perspectivas. PreçosAgrícolas, v. 13, n. 147, p. 18–20, 1999.
- SOUSA, E. L. L. de; MARQUES, P. V., SABOYA, L. V. O milho depois da “Quarta-feira 13”. Preços Agrícolas, v. 14, n. 148, p. 22–23, 1999.
- THACHER, P. A.; KIRKWOOD, R. N. Nontraditional feed sources for use in swine Production. Boston: Butterworths, 1990. 515p.
- VIOLA, E. S. Efeito do tempo de autoclavagem sobre a digestibilidade dos grãos de soja integral em suínos na fase de crescimento. Porto alegre: UFRGS, 1996. 112p. Tese Mestrado.
- ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. M. M. de. Efeito da granulometria do milho sobre a digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998. 2 p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico, 223).