

Características e processamento do grão de milho e sua utilização no concentrado de bezerros em aleitamento

Milho floculado, amido, energia, digestibilidade, rúmen.

Camila Flávia de Assis Lage¹
Hilton do Carmo Diniz Neto²
Victor Marco Rocha Malacco³
Sandra Gesteira Coelho⁴

¹Doutoranda em Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG
E-mail: camilassislage@yahoo.com.br

²Mestrando em Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG.

³Doutorando em Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG.

⁴Profª. Associada, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG.

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de milho, sendo a maior parte da sua produção destinada a alimentação animal. O processamento dos grãos do milho refere-se aos métodos físicos e químicos que visam potencializar a fermentação do amido no rúmen, além de minimizar as limitações da digestão do amido no intestino delgado dos ruminantes. A maior degradação do amido no rúmen melhora o suprimento de proteína microbiana e a produção de energia, na forma de ácidos graxos voláteis (AGV). Em bezerros em aleitamento, o aumento na produção de AGV pode favorecer o desenvolvimento do rúmen e o aumento no consumo de concentrado nessa categoria. Nesta revisão, as características e os principais processamentos dos grãos do milho e sua utilização no concentrado de bezerros em aleitamento são apresentados e discutidos.

Palavras-chave: milho floculado, amido, energia, digestibilidade, rúmen.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 14, Nº 05, set./out. de 2017

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

CHARACTERISTICS AND PROCESSING OF CORN GRAIN AND ITS USE IN THE CONCENTRATE OF SUCKLING CALVES

ABSTRACT

Brazil is one of the world's largest producers of maize, with most of its production destined for animal feed. Corn grain processing refers to physical and chemical methods to enhance the fermentation of starch in the rumen and to minimize the limitations of starch digestion in the small intestine of ruminants. Higher degradation of starch in the rumen improves the supply of microbial protein and energy production in the form of volatile fatty acids (VFA). In calves, the increase in AGV production may favor the development of the rumen and the increase in the consumption of starter in this category. In this review, the characteristics and main processes of corn grains and their use in the concentrate of suckling calves are presented and discussed.

Keyword: flocculated corn, starch, energy, digestibility, rumen.

INTRODUÇÃO

O milho é um cereal que tem como principal componente o amido (65 a 72% da matéria seca). É extensivamente utilizado na alimentação humana e animal, sendo cultivado em várias partes do mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo e espera-se produção de cerca de 87,4 milhões de toneladas de milho na safra 2016/2017, com aumento esperado de 24% em relação à safra de 2015/2016 devido a maior ocorrência de chuvas esperadas neste período (CONAB, 2017). Em torno de 75% da produção é destinada a alimentação animal (MAPA; SPA; IICA, 2007).

O processamento de grãos refere-se aos métodos de preparação para a alimentação e visa principalmente à melhoria da digestibilidade e da palatabilidade dos alimentos ou inativação de fatores antinutricionais. Para ruminantes, o processamento do milho potencializa a fermentação do amido no rúmen e minimiza as limitações da digestão do amido no intestino delgado, aumentando a digestibilidade em ambos os compartimentos. A maior degradação do amido no rúmen melhora o suprimento de proteína microbiana e a produção de energia, na forma de ácidos graxos voláteis (AGV) (Ferrareto et al., 2013). Em bezerros em aleitamento, o aumento na produção de AGV pode favorecer o desenvolvimento das papilas ruminais e o aumento da palatabilidade pode ser importante para aumentar o consumo de concentrado nessa categoria.

Existem muitos estudos sobre o uso de grãos processados na dieta de vacas em lactação, no entanto as pesquisas durante a fase de aleitamento são restritas. Objetiva-se descrever as características e revisar os principais processamentos dos grãos do milho e sua utilização no concentrado de bezerros em aleitamento.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO MILHO E DO AMIDO

O grão de milho é formado por quatro partes: endosperma, gérmen (embrião), pericarpo (casca) e ponta (Paes, 2006). A ponta é a menor estrutura do grão, com função de conexão ao sabugo e é

formada por material lignocelulósico (2% do grão). O pericarpo (5%) confere proteção ao ambiente e é formado essencialmente por celulose e hemicelulose. O gérmen é a parte vegetativa do grão onde se encontra o embrião (11%), e é constituído principalmente de lipídeos e proteínas, além de vitamina E, minerais e açúcares (Paes, 2006). O endosperma constitui 82% do grão de milho e é uma importante região de estocagem de energia onde se concentra 98% do amido, e em menor proporção é constituído de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais. O endosperma pode ser classificado como vítreo (córneo) e farináceo (denso) de acordo com a distribuição proteica e dos grãos de amido (Gonçalves et al., 2009). A diferença marcante entre os dois tipos é a presença de matriz proteica circundando os grânulos de amido presente no endosperma vítreo, o que não ocorre no endosperma farináceo, no qual os grânulos de amido estão dispersos (Paes, 2006). O milho duro possui o endosperma completamente vítreo, o farináceo, completamente farináceo, e o dentado possui a parte central farinácea e as laterais vítreas.

A digestibilidade do amido presente no grão de milho é limitada pela matriz proteica presente no endosperma, que dificulta o ataque enzimático, principalmente no vítreo (Lopes et al., 2009). A parte mais importante dessa matriz são as prolaminas (no grão de milho chamadas zeínas), que são proteínas com alta concentração de prolina (Larson & Hoffman, 2008). A prolina é um aminoácido hidrofóbico e as proteínas com elevado teor de prolina desenvolvem essa mesma característica (Larson & Hoffman, 2008), dificultando o acesso das bactérias ruminais ao amido, uma vez que o rúmen é um ambiente líquido.

Outro ponto importante que interfere na digestibilidade do amido é a proporção de amilose e amilopectina. Essas moléculas são mantidas unidas pelas pontes de hidrogênio, resultando em grânulos de amido com estruturas altamente organizadas e baixa capacidade de absorção de água quando íntegras (Nocek & Tamminga, 1991). Amilopectina é o componente mais abundante no amido, constituindo cerca de 70 a 80%, sendo o principal componente do milho (Huntington, 1997).

A digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao teor de amilose, sendo que fontes de amido com maiores teores de amilopectina, podem apresentar maior digestibilidade (Jobim et al., 2003).

Nas principais regiões do mundo o tipo de milho mais cultivado é o farináceo (*Dent Zea mays ssp*). Já no Brasil, é predominantemente o duro (*Flint Zea mays ssp*) (Cruz et al., 2012). De acordo com Lima (2001), a preocupação dos melhoristas de vegetais com a sanidade das plantas, fez com que estes preferissem as variedades duras e semiduras. Sendo assim, principalmente no Brasil, é importante estudar os métodos de processamento que melhorem a disponibilidade do amido no rúmen e suas implicações no desempenho e saúde das diversas categorias animais.

MÉTODOS DE PROCESSAMENTO DO MILHO GRÃO

As várias formas de processamento do grão de milho podem mudar o seu valor nutritivo pela mudança no local e intensidade de digestão (Gonçalves et al., 2009). Isso pode ocorrer, por exemplo, pelas alterações físicas (ex: moagem) que rompem as barreiras de acesso ao amido, facilitando o acesso enzimático e conseqüentemente o processo de digestão (McAllister et al., 1994). Já as alterações químicas são resultantes de processos que mudam a estrutura dos componentes como o rompimento das pontes de hidrogênio que mantém os polímeros de glicose unidos, o que permite maior absorção de água (gelatinização dos grânulos de amido) resultando em melhor digestão enzimática (Firkins et al., 2001). Condições do processamento tais como, o tamanho de partícula, o tempo de fermentação e extensão da gelatinização, podem interferir na digestibilidade do amido e no local de digestão (Huntington, 1997). O uso de grãos intensamente processados pode ser prejudicial por causar queda de pH do rúmen, que pode causar reduções na digestibilidade de carboidratos fibrosos, queda no consumo e acidose ruminal (Ferrareto et al., 2013). O processamento a ser utilizado é selecionado com base no aumento de digestibilidade, aceitabilidade pelo animal, custo, e probabilidade de causar disfunções digestivas. As

As principais formas de processamento do grão de milho são:

Moagem (ground corn): Processo de redução do tamanho de partículas a partir da força do impacto corte ou atrito, seguido de peneiramento podendo este apresentar aspecto fino ou grosseiro (Mourão et al., 2012). Ocorre a eliminação do pericarpo, que constitui uma barreira física, redução do tamanho das partículas, aumentando a superfície de contato do alimento com os microrganismos ruminais e enzimas digestivas e redução do tempo de permanência no rúmen.

Laminação a seco: (dry rolled corn): o grão inteiro é quebrado em pedaços menores, após passar por um rolo cujo ajuste estabelece a intensidade da quebra. Como na moagem, o grão sofre modificação somente na estrutura física, embora de forma mais branda.

Laminação a vapor (steam-rolled corn): Os grãos são mantidos por 15 a 20 minutos em um condensador, onde recebem o contato do vapor, a uma temperatura de 90 a 95°C, elevando a sua umidade para concentrações entre 17 e 20%. Em seguida, o milho é direcionado aos rolos compressores, onde ocorre a laminação, gerando grãos de 1,5 a 2,4 mm de espessura. Posteriormente, os grãos laminados e parcialmente gelatinizados são submetidos à secagem (Pereira & Antunes, 2007).

Floculação a vapor (steam-flaked corn): Os grãos são mantidos no condensador por 30 a 60 minutos, a temperatura entre 90 e 105°C, o que eleva a umidade do milho para 20 a 24% e intensifica o processo de gelatinização. Além dos rolos laminadores, os grãos passam por um segundo par de rolos, ajustados de forma a comprimirem com maior intensidade os grãos, deixando-os com espessura próxima de 0,9 a 1,1 mm (Pereira & Antunes, 2007).

Extrusão (Extruded corn): Assemelha-se à laminação a vapor, porém os grãos são moídos antes do tratamento a vapor e passam por uma rosca sem fim, de onde são extrusados através de orifícios aonde o alimento vai se expandindo na direção em que ele é expelido. A expansão sofrida

pelos grãos causa ruptura dos grânulos de amido (Gonçalves et al., 2009).

UTILIZAÇÃO DE MILHO PROCESSADO NO CONCENTRADO DE BEZERROS EM ALEITAMENTO:

A utilização de milho processado na dieta de bezerros em aleitamento é um tema com pouca informação disponível na literatura e resultados controversos. Por muito tempo, assumiu-se que os resultados encontrados em experimentos com ruminantes adultos se aplicavam aos animais com trato gastrointestinal em desenvolvimento, mas diferenças em população microbiana, capacidade digestiva e cinética de digestão podem causar diferenças nos resultados entre essas duas categorias (Lesmeister & Heinrichs, 2004). O consumo de alimento sólido, principalmente rico em carboidratos fermentáveis, é um fator importante no estabelecimento da microbiota, produção de AGV e consequentemente desenvolvimento ruminal dos bezerros. Fatores que afetem o consumo ou a digestibilidade dos alimentos podem influenciar na taxa desse desenvolvimento (Zhang et al., 2010).

Um trabalho clássico sobre a utilização de milho processado na dieta de bezerros em aleitamento foi publicado por Lesmeister & Heinrichs, (2004). Nesse trabalho os pesquisadores avaliaram o desempenho de bezerros em aleitamento alimentados com quatro concentrados diferentes em que 33% do milho era substituído por: milho inteiro, laminado a seco, laminado a vapor, ou floculado. Os animais foram aleitados convencionalmente (sucédâneo a 10% do peso vivo divididos em duas refeições diárias) até 28 dias, quando foram desaleitados abruptamente, e continuaram sendo avaliados até 42 dias de idade. O consumo de concentrado aumentou nas dietas com milho laminado a seco seguidas pelo milho inteiro, mas pouco efeito foi observado no peso final, desenvolvimento corporal ou parâmetros sanguíneos sendo semelhantes entre os grupos. O desenvolvimento do rúmen e concentração de AGV no sangue e no rúmen foi maior na dieta com milho floculado, mas com influência negativa em consumo, desenvolvimento corporal e eficiência alimentar. O resultado mais equilibrado foi dos animais alimentados com concentrado em que o

milho foi substituído por milho laminado a vapor que teve ganho de peso, eficiência alimentar e desenvolvimento ruminal similares as outros tratamentos e maiores ganhos em desenvolvimento corporal e maior produção ruminal de butirato quando comparado aos outros três tratamentos, apesar do menor consumo.

Nucio et al. (2003) avaliaram simultaneamente a utilização de dois processamentos de milho (floculado x laminado a vapor) associados ou não com a inclusão de monensina em um experimento fatorial 2x2. Foram utilizadas 32 fêmeas até a 12ª semana de idade e 16 machos fistulados que foram abatidos na 10ª semana de idade. Os animais receberam 4 litros de leite/ dia divididos em duas refeições até o desaleitamento (6ª semana para as fêmeas e 8ª semana para os machos). Os animais recebiam concentrado e água a vontade e após o desaleitamento passaram a receber feno *ad libitum*. O processamento de grãos não afetou o consumo, peso final e ganho médio diário das fêmeas. Também não houve efeito na concentração plasmática de glicose e de AGV. Os animais que receberam milho laminado a vapor tiveram menor teor de nitrogênio plasmático, o que poderia estar ligado ao melhor aproveitamento da amônia ruminal pelos microrganismos ruminais devido à disponibilidade de energia no rúmen. Nos machos, também não foram observadas diferenças no consumo e desempenho, mas a concentração molar de propionato foi maior para animais recebendo grão laminado. A autora considerou tendência de maior concentração molar de AGV total ($P = 0,11$) e butirato ($P = 0,13$) e maior peso de retículo rúmen em animais recebendo grão laminado e monensina.

Bateman et al. (2009) avaliaram três diferentes concentrados texturizados que tinham como base os mesmos ingredientes e diferiam em: milho inteiro, floculado ou laminado a seco, 80 a 86% das partículas contidas no concentrado tinham acima de 1,180 μm . Foram utilizados 16 animais por grupo. Não foram encontradas diferenças em nenhum dos parâmetros avaliados.

Zhang et al. (2010) avaliaram o desempenho de bezerros da 3ª até a 13ª semana de idade alimentados com concentrados iniciais comerciais

peletizados contendo: milho e soja extrusados, milho e soja floculados ou milho e soja moídos. Os animais receberam leite integral a 10% do PV dividido em 3 refeições diárias. O fornecimento era reduzido 0,25 a 0,5 kg a cada três dias e os animais foram desaleitados quando atingiram consumo de 700g de concentrado por dia por dois dias consecutivos. Não houve diferença em consumo, desempenho e parâmetros sanguíneos até o desaleitamento. No pós-desaleitamento os animais que ingeriram a dieta com grãos floculados tiveram maior eficiência alimentar ($P = 0,05$), e menor consumo, porém, sem diferença significativa. Os animais do grupo floculado ficaram menos dias doentes do que os outros grupos.

Franzoni (2012) testou três concentrados para bezerros que continham: 100% do milho floculado, 30% de milho quebrado e o restante do milho moído e 100% milho moído. Foram utilizados 18 animais por tratamento, dos quais seis foram abatidos em cada período (30, 60, 90). Os animais receberam 4 litros de sucedâneo (1,7 mcal/dia) e aos 60 dias foram desaleitados abruptamente. Os animais do grupo que recebeu 30% milho quebrado e 70% milho farelado tiveram maior pH ruminal médio (6,8), peso final semelhante aos do grupo floculado e superior ao farelado e maior tamanho de papilas que o grupo floculado e semelhante ao do farelado, sendo o tratamento com resultado mais satisfatório. Os animais do grupo farelado tiveram menor peso final, relacionado principalmente com o baixo consumo de concentrado, principalmente até a 9ª semana, provavelmente pela menor preferência dos bezerros por dietas fareladas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de grão processado em ração inicial de bezerros em aleitamento afeta a digestibilidade do amido e o desenvolvimento de rúmen dos animais. As diferenças metodológicas nos trabalhos relacionados ao processamento e forma física em que esse alimento é apresentado para os animais dificulta a comparação entre os trabalhos. O processamento de grãos no concentrado de bezerros pode ser particularmente interessante no Brasil, uma vez que a variedade mais utilizada é

a de grão duro, que tem menor digestibilidade quando inteiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATEMAN, H.G.; HILL, T.M.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Effects of corn processing, particle size, and diet form on performance of calves in bedded pens. *J. Dairy Sci.*, v.92, p.782-789, 2009.
- CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; GARCIA, J.C.; DUARTE, J.O. Cultivo do milho 2012. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/cultivares.htm> Acesso em: 13/11/2016.
- FERRARETTO, L.F.; CRUMP, P.M.; SHAVER, R.D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.*, v.96, p.533-550, 2013.
- FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L.; ST-PIERRE, N.R.; NOFTSGER, S.M. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *J. Anim. S.*, v.79, p.218-238, 2001.
- FRANZONI, A.P.S. *Efeito do processamento do milho no desenvolvimento do rúmen, desempenho de bezerros e digestibilidade in vitro do grão*. 2012. 139 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed). Alimentos para gado de leite: FEPMVZ, 2009. 568p. (p. 240-269).
- HUNTINGTON B. G. Starch utilization by ruminants: from basis to de bunk. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.852-867, 1997.
- JOBIM C.C.; BRANCO A.B.; SANTOS G.T. Silagem de grãos úmidos na alimentação de bovinos. In: V SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 2003, Goiânia. p. 357-376.
- LARSON, J.; HOFFMAN, P.C. Technical Note: A method to quantify prolamin proteins in corn that are negatively related to starch digestibility in ruminants. *J. Dairy Sci.*, v.91, p.4834-4839, 2008.

- LESMEISTER K.E.; HEINRICHS A.J. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.*, v.87, p.3439–3450, 2004.
- LIMA, G.J.M.M. Milho e subprodutos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Campinas, 2001. Anais... Campinas: CBNA, 2001. p. 13-32.
- LOPES, J.C.; SHAVER, R.D.; HOFFMAN, P.C. Type of corn endosperm influences nutrient digestibility in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.*, v.92, n.9, p.4541-4548, 2009.
- MCALLISTER, T.A.; BAE, H.D.; JONES, G.A.; CHENG, K. J. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *J. Anim. Sci.*, v.72, p.3004–3018, 1994.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA; SECRETARIA DE POLÍTICAS AGRÍCOLA – SPA; INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA – IICA. Série Agronegócios, Cadeia Produtiva do milho, v.1, 2007.
- MOURÃO, R.C.; PANCOTI, C.G.; MOURA, A.M. et al. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. *Pubvet (online)*, v. 6, n.5, Ed. 192, Art. 1292, 2012.
- NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3598-3629, 1991.
- NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.Z.; ZOPOLLATTO, M. et al. Corn processing (steam- flaked vs. steam-rolled) and monensin for pre and post early weaning dairy calves. *R Bras Zootec.*, v.32, p.229-239, 2003 (b).
- NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.Z.; ZOPOLLATTO, M. et al. Ruminant fermentation parameters and metric measurements of the rumen of dairy calves fed processed corn (steam-rolled vs. steam-flaked) and monensin. *R. Bras. Zootec.*, v.32, p.1021-1031, 2003 (a).
- PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA/CNPMS, 2006. p.1-6, (Circular Técnica, 75).
- PEREIRA, L.G.R.; ANTUNES, R.C.O milho na alimentação de gado de leite. In: IV SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. Belo Horizonte, MG: Escola de Veterinária, UFMG, 2007. p. 49-70.
- RELATÓRIO CONAB. < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php/conteudos.php?a=1253&t=2> >Acessado em 21/02/2017 às 11:08.
- ZHANG, Y.Q.; HED, C.H.; MENG, Q.X. Effect of a mixture of steam-flaked corn and soybeans on health, growth, and selected blood metabolism of Holstein calves. *J Dairy Sci.*, v.93, p.2271-2279, 2010.