

Coleção ♦ 500 Perguntas ♦ 500 Respostas

MILHO



O produtor pergunta, a Embrapa responde

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



O produtor pergunta, a Embrapa responde

*José Carlos Cruz
Paulo César Magalhães
Israel Alexandre Pereira Filho
José Aloísio Alves Moreira*

Editores Técnicos

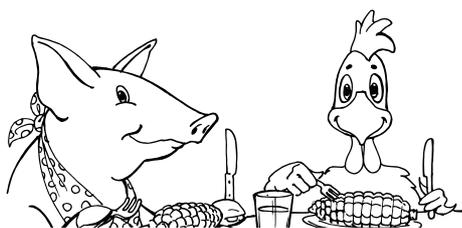
Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
2011

16 O Milho na Nutrição Animal e Humana



*Gustavo Júlio Mello Monteiro da Lima
Maria Cristina Dias Paes
Valéria Aparecida Vieira Queiroz*

Qual a importância do uso do milho na alimentação de aves e suínos?



O milho é utilizado como a principal fonte de energia na formulação de dietas para aves e suínos no Brasil, participando em até 80% da composição das dietas. A maioria dos sistemas de

produção desses animais foi planejada para utilizar milho, sendo sua rentabilidade altamente dependente da disponibilidade e preço do grão. Sua maior limitação como fonte de nutrientes são os baixos teores dos aminoácidos lisina, triptofano e metionina.

A qualidade do milho é muito importante na nutrição de aves e suínos, para assegurar os teores de nutrientes e a ausência de substâncias tóxicas, especialmente micotoxinas. O milho não é o ingrediente mais importante das dietas, porque todos os ingredientes contribuem com nutrientes essenciais. Do ponto de vista econômico, o milho representa cerca de 70% do custo das dietas para aves e suínos.

Os teores de óleo e amido representam grande impacto no valor nutricional desse grão e nos custos das dietas. Assim, maior importância deveria ser dada às variações na composição nutricional do milho, especialmente no teor de óleo, ajustando-se a composição nutricional do milho nas planilhas de formulação das dietas.

Qual a quantidade diária de milho a ser dada aos animais?

Na natureza, não existe um alimento ideal que, isoladamente, sirva de fonte balanceada de nutrientes para as aves e suínos. Assim, a combinação de ingredientes e a formulação de ração são necessárias. Uma dieta balanceada, que permita a expressão do máximo potencial produtivo das aves e suínos, deve conter os

seguintes nutrientes: energia, aminoácidos, minerais e vitaminas. Para cada fase de produção das aves e suínos, há uma concentração ótima de cada nutriente e uma relação ótima entre os vários nutrientes, que asseguram a máxima produção. Dessa forma, é sempre necessário combinar o milho com outros ingredientes de maneira adequada. A proporção de milho que entra na ração, e que é consumida pelo animal, depende dos ingredientes com os quais o milho é misturado. Por meio do balanceamento das dietas, cada combinação de ingredientes gera uma proporção de milho diferente, que é mais adequada ao desempenho dos animais a um menor custo.

345

Todas as partidas de milho possuem a mesma composição em nutrientes?

O milho apresenta grande variação na sua composição nutricional, sendo normalmente negligenciada. A qualidade de um lote de milho é heterogênea e é afetada pela posição do grão na espiga, localização da planta que gerou esta espiga na lavoura, além de outras variáveis, como genética, fertilidade de solo, clima, manuseio, processamento e armazenagem, mistura de lotes, entre outros, contribuem para as variações na qualidade final do ingrediente denominado milho.

346

Qual é a composição nutricional média do milho e qual a sua variação?

Na Embrapa Suínos e Aves, foi realizado um grande número de análises e experimentos de digestibilidade com milho, sendo apresentado na Tabela 1 um conjunto dessas informações.

Tabela 1. Resultados de análises químicas e experimentos de digestibilidade com diferentes partidas de milho, na Embrapa Suínos e Aves.

| Parâmetro | N | Média | Valor mínimo | Valor máximo |
|--|-----|-------|--------------|--------------|
| Matéria seca, % | 489 | 87,68 | 82,69 | 91,97 |
| Proteína bruta, % | 637 | 8,49 | 6,43 | 10,99 |
| Óleo, % | 356 | 3,67 | 1,41 | 6,09 |
| Cinza, % | 305 | 1,15 | 0,24 | 2,00 |
| Fibra bruta, % | 362 | 2,25 | 1,10 | 3,48 |
| Energia digestível, suínos, kcal/kg | 21 | 3.472 | 3.211 | 3.567 |
| Energia metabolizável, suínos, kcal/kg | 28 | 3.421 | 2.952 | 3.937 |
| Energia metabolizável, aves, kcal/kg | 23 | 3.229 | 3.045 | 3.407 |
| Ca, % | 273 | 0,04 | 0,01 | 1,05 |
| P, % | 281 | 0,26 | 0,11 | 0,88 |
| Mg, % | 23 | 0,10 | 0,08 | 0,12 |
| K, % | 10 | 0,35 | 0,30 | 0,41 |
| Na, % | 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cu, mg/kg | 47 | 4,65 | 0,91 | 19,39 |
| Fe, mg/kg | 43 | 58,67 | 22,48 | 182,30 |
| Mn, mg/kg | 44 | 7,34 | 1,10 | 20,00 |
| Zn, mg/kg | 47 | 27,39 | 13,93 | 151,88 |
| Lisina, % | 95 | 0,24 | 0,19 | 0,31 |
| Metionina, % | 74 | 0,21 | 0,14 | 0,27 |
| Metionina + cistina, % | 75 | 0,48 | 0,32 | 0,62 |
| Treonina, % | 92 | 0,27 | 0,22 | 0,33 |
| Triptofano, % | 119 | 0,05 | 0,02 | 0,14 |

Valores expressos em base natural. N = número de amostras.

347

Análises do teor de matéria seca e proteína bruta representam bons indicadores da qualidade de uma partida de milho?

A análise do teor de matéria seca do milho é importante para avaliar o grau de concentração de nutrientes na partida, contribuindo para a comercialização mais justa, e também para servir de subsídio para os processos de secagem e armazenagem dos grãos. Por sua vez, o teor de proteína bruta não é um bom indicador, porque a proteína bruta de um alimento é calculada a partir da quantidade de nitrogênio total determinada na amostra. Assim, uma maior adu-

bação nitrogenada de cobertura aumenta a absorção de nitrogênio pela planta. Por conseguinte, o teor de nitrogênio aumenta no grão de milho, assim como o teor de proteína bruta. Contudo, esse maior nível de nitrogênio na planta e grãos será armazenado predominantemente na forma de amônio e nitrato, que não são utilizados por animais monogástricos como as aves e suínos. Ou seja, a adubação nitrogenada de cobertura é importantíssima para aumentar a produtividade, mas ela não melhora a qualidade nutricional do grão.

348

A adubação do solo pode influenciar o teor de aminoácidos no milho?

A adubação nitrogenada afeta os teores de proteína bruta nos grãos. De uma maneira geral, o aumento da adubação nitrogenada proporciona um aumento dos teores de proteína bruta, sendo esse aumento relacionado ao aumento da zeína, uma proteína de baixo valor nutricional. A adubação nitrogenada também exerce influência sobre o equilíbrio dos aminoácidos, que são os constituintes da proteína. O aumento dos teores de proteína bruta leva a um decréscimo da concentração de aminoácidos, especialmente lisina e triptofano, que são muito importantes para suínos e aves.

349

Qual a importância e como o aumento do teor de óleo de milho reduz o custo de produção de aves e suínos?

Em geral, a quantidade de energia liberada pelo metabolismo de gorduras e óleos é 2,25 vezes maior que a quantidade de energia liberada pelo metabolismo de carboidratos. Dessa forma, o aumento do teor de óleo de milho indica que ele tem maior valor energético, podendo reduzir o custo de produção de suínos e aves. A maior parte das dietas de aves e suínos à base de milho e farelo de soja não atendem a exigência de energia desses animais. O recurso é adicionar um ingrediente de alta concentração de energia, como o

óleo de soja. Só que este custa, normalmente, muito mais caro que o milho. Assim, quando o teor de óleo de milho é maior que a média, a sua contribuição para atender a exigência de energia dos animais será maior. Em geral, considera-se que 1% a mais na média do teor de óleo de milho acarreta um ganho aproximado de 50 Kcal de energia metabolizável/kg, tanto para aves como para suínos.

350 **Existe uma maneira prática de identificar grãos com maior ou menor teor de óleo?**

Sim, por meio da observação do tamanho do germe ou embrião. O óleo concentra-se principalmente no germe do milho. Dessa forma, os grãos com maior germe e, por consequência, menor endosperma, apresentam normalmente maior porcentagem de óleo e energia no grão.

351 **Que defeitos e imperfeições podem aparecer no milho?**

- 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.

352

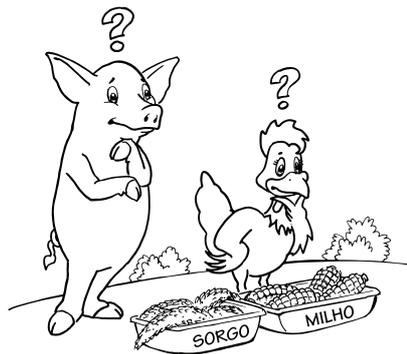
Há redução do conteúdo de energia do milho para fins de nutrição animal em função do percentual de grãos quebrados e matéria estranha?

Os valores de energia metabolizável dos grãos quebrados são em geral 2,5% menores. Ademais, a presença de matérias estranhas junto com os grãos de milho reduzem o teor de energia do milho, tendo sido observados resultados variados, que chegaram a uma diminuição de até 11% no valor de energia metabolizável, quando comparado aos grãos inteiros.

353

O milho pode ser substituído pelo sorgo, nas dietas de aves e suínos?

O milho pode ser substituído pelo sorgo, dependendo de sua composição em nutrientes e de seu preço. Na prática, as aves e os suínos apresentam bom desempenho com dietas à base de sorgo em substituição total ao milho, desde que o sorgo não tenha tanino, que reduz a digestibilidade da maioria dos nutrientes da dieta. Recomenda-se, por isso, o uso de cultivares de sorgo com ausência de tanino.



354

Os valores energéticos do milho e do sorgo são similares quando considerados para nutrição animal?

Na maioria das vezes, são diferentes. Em geral, o sorgo sem tanino e apresenta valores ao redor de 5% a 10% menores que o milho. Mas, se ele possuir tanino, as diferenças são bem maiores, porque o tanino é fator antinutricional que prejudica a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta, inclusive a energia.

355 O que é farelo de milho? É diferente do milho moído?

Farelo de milho é um subproduto da fabricação da farinha de milho composto de germe, pedaços de endosperma e casca, também chamado de canjiqueira. A Tabela 2 mostra a comparação entre milho moído integral e farelo de milho.

Tabela 2. Comparação entre milho moído integral e farelo de milho.

| Componentes | Milho moído | Farelo de milho |
|--|--------------------|------------------------|
| Matéria seca, % | 87,9 | 88,6 |
| Fibra bruta, % | 2,3 | 5,0 |
| Proteína bruta, % | 8,5 | 10,4 |
| Energia metabolizável, suínos, Kcal/kg | 3.365 | 3.195 |
| Lisina, % | 0,27 | 0,27 |
| Metionina + cistina, % | 0,37 | 0,44 |
| Cálcio, % | 0,04 | 0,02 |
| Fósforo, % | 0,29 | 0,21 |

356 O grau de moagem do milho influencia seu desempenho?

A granulometria do milho, ou seja, o grau de finura com que esse grão é moído, é de fundamental importância para o aproveitamento dos nutrientes pelas aves e suínos. O grau de moagem do milho determina alterações nos valores de energia metabolizável em função da maior ou menor exposição dos nutrientes aos processos digestivos. Em geral, quanto mais fino o tamanho das partículas do milho maior a digestibilidade e, conseqüentemente, maior o consumo de energia elétrica demandado na moagem. Assim, é muito importante que o milho seja moído a uma granulometria que consuma o mínimo de energia elétrica e proporcione máximo desenvolvimento dos animais.

357**O milho moído finamente pode causar problemas para os animais?**

O tamanho das partículas de milho após a moagem é um dos fatores determinantes do melhor desempenho dos animais. Partículas muito grossas dificultam a digestão e o aproveitamento dos nutrientes. Porém, quando muito finas, tornam o alimento menos palatável e podem contribuir para a incidência de úlcera gástrica nos suínos. Assim, é muito importante que as recomendações técnicas de tamanhos de partículas sejam seguidas e continuamente monitoradas pelos produtores.

358**Qual a granulometria do milho recomendada para aves e suínos?**

No caso de suínos jovens, até os 70 dias de idade, a granulometria média recomendada é entre 300 μm e 400 μm . Para as outras fases de suínos, o recomendado é que as partículas estejam entre 500 μm e 650 μm . Para aves, o uso de milho moído com partículas entre 850 μm e 1.050 μm proporciona redução no custo de produção das rações e garante bom desempenho aos animais.

359**Quais os fatores que interferem na granulometria do milho?**

Entre os fatores que influenciam a granulometria, no processo de moagem em moinhos a martelo, usados na maioria das propriedades, 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 milho.

Qual é o padrão de qualidade para milho destinado à alimentação animal?

O milho para consumo animal deve estar isento de sementes tóxicas, micotoxinas e de resíduos de pesticidas, devendo enquadrar-se nos tipos 1, 2 ou 3, assim definidos na Tabela 3.

Tabela 3. Classificação do milho conforme padrão de qualidade para consumo.

| Parâmetro | Unidade | Tipos | | | |
|---|---------|-------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| Umidade | Máximo | % | 14,5 | 14,5 | 14,5 |
| Matérias estranhas, impurezas e quebrados | Máximo | % | 1,5 | 2,0 | 3,0 |
| Avariados – Total | Máximo | % | 11,0 | 18,0 | 24,0 |
| Ardidos e brotados | Máximo | % | 3,0 | 6,0 | 10,0 |

Fonte: Compêndio... (1998).

Entretanto, observa-se que, na prática, os grandes compradores de milho têm seu próprio padrão de qualidade, sendo mais severos nos pontos de desclassificação para melhor atender suas exigências de qualidade.

Como pode ser melhorado o padrão de qualidade para o milho destinado à alimentação animal?

A primeira alternativa é aumentar o número de classificações do milho, pois permite discriminar melhor a qualidade do grão. Isso auxilia em muito o trabalho dos nutricionistas de aves e suínos, pois podem usar a classe de milho de melhor qualidade para a produção de dietas para animais jovens, como pintinhos e leitões, e para as categorias de maior necessidade, como aves de postura e porcas em gestação e lactação. Um outro parâmetro importantíssimo, mas que não é utilizado para a comercialização, é a densidade da amostra de milho. Quanto maior a densidade maior é o valor energético do milho e menor é o custo de produção de aves e suínos. A densidade

é facilmente determinada e utilizada há muitos anos para a comercialização de cereais de inverno como o trigo, triticale e cevada.

Na Tabela 4, é apresentada a relação da energia metabolizável de diferentes tipos de milho em função do peso/hectolitro, ou seja, a densidade.

Tabela 4. Energia metabolizável para aves de partidas de milho com diferentes densidades.

| Densidade kg/hl | Danificados (%) | Energia metabolizável verdadeira, kcal/kg |
|--------------------|--------------------|--|
| 72 | 0,0 | 3.962 |
| 71 | 0,3 | 3.952 |
| 68 | 0,2 | 3.900 |
| 62 | 0,2 | 3.883 |
| 60 | 1,0 | 3.681 |

Fonte: Baidoo et al. (1991).

362 Há uma sugestão prática de padrão de qualidade para milho destinado à alimentação animal?

Sim. A Tabela 5 apresenta uma proposta de classificação de milho usando parâmetros atuais e incluindo a densidade.

Tabela 5. Proposição para classes de milho em função de defeitos e da densidade.

| Classe | Umidade máxima % | Densidade mínima, kg/m ³ | (a) | (b) | (a + b) |
|--------|------------------------|--|---|------------------------------------|--------------------------------|
| | | | Avariados ardidos e carunchados (%) | Fragmentados e quebrados (%) | Total de danificados (%) |
| 1 | 14 | 722 | 2 | 3 | 5 |
| 2 | 14 | 697 | 4 | 5 | 9 |
| 3 | 14 | 671 | 6 | 7 | 13 |
| 4 | 14 | 632 | 8 | 10 | 18 |
| 5* | acima de 14 | abaixo de 632 | > 8 | > 10 | > 18 |

A classe 5 corresponde ao milho Abaixo do Padrão. Quando a partida de milho apresentar odor indesejável generalizado de azedo ou mofo será desclassificada.

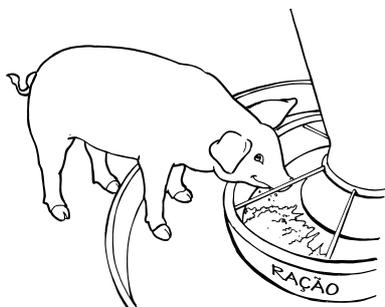
363 A cor do milho afeta seu valor nutricional?

Não. A diferença básica entre um milho branco e um milho amarelo ou alaranjado são as concentrações de carotenoides e xantofilas, as quais são maiores no milho amarelo com coloração mais intensa. Do ponto de vista nutricional, essas características perdem importância quando a vitamina A é adicionada nas dietas, o que é uma medida imprescindível para a produção de aves e suínos e que ocorre rotineiramente.

364 Qual o milho preferido para a produção de aves e suínos: amarelo ou branco?

O milho é o ingrediente utilizado em maior quantidade na alimentação de aves de corte e postura, contribuindo para a pigmentação de carcaças e ovos. Essa característica é economicamente importante, pois há demanda dos consumidores por frangos e gemas com coloração amarela de intensidade forte. Assim, o milho amarelo é o mais preferido para a nutrição de aves. No caso de nutrição de suínos, não há inconveniência em se usar milho branco, mas como as maiores empresas do setor produzem tanto aves como suínos, o mercado prefere a comercialização de milho amarelo.

365 O milho pode ser triturado com palha e sabugo e ser fornecido aos suínos?



O milho triturado com palha e sabugo pode ser usado em até 50% nas rações de porcas em gestação. Para essa categoria de suíno, é recomendado seu uso em virtude do efeito benéfico da presença da fibra bruta na dieta (Tabela 6). A inclusão

pode ser de 5%, para animais em crescimento, 10%, para terminação e lactação, e 15%, para animais de reposição.

Tabela 6. Comparação entre milho integral e triturado, com ou sem palha, e sabugo.

| Parâmetro | Grão integral | Espiga com palha | Espiga sem palha |
|--|---------------|------------------|------------------|
| Matéria seca, % | 87,45 | 88,40 | 86,24 |
| Energia metabolizável, suínos, kcal/kg | 3.293 | 2.631 | 3.022 |
| Proteína bruta, % | 8,68 | 8,29 | 8,25 |
| Fibra bruta, % | 2,17 | 6,89 | 6,25 |
| Matéria mineral, % | 1,18 | 1,18 | 1,14 |
| Cálcio, % | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| Fósforo total, % | 0,26 | 0,28 | 0,22 |

A maior dificuldade no uso do milho triturado com palha e sabugo é a mistura do ingrediente na ração. Por causa do alto teor de fibra, a densidade é alterada e a mistura é dificultada, especialmente em misturadores verticais. O processo de moagem também requer mais energia, e o rendimento da moagem é reduzido em até 30%.

366

A silagem de grão úmido de milho é um bom alimento para aves e suínos?

A silagem de grão úmido de milho é um excelente alimento para qualquer espécie animal. Entretanto, no caso de aves, não é recomendada, em virtude da falta de praticidade e da inadequação da maioria dos equipamentos para utilizar esse alimento. Para suínos, a silagem de grão úmido é uma excelente opção para o produtor, independente do tamanho do seu rebanho.

367

A silagem de grão úmido de milho é melhor que o grão seco de milho?

A silagem é melhor que o grão seco, do ponto de vista nutricional. Se a silagem for adequadamente preparada, é um

alimento altamente palatável, digestível, parcialmente acidificado e com menor probabilidade de apresentar problemas de micotoxinas. Há outras vantagens da silagem de grão de milho em relação ao milho colhido seco:

- Custo de produção da silagem menor, considerando-se os gastos com secagem, transporte, armazenamento e descontos do milho seco.
- Perda menor na armazenagem, pois evita o ataque de ratos e carunchos.
- Liberação mais cedo da área para o cultivo de outras culturas.

Alguns cuidados, porém, devem ser tomados tanto durante sua produção como durante sua utilização:

- A colheita é realizada quando os grãos atingem 35% a 40% de umidade.
- A moagem da massa a ser ensilada deve ser a mais fina possível, pois isso reduzirá o tamanho da partícula e aumentará a digestibilidade dos nutrientes pelos animais.
- A compactação deve ser bem feita a fim de garantir boa fermentação e evitar a deterioração do produto durante a armazenagem.

368

Qual a composição nutricional média da silagem de grão úmido de milho?

A Tabela 7 apresenta a composição química, o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, os valores de energia obtidos com suínos, o pH e o tamanho das partículas de duas silagens de grão de milho.

Tabela 7. Composição nutricional média da silagem de grão úmido de milho.

| Parâmetro | Silagem A | Silagem B |
|---|--------------|--------------|
| Matéria seca, % | 62,53 | 64,05 |
| Energia bruta, kcal/kg | 2.804 | 2.902 |
| Proteína bruta, % | 5,31 | 6,26 |
| Extrato etéreo, % | 2,65 | 2,72 |
| Fibra bruta, % | 1,66 | 1,70 |
| Fibra detergente ácido, % | 3,23 | 2,89 |
| Fibra detergente neutro, % | 18,16 | 20,41 |
| Cinza, % | 0,78 | 0,89 |
| Cálcio, % | 0,003 | 0,010 |
| Fósforo total, % | 0,16 | 0,17 |
| Magnésio, % | 0,64 | 0,69 |
| Cobre, ppm | 3,83 | 5,27 |
| Ferro, ppm | 28,93 | 41,82 |
| Manganês, ppm | 2,94 | 7,00 |
| Zinco, ppm | 23,60 | 22,80 |
| Sódio, % | 0,003 | 0,003 |
| Potássio, % | 0,18 | 0,19 |
| Triptofano, % | 0,03 | 0,04 |
| Lisina, % | 0,17 | 0,19 |
| Histidina, % | 0,15 | 0,17 |
| Arginina, % | 0,16 | 0,19 |
| Ácido aspártico, % | 0,37 | 0,48 |
| Treonina, % | 0,17 | 0,21 |
| Serina, % | 0,23 | 0,31 |
| Ácido glutâmico, % | 0,89 | 1,16 |
| Prolina, % | 0,44 | 0,57 |
| Glicina, % | 0,21 | 0,25 |
| Alanina, % | 0,38 | 0,48 |
| Cistina, % | 0,18 | 0,20 |
| Valina, % | 0,24 | 0,29 |
| Metionina, % | 0,16 | 0,19 |
| Isoleucina, % | 0,17 | 0,22 |
| Leucina, % | 0,60 | 0,79 |
| Tirosina, % | 0,11 | 0,14 |
| Fenilalanina, % | 0,24 | 0,31 |
| Coefficiente de digestibilidade aparente da MS, % | 88,42 ± 1,08 | 89,05 ± 1,09 |
| Energia digestível suínos, Kcal/kg | 2.545 ± 50 | 2.641 ± 54 |
| Energia metabolizável suínos, Kcal/kg | 2.457 ± 64 | 2.556 ± 74 |
| pH | 3,99 | 4,00 |
| Diâmetro geométrico médio, µm | 1.236 | 954 |

Valores expressos em base de matéria natural.

369

Uma vez pronta a silagem de grão úmido de milho, quais os cuidados com o manejo do silo?

Não se recomenda deixar o produto exposto no silo, sem vedação, por mais de 12 horas. O mesmo deve acontecer com a ração. Assim, é recomendado fornecê-la aos animais no mesmo dia da elaboração. O fato de o produtor misturar as dietas com silagem de grão úmido obrigatoriamente todos os dias é uma das maiores dificuldades do emprego dessa tecnologia. Entretanto, há granjas de 2 mil a 3 mil porcas que utilizam milho apenas na forma de silagem com excelentes resultados técnicos e econômicos.

370

A quantidade de silagem de grão úmido de milho em uma fórmula de ração é a mesma do grão seco de milho?

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 4 kg de núcleo com minerais e vitaminas, 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. Essa quantidade a mais de silagem usada é para compensar o maior teor de umidade, e é obtida por regra de três, como segue:

80% milho 87% matéria seca
X% de silagem..... 62% matéria seca
 $X = 80 \times 87 / 62 = 112,3\%$

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.

371 Quais os cuidados na fase pós-colheita?

O milho colhido deve ser secado imediatamente. O teor elevado de umidade dá condições ao desenvolvimento de microrganismos e aumenta as perdas de peso em virtude do aceleração do processo respiratório dos grãos, causando elevação da temperatura e deterioração do produto. Recomenda-se utilizar temperatura de secagem de 90 °C. Com essa 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) 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% maiores, e, quando em espigas, até 2% maiores.

372 O que são micotoxinas?

As micotoxinas são metabólitos produzidos por fungos que prejudicam a saúde animal e humana. Sua produção ocorre nas fases de pré-colheita em condições favoráveis ao desenvolvimento fúngico e ao longo do período pós-colheita, quando o milho não é conservado em boas condições. Elas constituem grande ameaça à toda a cadeia de produção de alimentos e vem sendo utilizada como critério de restrição à importação por outros países e na comercialização, pelas grandes empresas do setor.

373 As micotoxinas são um problema causado apenas pelo milho?

Não. A presença de micotoxinas não é uma exclusividade do milho, podendo aparecer em outros grãos e seus subprodutos. Além disso, a falta de limpeza durante os processos de secagem, armazenagem e no próprio preparo das dietas na fábrica de rações

constitui-se em importante fator para a contaminação por micotoxinas. Entretanto, quando ocorre o problema, o setor de produção de aves e suínos normalmente culpa o milho em primeiro lugar, pois ele é o ingrediente mais utilizado nas dietas. Muitas vezes o problema não está no milho, mas na falta de limpeza dos silos, elevadores e outros equipamentos.

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 produção de aves e suínos, além de causar problemas à saúde humana pela possibilidade de resíduos nos alimentos.

374 Como evitar a ocorrência de micotoxinas no milho?

A ocorrência do problema pode ser reduzida escolhendo-se genótipos que proporcionem bom empalhamento de espigas e utilizando práticas de manejo que reduzam a quebra e os danos nos grãos. Na fábrica de ração, esse problema tem sido contornado parcialmente pelo uso de adsorventes de micotoxinas ou pela diluição da concentração do ingrediente contaminado com a toxina. Uma forma eficaz de redução do efeito prejudicial de algumas das micotoxinas é a pré-limpeza dos cereais na chegada da fábrica de rações. Mesmo que o milho seja comprado já com pré-limpeza feita no silo de armazenagem do fornecedor, a limpeza na fábrica de rações é essencial para a melhoria da qualidade das rações.

375 Quais são as principais micotoxinas observadas no milho?

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 zearalenona, fumonisina e a aflatoxina. As principais micotoxinas, fungos que as produzem e alimentos em que mais se desenvolvem são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Espécie de fungo e respectivas micotoxinas produzidas e substratos preferenciais para crescimento.

| Fungo | Micotoxina | Alimento |
|---|---------------------------------------|--|
| <i>A. flavus</i> <i>A. parasiticus</i> | Aflatoxina (B1, B2, G1, G2, M1, M2) | Grãos de oleaginosas, milho, trigo, arroz, cevada, aveia centeio, leite, farinha de sangue |
| <i>A. ochraceus (alutans)</i> <i>Penicillium veridicatum</i> <i>Penicillium citrinum</i> | Ochratoxina Citrinina | Milho, trigo, cevada, aveia, centeio |
| <i>Fusarium graminearum</i> (<i>Gibberella zeae</i>) <i>F. sporotrichoides</i> <i>F. trincinctum</i> | Tricotecenos (Desoxinivalenol, T2) | Milho, trigo, cevada, aveia, centeio |
| <i>Fusarium graminearum</i> (<i>Giberella zeae</i>) <i>F. trincinctum</i> <i>F. moniliforme</i> | Zearalenona | Milho, trigo |
| <i>Fusarium moniliforme</i> <i>F. proliferatum</i> <i>F. nygamai</i> | Fumonisinias (B1, B2, B3, B4, A1, A2) | Milho, subprodutos e resíduos de milho |

Fonte: Gil e Lima (1996).

376 Como podem ser detectados fungos e micotoxinas?

A presença de micotoxina no alimento não está diretamente associada à presença de fungos, pois pode haver presença de fungos sem que haja produção de toxinas e estas podem permanecer no alimento mesmo após o desaparecimento do fungo.

Alimentos contaminados por fungos podem ser avaliados pelo exame visual dos grãos ou com o uso de raio ultravioleta (*black light*). Esse último método é válido somente para grãos contaminados com fungos do gênero *Aspergillus*. Esses métodos são muito utilizados em locais de compra e recebimento de grãos graças a sua rapidez. Contudo, é impreciso e não é quantitativo.

Para o diagnóstico de micotoxinas, os métodos mais utilizados são:

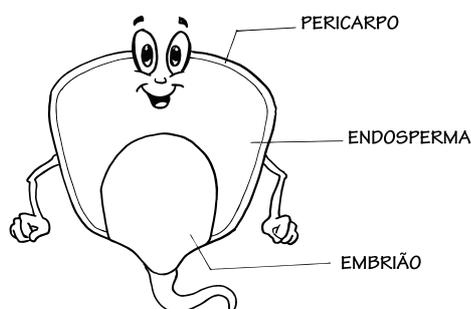
- ELISA (ensaio imunoenzimático).
- Cromatografia de camada delgada (TLC).
- Cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC).

O ELISA é muito utilizado, pois é de fácil manejo, rápido e seu custo não é alto. Já o teste de cromatografia é uma técnica sofisticada e requer equipamentos caros, o que dificulta sua utilização.

O HPLC é usado como método padrão para a confirmação das análises realizadas por TLC e ELISA. É importante salientar que a maior dificuldade na determinação das micotoxinas de um lote de alimento ou ração está na amostragem, porque o lote é normalmente grande e a contaminação não é homogênea. Portanto, os resultados dependem de uma boa amostragem.

377

Quais as principais estruturas que formam o grão de milho e quais suas diferenças?



O grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas ou anatômicas: endosperma, gérmen, pericarpo e ponta. Essas frações diferem em composição química e funções na semente. O endosperma, também conhecido como canjição, representa aproximadamente

83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido e de proteínas de reserva, responsáveis pelo fornecimento de energia durante o processo de germinação da semente. Essa fração dá origem à canjica e também aos fubás, canjiquinha, farinhas finas e amido, produzidos industrialmente por meio das moagens a seco e úmida. No endosperma, estão também presentes os carotenoides, substâncias que conferem cor aos grãos. O gérmen, parte do embrião da semente do milho, representa 11% do grão de milho e

concentra quase a totalidade do óleo, da vitamina E e dos minerais do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas e açúcares. É dessa fração que se extrai o óleo de milho. O pericarpo representa, em média, 5% do grão, sendo a estrutura que protege as outras da elevada umidade do ambiente, insetos e microrganismos. As camadas de células que compõem essa fração são constituídas de polissacarídeos do tipo hemicelulose e celulose, embora também contenham lignina, todas consideradas fibras. A ponta é a menor estrutura, 2% do grão, sendo responsável pela conexão do grão ao sabugo e a única área do grão não coberta pelo pericarpo. Sua composição é essencialmente de material lignocelulósico.

378

As diferenças nos grãos de milho de vários tipos influenciam a sua aplicação na indústria?

Sim. Milhos mais duros são menos suscetíveis ao ataque de pragas e doenças e, por conseguinte, possuem menor risco de apresentarem danos aos componentes físicos (ex. rachaduras, escurecimento, quebras, etc.) e químicos (ex. rancidez) dos grãos. Já os materiais dentados, pelo conteúdo maior de amido farináceo e a facilidade de separação do mesmo, são preferidos para a extração do amido e produção dos xaropes de glucose e frutose, além de serem mais adequados à produção de etanol. Esse tipo de milho é também requisitado para produção de tortillas, pães tipo panqueca muito consumidos nos países da América Central e México.

379

O que é glúten de milho?

É a proteína do milho, principalmente constituído de zeínas, as proteínas de reserva da semente, isolada durante o processamento dos grãos chamado moagem úmida, que dá origem ao amido do milho e aos xaropes de glucose e frutose. Esse produto tem sido destinado às indústrias alimentícias, de insumos agrícolas e também para produção de polímeros utilizados na fabricação de coberturas e filmes biodegradáveis.

380 O que é amido de milho?

É o principal componente do grão de milho, que se concentra no endosperma. Pode ser isolado por processo industrial, chamado moagem úmida, resultando em um produto farináceo muito fino e de coloração branca. O amido de milho é formado por dois polissacarídeos, a amilose (25%) e a amilopectina (75%), e não é solúvel em água fria, mas forma um gel quando é aquecido em presença dela. Em virtude dessa propriedade é utilizado na fabricação de mais de 600 produtos, com diversas aplicações, sendo alimentícios diversos, goma de tecidos e papéis, base na fabricação de adesivos, tintas e produtos de higiene (pasta dental, cremes, etc.), produção de plásticos e embalagens biodegradáveis, entre outras aplicações em segmentos industriais alimentares e não alimentares.

381 O óleo de milho possui composição nutricional semelhante a outros óleos de origem vegetal?

A composição nutricional do óleo de milho é distinta dos outros óleos vegetais quanto aos percentuais de ácidos graxos saturados e monoinsaturados. Entretanto, o óleo de milho possui composição de ácidos graxos polinsaturados semelhante aos óleos de soja e girassol. Nesses óleos vegetais, o principal componente é o ácido graxo *linoleico*, contendo um pequeno percentual do ácido graxo *linolênico*, que são considerados essenciais à nutrição humana e a alguns animais, dada a incapacidade de síntese dos mesmos por esses organismos.

382 Posso obter pipoca de grãos de milho comum?

Industrialmente, o milho comum pode ser transformado em um produto chamado também de pipoca, comercializado nas formas salgada e doce. O processo é chamado expansão por canhão.

Porém, o floco da pipoca obtido a partir dos grãos de milho em panelas ou microondas é uma propriedade apenas do milho de pipoca, graças ao seu pericarpo mais espesso e à composição química do endosperma.

383 **Quais são as condições ideais do grão de milho para obtenção de pipoca de boa qualidade?**

Para obter uma boa expansão da pipoca e pequena quantidade de grãos não estourados (piruás), é necessário que os grãos estejam com o pericarpo íntegro e o teor de umidade em torno de 13,5% a 14,5%. Para manter a estrutura do pericarpo, deve-se ter cuidado com a debulha, a embalagem, o manuseio e o transporte do milho de pipoca, desde o campo até a residência do consumidor. Se o teor de umidade dos grãos for superior ao maior percentual mencionado, o floco de pipoca produzido apresentará uma textura umedecida, sentida na boca como ausência de crocância. Já os grãos com baixa umidade não estourarão, formando grande volume de piruás.

384 **Qual o valor nutritivo da pipoca?**

Uma xícara (8 g) de pipoca estourada sem óleo e sal contém 31 kcal, 6,2 g de carboidratos (2% VD*), 1,2 g de fibras (5% VD), 1 g de proteína (1,3% VD), 0,3 g de óleo (0,5% VD), 1 mg de cálcio, 0,2 mg de ferro, 24 mg fósforo, 24 mg de potássio, 0,3 mg de sódio, 0,8 mg de zinco, 0,2 mg de tiamina, 0,3 mg de riboflavina, 2 mg de niacina, 15 UI de vitamina A e 0 mg de colesterol. Portanto, a pipoca é uma boa fonte de fibras e possui reduzido valor calórico, quando preparada sem óleo, manteiga ou gordura.

*VD = valor diário relativo a uma dieta de 2.000 kcal.

385 Qual o valor nutricional do minimilho?

O minimilho possui, em média, numa porção de 100 g (cerca de 10 espigas): 42,2 kcal (2% VD*); 89,1 g de água; 1,9 g de proteínas (2,5% VD*); 0,2 g de gordura (0,4% VD*); 8,2 g de carboidratos (3% VD*); 0,38 g de fibra (1,5% VD*); e 0,6 g de cinzas. Dessa forma, apresenta baixo valor calórico e composição nutricional semelhante ao de outras hortaliças, como a couve-flor, o tomate, a berinjela e o pepino.

Com elevado teor de fibras e baixos teores de gorduras, de proteínas e de sódio, o minimilho é uma alternativa para o cardápio diário, especialmente de indivíduos em uso de dietas com restrição calórica e problemas de obstipação intestinal (prisão de ventre).

*VD = valor diário recomendado para dieta de 2.000 kcal.

386 O que é e como é feito o processamento mínimo do minimilho?

Processamento mínimo é qualquer alteração física empregada em frutos ou em hortaliças antes da embalagem, mantendo o estado de frescor dos produtos. Os alimentos minimamente processados vêm obtendo crescente participação no mercado de produtos frescos. No Brasil, a utilização dessa forma de produto começou no início da década de 1990 e vem apresentando aumento nas vendas em consequência de dois fatores:

- Estímulo ao consumo de frutas e hortaliças frescas.
- Redução no tempo disponível para o preparo dos alimentos em decorrência da vida moderna.

O minimilho minimamente processado deve apresentar boa aparência, além de ser livre de contaminantes físicos, químicos e biológicos. Dessa forma, para obter um produto final de boa qualidade e com maior vida-de-prateleira, deve-se utilizar matéria-prima de boa procedência e bem uniforme. As espiguetas de minimilho, após colhidas, deverão ser armazenadas sob refrigeração

em temperatura entre 5 °C e 10 °C para evitar perda de água e degradação do produto. Durante o preparo do minimilho minimamente processado, a temperatura do ambiente deverá ser controlada no máximo a 20 °C. Além disso, durante o processamento, os manipuladores devem seguir os cuidados higiênicos necessários de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF) em relação ao ambiente de trabalho, aos equipamentos, à matéria-prima e à higiene pessoal.

387 Quais as etapas do processamento mínimo?

São elas:

- Colher os minimilhos nas primeiras horas da manhã.
- Lavá-los ainda com palha, em água corrente.
- Preparar duas soluções sanitizantes de hipoclorito de sódio ou cloro livre em dois recipientes brancos de cerca de 15 litros da seguinte forma:
 - Solução 1: diluir 50 mL de hipoclorito de sódio a 2% em 10 litros de água.
 - Solução 2: diluir 10 mL de hipoclorito de sódio a 2% em 10 litros de água.
- Imergir as espigas com palha na solução 1 e deixar agir por 15 minutos.
- Despalhar as espigas com faca de aço inoxidável e retirar os cabelos.
- Selecionar as mais uniformes quanto à cor e ao tamanho (comprimento entre 7 cm e 10 cm e diâmetro entre 1,4 cm e 1,8 cm).
- Lavá-las novamente em água corrente.
- Imergi-las na solução 2 e deixar agir por 15 minutos.
- Imergi-las em solução de ácido cítrico a 1% (100 g para 10 litros de água).
- Retirar as espigas e centrifugar em centrífuga manual, para retirar o excesso de água, ou secar em papel toalha.

- Organizar os minimilhos em bandejas de isopor de 15 cm x 15 cm, revestir com filme de PVC ou colocá-los em embalagem de polietileno tereftalato (PET).
- Acrescentar rótulo com as informações necessárias.
- Armazenar sob refrigeração à temperatura entre 5 °C e 10 °C.

388 Como preparar minimilho em conserva?



Após o processo de sanitização das miniespigas em água clorada, conforme já descrito no processamento mínimo de minimilho, deve-se efetuar o branqueamento mergulhando-as em água fervente por cerca de 2 minutos e depois em água gelada. Em seguida, deve-se acomodar as espigas em frascos de vidro, devidamente higienizados

em água fervente por 15 minutos e proceder ao envase em salmoura ácida (para preparar 1 litro de salmoura, utilize 500 mL de água potável, 500 mL de vinagre de álcool branco, 1 colher de sopa cheia de sal e 1 de açúcar). Após o envase, deve-se retirar as bolhas de ar de dentro do frasco com o auxílio de uma faca sem ponta, tampá-los com tampas rosqueáveis novas de metal e realizar a pasteurização, colocando os vidros de minimilho em banho-maria em ebulição por 30 minutos (a água da panela deverá cobrir completamente os frascos). Logo após a pasteurização, deve-se promover um resfriamento rápido das conservas, deixando escorrer água da torneira nas bordas internas da panela, até que os frascos fiquem mornos. As conservas deverão ser armazenadas em local fresco e, de preferência, sem incidência de luz. Para que as miniespigas adquiram o sabor adequado, é recomendável deixar o produto curtindo na salmoura por pelo menos 15 dias antes de consumir.

389 **Posso reutilizar vidros para fazer a conserva de minimilho?**

Os vidros poderão ser reutilizados desde que sejam lavados e esterilizados adequadamente antes do uso, porém, as tampas não poderão ser reutilizadas porque, após o primeiro uso, o vedante que as reveste internamente perde seu poder de vedação. Para a higienização correta dos vidros, deve-se proceder da seguinte forma: lavar e enxaguar os vidros e tampas com água potável e sabão ou detergente neutro. Ferver os vidros por 15 minutos em água potável e, após retirá-los de dentro da água, deixá-los emborcados sobre papel toalha para escorrer o excesso de água.

390 **Se eu utilizar salmoura fervendo, preciso ainda fazer a pasteurização no final?**

Sim. O tratamento térmico final dado às hortaliças é uma das etapas mais importantes do processo e não poderá, de forma alguma, ser eliminado, tampouco realizado em menor tempo que o estipulado. Essa etapa tem como principal objetivo eliminar os microrganismos patogênicos e os que causam alterações nos alimentos, além de melhorar a textura dos minimilhos.

391 **Após o tratamento térmico, posso deixar os vidros esfriando lentamente dentro da panela com a água quente?**

Não. Após o tratamento térmico, é importante que os vidros de conserva sejam resfriados rapidamente a fim de interromper o cozimento das hortaliças e evitar alterações na cor, sabor, odor e textura. Para tal, deixa-se escorrer água fria, na borda interna da panela, até que os vidros fiquem mornos. Em seguida, deve-se retirar os vidros de dentro da água, não deixando que esfriem em demasia, para evitar que as tampas enferrugem.

392**Preciso armazenar os vidros de conserva de minimilho em geladeira?**

Não. Se as conservas de minimilho forem elaboradas seguindo corretamente todas as etapas do processo e todos os critérios das Boas Práticas de Fabricação (BPF), poderão ser armazenadas em temperatura ambiente, em local limpo, seco e arejado e, de preferência, escuro, para evitar alterações na cor do produto. Se a produção for em maior escala, para fins comerciais, os frascos deverão ser rotulados de acordo com as normas vigentes e armazenados sobre estrados, evitando o contato direto com o chão.

393**O milho-doce pode ser utilizado para fazer pamonha ou curau?**

Não. O milho-doce possui maior teor de açúcares simples e menor teor de amido que o milho-verde comum, por isso, não deve ser utilizado como ingrediente nas receitas em que há necessidade da consistência cremosa (ex.: flans, sopas, suco, creme, mingau ou curau de milho) ou mesmo semi-sólida (ex.: pamonha, bolos) dos alimentos, porque nos grãos desse tipo de milho não há acúmulo do amido, que é o responsável por essa propriedade. Entretanto, o milho-doce pode ser utilizado nas receitas onde são requeridos grãos verdes inteiros do milho, a exemplo de milho-verde, cozidos em espigas, grãos cozidos para saladas, recheios de tortas, entre outros.

394**Como evitar que as espigas de milho-verde não fiquem “suadas” e murchem quando embaladas em isopor e filme PVC?**

O ponto chave na conservação do milho-verde pós-colheita é o controle da temperatura e da umidade desde a etapa da colheita até a de distribuição do produto já embalado. Dessa forma, para

evitar que o milho-verde desidrate e a água condense na embalagem formando gotículas (fique suando), é necessário que:

- A colheita seja realizada no horário em que a temperatura for mais baixa (primeiras horas da manhã).
- Após a colheita, o milho-verde seja pré-resfriado antes de ser embalado. A forma mais usual de pré-resfriamento do milho é por imersão em água fria, tendo o cuidado de deixar escorrer o excesso de água antes da etapa de embalagem. Se as espigas forem embaladas ainda quentes, certamente perderão água e a embalagem ficará “suada”.
- A temperatura do ambiente durante a etapa de embalagem não seja superior a 20 °C e a umidade seja alta, de preferência acima de 80%, para evitar a perda de água do produto com consequente murchamento. Assim, deve-se evitar fazer este preparo em locais quentes e sem ventilação.
- Seja utilizado filme de PVC com espessura entre 10 μ ou 12 μ (disponíveis no mercado) para cobertura das espigas nas embalagens de isopor.
- Após a embalagem, as espigas não sejam armazenadas "amontoadas" nem em local abafado, e sim, fresco e ventilado, de preferência, sob refrigeração.
- O transporte seja, preferencialmente, refrigerado.