

Influência do processamento de grãos sobre o desempenho de ruminantes e a população microbiana do rúmen

Thiago Dias Silva¹, Rafael Ícaro Matos Vieira¹, Jakcelly Custódio Ferreira¹, Isabel Thayse Barbosa², Thais Dias e Silva³, Douglas Dijkstra⁴, Moisés Sena Pessoa⁵, Flávia Oliveira Abrão^{5*}

Resumo

Os grãos, em comparação às plantas forrageiras, possuem energia mais prontamente disponível em seu interior. Contudo, a matriz proteica presente nos grãos, uma espécie de envoltório que protege o endocarpo, impossibilita a atuação de forma eficaz dos microrganismos presentes no rúmen em sua degradação. Para facilitar este processo e para aumentar a superfície de contato de degradação, o processamento do grão surge como uma alternativa a ser empregada, pois disponibiliza a energia altamente rica e fermentável presente no interior do grão. Todavia, uma dieta altamente fermentável provoca alterações nos parâmetros ruminais, química ou microbiologicamente. Quimicamente, através da produção de ácido graxos voláteis, pode ocorrer uma queda do pH ruminal graças aos ácidos que não absorvidos e aproveitados pelo animal. Além disso, o processamento do grão promove alterações nas proporções de microrganismos ruminais, já que os microrganismos ali presentes se adaptam a dieta e aqueles com especificidades para um determinado substrato se sobressaem a população dos demais microrganismos. Em suma, além de propiciar alterações no ambiente ruminal, se bem empregado o processamento do grão pode reduzir idade ao abate, bem como contribuir para um melhor desempenho dos animais.

Palavras chave: milho; sorgo; moagem; ambiente ruminal.

Influence of grain processing on the performance of ruminants and the microbial population of the rumen

Abstract

Grains, compared to fodder plants, have more readily available energy in their interior. However, the protein matrix present in the grains, a kind of wrapping that protects the endocarp, makes it impossible for the microorganisms present in the rumen to function effectively in their degradation. To facilitate this process and to increase the degradation contact surface, grain processing appears as an alternative to be used, as it makes bioavailable the highly rich and fermentable energy present inside the grain. However, a highly fermentable diet causes alterations in ruminal parameters, either chemically or microbiologically. Chemically, through the production of volatile fatty acids, a fall in ruminal pH can occur thanks to acids that are not absorbed and used by the animal. Moreover, the processing of the grain promotes changes in the proportions of ruminal microorganisms, since the microorganisms present there adapt to the diet and those with specificities for a given substrate stand out the population of the other microorganisms. In addition, in addition to providing alterations in the ruminal environment, grain processing may reduce age at slaughter, as well as contribute to a better performance of animals.

Keywords: corn; sorghum; milling; ruminal environment.

¹Bacharelado em Zootecnia, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres (GO). thiago.zootecnia@outlook.com; rafaelicarom@gmail.com; jakcellycustodio@gmail.com

²Licencianda em Ciências Biológicas, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres (GO). belthayse@outlook.com

³Farmacêutica e Bioquímica, Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo – Goiânia (GO).

⁴Zootecnista formado pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres (GO). douglas.dijkstra@hotmail.com

⁵Docente, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres (GO). moisessena@yahoo.com.br

*autora correspondente: flavia.abrao@ifgoiano.edu.br

Introdução

Os grãos têm sido amplamente utilizados nos sistemas de produção animal, já que estes permitem que os animais atinjam a idade de abate mais precocemente, devido a maior disponibilidade de energia na dieta, estimulando a microbiota ruminal (Beiranvand *et al.*, 2014), garantindo maiores ganhos diários e melhorias da conversão alimentar.

Entretanto, a digestibilidade de grão é afetada pela presença de uma matriz proteica que os envolvem, encapsulando assim os grânulos de alta digestibilidade, como o amido. Contudo, estes grânulos podem tornar-se disponíveis ao animal quando os grãos passam por um processamento (moagem) (Santos, 2015), aumentando assim a superfície de contato para degradação enzimática exógena, realizada por bactérias e fungos, aumentando a digestibilidade da dieta tanto no rúmen quanto no intestino (Mirzaei *et al.*, 2017).

Owens *et al.* (1997) apontam que o processamento dos grãos de cereais tem como principal objetivo disponibilizar a energia (amido) presente no endosperma, otimizando o aproveitamento dos grãos pelos animais, permitindo que estes cresçam, mantenham-se e produzam de forma mais intensiva.

No processo de moagem, os grânulos de amido se tornam mais prontamente disponíveis, já que as películas envoltórias dos grãos são destruídas neste processo, permitindo que as enzimas produzidas pelos microrganismos atuem de forma mais eficiente em todo o processo digestivo. Nesse caso, as interações entre substratos e enzimas específicas podem alterar a taxa de digestão do alimento (Mirzaei *et al.*, 2017).

O processamento dos grãos, no geral, aumenta a superfície de contato, melhoram o processo de mistura dos ingredientes da dieta (dieta basal e núcleos mais silagens, entre outros) e alterações físico-químicas dos grãos. Em contrapartida, o processamento dos grãos também pode influenciar negativamente em alguns parâmetros químicos e microbiológicos ruminais, devido à alta fermentação da dieta, provocando alterações na frequência populacional dos microrganismos ruminais, devido à queda de pH, graças a alta produção de ácidos graxos voláteis (Kiran; Mutsvangwa, 2007).

Sabendo desses pressupostos, objetivou-se com a presente revisão contrastar e descrever as pesquisas da literatura científica que verificam a influência do processamento do grão sobre o desempenho animal e perfil microbiológico do rúmen a fim de elucidar em um único trabalho, de forma clara e resumida, os principais

impactos do processamento do grão no desempenho dos ruminantes.

Principais grãos: estrutura anatômica e características químicas

Milho

O uso de dietas à base de milho inteiro vem sendo uma ferramenta bastante utilizada na produção de ruminantes, uma vez que, além de melhorar o desempenho produtivo de rebanhos, também facilita o processo de confinamento, devido ao corte de gastos com o grande volume de mão de obra, aquisição e manutenção de maquinário e da oportunidade de regiões que não tem volumoso de confinar (Ribeiro, 2014). Entretanto, é importante conhecer as características desse grão e suas possibilidades de processamento para otimizar o manejo alimentar dos animais e também a lucratividade da atividade pecuária.

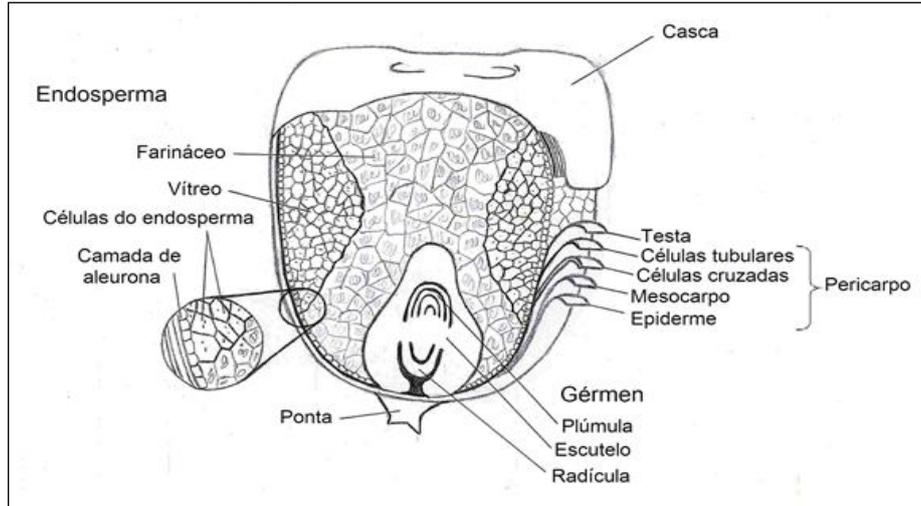
O milho é composto basicamente por 83% de endosperma, 11% de gérmen, 5% de pericarpo e 2% de ponta. O endosperma constitui-se por uma porção de 88% de amido distribuído nas células na forma de grânulos, estão presentes também as proteínas de reserva, representando aproximadamente 8% do endosperma, que são as zeínas, proteínas pertencentes ao grupo das prolaminas, formando uma matriz proteica que envolve os grânulos de amido no endosperma vítreo (Paes, 2006) (Figura 1).

Autores têm apresentado em seus trabalhos científicos a correlação direta entre o processamento do milho e sua digestibilidade, de forma que, frequentemente, tem-se relatado o milho floculado como o de maior digestibilidade, seguido pelo milho finamente moído, laminado a seco, e, por fim, o milho grão inteiro (Franzoni, 2012; Plascencia; Zinn, 1996; Joy *et al.*, 1997).

A principal diferença entre os tipos de milho é a forma e o tamanho dos grãos, definidos pela estrutura do endosperma e o tamanho do gérmen. Dessa forma, entre os diferentes tipos, destacam-se: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce. A maior parte do milho comercial produzido no Brasil é do tipo duro ou “flint” (Abimilho, 2006).

De acordo com as tabelas de composição de alimentos apresentada por Valadares Filho (2006), o milho apresenta valores médios de matéria seca (MS) de 87,64%, proteína bruta (PB) de 9,11 %, extrato etéreo (EE) de 4,07% e NDT de 87,24%.

Figura 1 – Estrutura anatômica do grão de milho



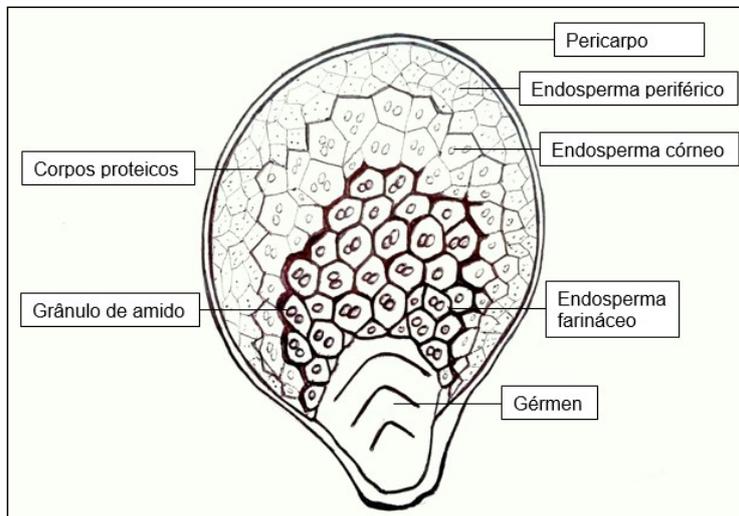
Fonte: Adaptado de [Paes \(2006\)](#).

Sorgo

O grão de sorgo é formado principalmente por três estruturas físicas: pericarpo, endosperma e gérmen (Figura 2). Sendo geralmente distribuídos nas proporções de 84% de endosperma, 10% de gérmen e 6% de pericarpo ([Rooney; Miller, 1982](#)). Na sua composição química podem ser encontrados teores de amido variando entre 62,07% a 78,74% ([Antunes et al., 2007](#)).

A estrutura morfológica do sorgo, assim como a sua composição, é muito semelhante com a do milho, podendo ser notada diferença principalmente na distribuição e no tipo de proteína que envolve os grânulos de amido no endosperma do grão. O endosperma deste grão é dividido em endosperma periférico, córneo e farináceo ([Fernandes; Fagundes, 2011](#)).

Figura 2 – Estrutura anatômica do grão de sorgo.



Fonte: Adaptado de [Chandrashekar & Mazhar \(1999\)](#).

A composição química do sorgo apresenta valores médios de matéria seca (MS) de 87,90%, proteína bruta (PB) de 9,54 %, extrato etéreo (EE) de 3,03% e NDT de 80,35% ([Valadares Filho, 2006](#)).

Milheto

Outra alternativa para ser utilizado como concentrado na alimentação de ruminantes é o milheto. Este, cujo nome científico é *Pennisetum americanum*, apresenta-se como fonte de grande interesse na alimentação

animal, uma vez que possui características nutritivas que o qualificam como possível substituto ao grão de milho na formulação de dietas contendo concentrados ([Alonso et al., 2013](#)).

Por se tratar de uma cultura que se desenvolve bem em condições de baixa precipitação pluviométrica, tem sido utilizada estrategicamente para produção de silagem em período de safrinha e em regiões com problemas de veranico ou seca ([Guimarães Júnior et al., 2010](#)).

É sabido que o teor de amido nos grãos de milho é 10% inferior ao dos grãos de milho (62% x 72% da MS), o que pode alterar o processo fermentativo ruminal das dietas. Além disso, o grão de milho é considerado um concentrado energético por apresentar menos de 18% de fibra bruta e menos de 20% de proteína bruta e sua energia metabolizável para ruminantes é de 3,02 Mcal/kg (Ribeiro et al., 2004; Valadares Filho et al., 2006).

Já a composição química do milho apresenta valores médios de matéria seca (MS) de 88,47%, proteína bruta (PB) de 13,55 %, extrato etéreo (EE) de 5,13% e NDT de 76,37% (Valadares Filho, 2006).

Matriz Proteica

A matriz proteica do endosperma é composta por prolamina, que são proteínas de armazenamento de endosperma ricas em prolina (aminoácidos) encontrados em todos os tipos grãos de cereais. As prolaminas do trigo, cevada, centeio, milho, sorgo e aveia, recebem nomes específicos de acordo com o cereal que se apresentam, chamados gliadina, hordeína, secalina, zeína, kaferina e avenina, respectivamente. Prolaminas são caracterizadas por um elevado teor de aminoácido prolina altamente hidrofóbica portanto insolúveis em água, mas solúveis em meios alcoólicos (Hoffman; Shaver, 2011).

No caso do milho, as zeínas compreendem em até 60% da proteína total do milho e são divididas em quatro subclasses, alfa, beta, gama e delta, com base na sua similaridade em massa molecular, solubilidade em solventes e estruturas (Papalia; Londero, 2015). As alfas são mais abundantes entre as zeínas correspondendo por 75% a 85% das zeínas (Bicudo et al., 2006). Com o avanço da maturidade do grão as zeínas se desenvolvem e se distendem pelo endosperma, as betas e gamas formam uma ligação cruzada e as alfas e delta penetram sua rede, de modo a encapsular os grânulos de amido, tornando-o hidrofóbico (Hoffman; Shaver, 2011).

As proteínas do sorgo são divididas basicamente em dois grupos, kafirinas (prolaminas) e não-kafirinas (albuminas, globulinas e glutelinas). As proteínas de armazenagem do sorgo contêm uma proporção maior de frações de ligação cruzada e são mais hidrofóbicas. As kafirinas representam 70 a 80% da proteína do total do grão do sorgo, e recebem subclassificações com base no tipo, peso molecular, solubilidade e estrutura, como alfa, beta e gama. A proteína do tipo alfa, composta por aproximadamente 80% das kafirinas, é considerada a principal proteína de armazenagem, seguida pela gama (15%) e beta (5%). As prolaminas gama-kafirinas e, em menor grau beta-kafirinas, formam ligações cruzadas ao redor das alfa-kafirinas em uma rede de polímero vinculados a dissulfureto, impedindo assim a exposição às proteases. As não-kafirinas, no endosperma córneo, interagem fortemente com a matriz proteica que envolve os grânulos de amido, atuando como barreira para a gelatinização e

digestibilidade do amido, devido à ligação cruzada entre as kafirinas gama e beta (Wong et al., 2009).

Processamento dos grãos na alimentação de ruminantes

O processamento do grão para a alimentação animal define-se por qualquer processo físico ou químico que modifica a estrutura molecular original e a composição física do grão (Theurer, 1986).

Diversos tipos de processamentos são utilizados; como os processos secos: moagem, laminação, prensamento e descascamento (tratamentos mecânicos) e tostagem, micronização e estalação (tratamentos térmicos). Dentre os processos úmidos destacam-se: floculação, peletização, cozimento a vapor (tratamentos térmicos) (Vargas Jr. et al., 2008), e ensilagem de grão úmido e reidratação e ensilagem dos grãos (tratamentos fermentativos) (Hale, 1973).

O processamento dos cereais tem como principal objetivo disponibilizar a energia (amido) presente no endosperma dos grãos (Owens et al., 1997), rompendo inicialmente o pericarpo, que atua como uma barreira física que dificulta o ataque microbiano e enzimático, formando fissuras, quebrando ou expandindo o amido, solubilizando ou rompendo a matriz proteica e aumentando a área de superfície. Métodos que combinam a redução do tamanho de partícula e adição de água tendem ser mais eficientes (Batalha, 2015).

Com isso, em ruminantes, o principal efeito do processamento de grãos é a mudança no local de digestão do amido do intestino delgado para o rúmen. Entretanto a mudança de sítio irá variar mais intensamente de acordo com o tipo de processamento utilizado (Franzoni, 2012).

Huntington (1997) relata que processamentos adequados dos grãos promovem aumento da degradação do amido não somente na digestão ruminal, mas também, no pós rúmen, de forma que há um aumento na digestão total do amido e, consequentemente melhor desempenho animal. Outro fator descrito como importante seria o possível aumento de proteína microbiana para o animal.

A moagem dos grãos cereais é o processo em que reduz o tamanho de partícula dos grãos, por meio do moinho de martelo e peneira. O peneiramento, seguido da moagem, determina o grau de redução do tamanho de partícula, que pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes (Bellaver; Nones, 2000). Esse processamento rompe parcialmente o pericarpo e aumenta a superfície de contato e torna o endosperma mais acessível aos microrganismos ruminais, porém tem pouco impacto sobre a matriz proteica presente no endosperma vitrio (Batalha, 2015).

Outro processamento importante é a reidratação. Quando o grão de milho e de sorgo é devidamente

reidratado e ensilado, há aumento na digestibilidade do amido do grão devido à fragilização e ao rompimento parcial da matriz proteica, proporcionada pela ação dos ácidos da fermentação (Hoffman; Shaver, 2011). O amido pode também sofrer o processo de gelatinização, devido ao aquecimento proveniente do processo de fermentação da silagem, aumentando a sua susceptibilidade ao ataque enzimático (Moura, 2013).

Pereira (2012) avaliou a degradabilidade ruminal do milho e sorgo moídos em diferentes granulometrias reidratados ou não, e verificou que houve aumento da degradabilidade quando os grãos foram reidratados, observando médias de 71,6% para milho moído fino reidratado e 67,1% para o sorgo moído fino reidratado, enquanto para os grãos secos, observaram 42,8% e 41,1% para milho e sorgo moído fino, respectivamente.

Além dos benefícios da melhoria do aproveitamento do amido, Mitaru et al. (1984) relataram que o processo de reidratação e ensilagem do grão de sorgo pode reduzir o teor de tanino, quimicamente detectável, de 4,73% para 0,10%, ou seja, remoção de 97,88%. Sabe-se que esse composto fenólico condensado interage com o amido prejudicando sua degradabilidade (Barros et al., 2013).

A floculação é um processo mais complexo, mais oneroso e exige maior controle de qualidade que os processamentos já listados. Segundo Theurer et al. (1999) o grão é exposto ao vapor por até 1h em câmara vertical, de aço inoxidável. Nesta etapa o grão adquire de 18 a 20 % de umidade e em seguida é floculado entre os cilindros pré-aquecidos até que se tenha a densidade desejada. A floculação do milho causa gelatinização do amido, devido a ruptura das pontes de hidrogênio (H_2), e aumenta a superfície de contato do grão frente ao ataque microbiano, resultando assim, em uma maior digestão ruminal do amido.

Processamento dos grãos x desempenho animal

Trabalhando com grãos de milho e sorgo, seco ou ensilados úmidos, como concentrados energético na alimentação de cordeiros confinados, em uma relação volumoso: concentrado igual a 50:50 na matéria seca, Ítavo et al. (2006) verificaram que os cordeiros que receberam silagem de grãos de milho e de sorgo úmidos tiveram ganho de peso e conversão e eficiência alimentar melhores que aqueles tratamentos contendo grãos secos. Já quando a dieta era mais rica em concentrado, com relação volumoso: concentrado de 30:70 na matéria seca, os grãos de sorgo seco proporcionaram melhor conversão alimentar que os demais tratamentos testados.

Reis et al. (2001) avaliaram diferentes tipos de processamentos de grãos de milho (milho moído, silagem de grão de milho reidratado e silagem de grão de milho úmido) e diferentes relações entre o milho moído e as silagens de grãos de milho reidratados e de grãos de milho

úmidos. Esses autores observaram que os animais que consumiram concentrado contendo silagem de grão de milho reidratado e silagem de grão de milho úmido, sem a adição de milho moído, apresentaram maior eficiência em ganho de peso.

Em contrapartida, ao avaliar os efeitos da substituição do milho moído pela silagem de grão úmido sobre o desempenho de cordeiros criados e terminados em *creep feeding*, Almeida Jr. et al. (2004) encontraram ganho de peso médio diário semelhantes para as substituições de 0, 50 e 100% com média de ganho de 368, 396 e 385 g/dia, respectivamente.

Já Alonso et al. (2013), avaliando grãos de milho em suplementos para terminação de bovinos de corte em sistema integração lavoura e pecuária, observaram que o ganho de peso médio diário, ganho de peso total e peso corporal final, reduziram linearmente com a substituição do alimento energético grão de milho por grão de milho nos suplementos, evidenciando a influência não somente do processamento, mas também da fonte do grão. Além disso, esses autores concluíram que a inclusão de 33% de grão de milho em suplementos concentrados promove redução nos dias necessários para a obtenção de animais de peso corporal de 450kg.

Em outra pesquisa, Benatti et al. (2012) estudaram o fornecimento de grão de milho, inteiro ou triturado, em duas frequências de suplementação para bovinos de corte. Esses autores revelaram que a moagem do grão de milho proporcionou maiores ganhos (0,36 e 0,38 kg/animal/dia nos grupos com suplementação 3 e 7 vezes por semana, respectivamente), em comparação ao fornecimento de grão inteiro (0,22 e 0,24 kg/animal/dia, 3 e 7 vezes por semana, respectivamente), enquanto as frequências de suplementação estudadas não promoveram diferenças nestas variáveis.

Entretanto, é importante salientar que nem sempre o processamento se faz necessário, especialmente em dietas de alto grão, o uso do grão inteiro tem sido cada vez mais usado, pelo estímulo a ruminação e auxílio do controle no pH ruminal. Esta modulação no rúmen reflete diretamente nos parâmetros de produção.

Bernardes et al. (2015) descrevem que o uso de dietas de alto grão de milho, aveia branca, aveia preta ou arroz com casca para terminação de cordeiros em sistema de confinamento é uma alternativa viável do ponto de vista produtivo. Porém, o uso de grão de milho proporciona melhores resultados produtivos e econômicos.

Processamento dos grãos x microbiota ruminal

Os ruminantes são fermentadores dependentes da simbiose com microrganismos, que têm a capacidade mecânica e enzimática para o aproveitamento de carboidratos estruturais, uma vez que, os animais não possuem enzimas específicas para a digestão desses carboidratos.

O rúmen atua como uma câmara fermentadora, possibilitando a manutenção de padrões de fermentação benéficos ao hospedeiro, mantendo condições que promovam o crescimento de bactérias, fungos e protozoários, favorecendo assim o processo fermentativo. Essas condições incluem: manutenção da temperatura (aproximadamente 39°C), do pH ruminal (entre 5,5 a 7,0), anaerobiose, manutenção dos padrões de motilidade características do segmento ruminoreticular e a presença de microrganismos (Furlan et al., 2011).

A atividade física e microbiana do rúmen resulta em fermentação ruminal, a qual converte os componentes dietéticos em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), proteína microbiana e vitaminas do complexo B e vitamina K, metano, dióxido de carbono, amônia, nitrato, etc. (Valadares Filho; Pina, 2011). Cerca de 70 a 80% da digestão da matéria digestível de uma dieta é realizada pelas bactérias e pelos protozoários ciliados ruminais (Borges et al., 2011).

Segundo Kamra (2005) e Oliveira et al. (2007), os microrganismos podem ser classificados em: fermentadoras de carboidratos (CHO's) estruturais, que são aqueles capazes de degradar de os CHO's presentes na parede celular vegetal (celulose e hemicelulose); fermentadoras de carboidratos não estruturais, que são aqueles microrganismos que atuam na degradação de CHO's que não participam da estrutura da parede celular (amido, dextrinas e demais açúcares); proteolíticas, que atuam na degradação de proteínas; pectinolíticas, que fermentam a pectina; lipolíticas, que hidrolisam os triglicerídeos; ureolíticas, que hidrolisam a ureia e liberam amônia; metanogênicas, que sequestram o CO₂ e H₂ do rúmen e produzem metano; e lácticas, que utilizam o ácido láctico como substrato energético.

Alterar o tamanho de moagem do grão pode causar alterações na composição da microbiota ruminal, afetando a taxa de fermentação e a formação de produtos finais, e conseqüentemente a composição do conteúdo ruminal e digesta que chega ao abomaso. Conseqüentemente, os efeitos dos diferentes tamanhos de moagem dos grãos devem ser devidamente avaliados sob perspectiva holística, visando obter melhor equilíbrio entre a fisiologia animal, bem-estar e critérios econômicos de produção (Andrés et al., 2018).

Os processamentos dos grãos melhoram a digestibilidade do amido, aumentando a fermentação ruminal e a disponibilidade de energia para a microbiota e, portanto, aumenta a população de protozoários no rúmen. Sabe-se que os protozoários são responsáveis por 45% da atividade amilolítica no rúmen (Oliveira et al., 2015).

Os protozoários ruminais podem contribuir com 40 a 50% da biomassa e da atividade enzimática no rúmen. E a presença no rúmen está relacionada com a digestibilidade da dieta, uma vez que dietas mais digestíveis elevam a presença de protozoários no rúmen, as

quais possuem papel fundamental na modulação da taxa de fermentação ruminal, favorecendo o equilíbrio no ecossistema ruminal e evitando disfunções metabólicas (Lima et al., 2012). Esses microrganismos exercem efeitos tamponantes sobre o pH ruminal, provavelmente pela capacidade de engolfar o amido, que seria fermentado imediatamente pelas bactérias (Dayani et al., 2007)

Recente pesquisa conduzida com o objetivo de estudar a granulação dos grãos de cereais em rações pelletizadas completas para ovinos em crescimento e seus efeitos na microbiota e fermentação ruminal evidenciou o tamanho do pélette influenciou na coloração do fluido ruminal, de forma que grãos de 2 mm em comparação com grãos de 6 mm resultou em cor mais escura da mucosa ruminal e estrato córneo mais espesso. Além disso foi evidenciado que a presença de bactérias no rúmen como *Prevotella* e *Quinella* foi aumentada na digesta de animais alimentados com a dieta de 2 mm e, uma mudança de bactérias celulolíticas para amilolíticas no rúmen dos cordeiros (Andrés et al., 2018).

Com isso, os pesquisadores acima respaldam que a adoção do tamanho de partícula os grãos a 6 mm, nas condições do estudo, é uma alternativa para reduzir a incidência de acidose ruminal em cordeiros em crescimento (Andrés et al., 2018).

Dijkstra et al. (2016), ao avaliar os efeitos da reidratação do milho e do sorgo sobre a população de enterobacteriaceae e características macroscópica e físico-químicas do líquido ruminal de ovinos, concluíram que a quantidade de enterobactérias não sofre influência em função do processamento e do tipo de grãos, contudo o tratamento sorgo grão moído seco proporcionou maior diversidade de enterobactérias no rúmen.

Logo, concluímos que a proporção de microrganismos depende da composição e processamento da dieta, visto que dietas que contém proporções maiores de determinado ingrediente processado influenciará na seleção e desenvolvimento de microrganismos que possuam preferência e habilidade de degradação do alimento.

Conclusão

Os grãos possuem um envoltório que dificultam o acesso ao endosperma, que é mais rico energeticamente. O processamento de grãos permite uma maior disponibilização do endosperma, aumentando a superfície de degradação e facilitando a atuação dos microrganismos, tendo assim um maior aproveitamento do alimento e, conseqüentemente, permitindo um melhor desempenho animal.

A microbiota ruminal é fortemente influenciada pelo tipo de dieta e, especialmente pelo processamento do grão.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano *Campus Ceres* e ao Caderno de Ciências Agrárias pela oportunidade de divulgar a referida revisão.

Referências

- ABIMILHO. 2006. Brasil: estimativa de consumo por segmento. [Apucarana], 2006. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatistica4.htm>. Acesso em: 26 abr. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>.
- Alonso, P. M.; Moraes, E. H. B. K.; Pina, D. S.; Pereira, D. H.; Hoffmann, A.; Sanson, R. M. M.; Wruck, F. J. 2013. Grão de milho em suplementos para terminação de bovinos de corte em sistema integração lavoura e pecuária. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 14(2): 350-361, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402013000200010>.
- Almeida Júnior, G. A.; Costa, C.; Monteiro, A. L. G.; Garcia, C. A.; Munari, D. P.; Neres, M. A. 2004. Desempenho, características de carcaça e resultado econômico de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(4): 1048-1059. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000400025>.
- Andrés, S.; Jaramillo, E.; Bodas, R.; Blanco, C.; Benvides, J.; Fernandés, P.; González, E. P.; Frutos, J.; Blenguer, A.; López, E.; Giráldez, F. J. 2018. Grain grinding size of cereals in complete pelleted diets for growing lambs: Effects on ruminal microbiota and fermentation. *Small Ruminant Research*, 159: 4438-4439. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.12.009>.
- Antunes, R. C.; Rodriguez, N. M.; Gonçalves, L. C.; Rodrigues, J. A. S.; Borges, I.; Borges, A. L. C. C.; Saliba, e. O. S. 2007. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas de endospermas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59: 1351-1354. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000500042>.
- Barros, L. M.; Facchinello, P. H. K.; Carli, R.; Emygdio, B. M. 2013. Efeito da época de semeadura sobre a produção de sorgo sacarino, na Região Sul do RS, na safra 2012/2013. In: Congresso de Iniciação Científica, 22º Encontro de Pós-graduação, Pelotas. Anais, Pelotas: UFPEL. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/981284/efeito-da-epoca-de-semeadura-sobre-a-producao-de-sorgo-sacarino-na-regiao-sul-do-rs-na-safra-20122013>.
- Batalha, C. D. A. 2015. Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em pastagem tropical. 2015, 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. Doi: [10.11606/D.11.2015.tde-16042015-154024](https://doi.org/10.11606/D.11.2015.tde-16042015-154024).
- Benatti, J. M. B.; Moraes, E. H. B. K.; Zervoudakis, J. T.; Araújo, C. V.; Cabral, L. S.; Junior, J. R.; De Carvalho, D. M. G. 2012. Fornecimento de grão de milho, inteiro ou triturado, em duas frequências de suplementação para bovinos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(4): 941-950. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000400016>.
- Bernardes, G. M. C.; Carvalho, S.; Pires, C. C.; Motta, J. H.; Teixeira, W. S.; Borges, L. I.; Fleig, M.; Pilecco, V. M.; Farinha, E. T.; Venturini, R. S. 2015. Consumo, desempenho e análise econômica da alimentação de cordeiros terminados em confinamento com o uso de dietas de alto grão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(6): 1684-1692. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-7934>.
- Bicudo, R. C.; Bicudo, T. C.; Colnago, L. A.; Lanças, F. M. 2006. Análise de zeínas do milho por LC-ESI-Q/TOF. Comunicado técnico 77 - EMBRAPA. São Carlos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/31547/analise-de-zeinas-alfa-do-milho-por-lc-esi-qtof>.
- Borges, C. A. A.; Ribeiro, E. L. A.; Mizubuti, I. Y.; Silva, L. D. F.; Pereira, E. S.; Zarpelon, T. G.; Constato, C.; Favero, R. 2011. Substituição de milho grão inteiro por aveia preta grão no desempenho de cordeiros confinados recebendo dietas com alto grão. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(supl.1): 2011-2020. Doi: [DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32Suplp2011](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32Suplp2011).
- Chandrashekar, A.; Mazhar, H. 1999. The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. *Journal of Cereal Science*, 30: 193-207.
- Dayani, O.; Ghorbani, G. R.; Alikhanib, M.; Rahmanib, H. R.; Mirc, P. S. 2007. Effects of dietary whole cottonseed and crude protein level on rumen protozoal population and fermentation parameters. *Small Ruminant Research*, 69: 36-45. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.12.007>.
- Dijkstra, D.; Batista, L. C.; Neto, R. F.; Godoy, M. M.; Pessoa, F. O. A. 2016. Enterobacteriaceae no rúmen de borregas alimentadas com grãos de milho e de sorgo submetidos a diferentes processamentos. *Caderno de Ciências Agrárias*, 8(2): 41-47. Disponível em: <https://seer.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2977/2165>.
- Fernandes, E. A.; Fagundes, N. S. 2011. Sorgo granífero na nutrição de frangos de corte. *Aveword*, 53: 66-75.
- Franzoni, A. P. S. 2012. Efeito do processamento do milho no desenvolvimento do rúmen, desempenho de bezerras e digestibilidade in vitro do grão. (Dissertação) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 140p. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-9BWKFX>.
- Furlan, F. H.; Mendes, E. R. S.; Ducatti, K. R. Marcon, G. C.; Dombrosky, T.; Amorim, T. M.; Riet-Correa, F. 2014. Intoxicação aguda por *Pteridium arachnoideum* e *Pteridium caudatum* em bovinos e distribuição das plantas em Mato Grosso. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(4). Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2014000400008>.
- Guimarães Júnior, R.; Gonçalves, L. C.; Jayme, D. G.; Pires, D. A. A.; Rodrigues, J. A. S.; Tomich, T. R. 2010. Degradabilidade in situ de silagens de milho em ovinos. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, 11: 334-343, abr./jun. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/7053/6837>.
- Hale, W. H. 1973. Influence of processing on the utilization of grain (starch) by ruminants. *Journal of Animal Science*, 37: 1075-1080.
- Hoffman, P. C.; Shaver, R. D. 2011. Grain quality: A dairy cow's perspective. p. 51-73. In: Wisconsin Crop Management Conference, 2011, Madison, Wisconsin. Proceedings... Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Extension. Disponível em: http://host.cals.wisc.edu/soilscienceextension/wp-content/uploads/sites/47/2014/02/2011_wcmc_proc.pdf#page=71.
- Huntington, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, 75(3): 852-867. Disponível em: https://profs.basu.ac.ir/alipour/free_space/starch%20utilization%20by%20ruminants%20from%20basics%20to%20the%20bunk.pdf

- Ítavo, C. C. B. F.; Morais, M. G.; Ítavo, L. C. V., Souza, A. R. D. L.; Davy, F. C. A.; Albertini, T. Z.; Costa, C.; Lempp, B.; Jobim, C. C. 2006. Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35: 655-664. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000300005>.
- Joy, M. T.; Depeters, E. J.; Fadel, J. G.; Zinn, R. A. 1997. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 80: 2087-2097. Doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76154-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76154-X).
- Kamra, D. N. 2005. Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, 89: 125-135. Disponível em: <http://www.iisc.ernet.in/currsci/jul102005/124.pdf>
- Kiran, D.; Mutsvangwa, T. 2007. Effects of barley grain processing and dietary ruminally degradable protein on Urea-nitrogen recycling and nitrogen metabolism in growing lambs. *Journal of Animal Science*, 85: 3391-3399. Doi: [10.2527/jas.2007-0081](http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0081)
- Lima, F. S.; Sá Filho, M. F.; Grego, L. F.; Santos, J. E. 2012. Effects of feeding rumen-protected choline on incidence of diseases and reproduction of dairy cows. *The Veterinary Journal*, 193: 140-145. Doi: [10.1016/j.tvjl.2011.09.019](http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.09.019).
- Mirzaei, M.; Khorvash, M.; Ghorbani, G. R.; Kazemi-Bonchenaria, M.; Ghaffari, M. H. 2017. Growth performance, feeding behavior, and selected blood metabolites of Holstein dairy calves fed restricted amounts of milk: No interactions between sources of finely ground grain and forage provision. *Journal of Dairy Science*, 100: 1086-1094. Doi: [10.3168/jds.2016-11592](http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11592).
- Mitaru, B. N.; Reichert, R. D.; Blair, R. 1984. Nutritive value of reconstituted sorghum grains for weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 58: 1211-1215. Doi: [10.2527/jas1984.5851211x](http://dx.doi.org/10.2527/jas1984.5851211x).
- Moura, A. M. 2013. Milho diferindo no processamento para vacas leiteiras em pastejo. 79f. Dissertação (Mestrado) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS ESCOLA DE VETERINÁRIA, Belo Horizonte. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-9BWKLK/disserta_o.pdf?sequence=1.
- Oliveira, J. S.; Zanine, A. M.; Santos, E. M. 2007. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal (Microbial diversity in the ecossistema ruminal). *Revista Electrónica de Veterinária*, 8: 1-12. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607/060703.pdf>
- Oliveira, L. S.; Mazon, M. R.; Carvalho, R. F.; Pesce, D. M. C.; Silva, S. L. Nogueira Filho, J. M. C.; Gallo, S. B.; Leme, P. R. 2015. Processamento do milho grão sobre desempenho e saúde ruminal de cordeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, 45(7): 1292-1298. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141068>.
- Owens, F. N.; Secrist, D. S.; Hill, W. J.; Gill, D. R. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 5(3): 868-879. Disponível em: [http://www1.foragebeef.ca/\\$Foragebeef/frgebeef.nsf/all/ccf15/\\$FILE/grainprocessingreview.pdf](http://www1.foragebeef.ca/$Foragebeef/frgebeef.nsf/all/ccf15/$FILE/grainprocessingreview.pdf)
- Paes, M. C. D. 2006. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. *Embrapa Milho e Sorgo*, 17. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>.
- Papalia, I. S.; Londero, P. M. G. 2015. Extração de zeína e sua aplicação na conservação dos alimentos. *Ciência Rural*, Santa Maria, 45: 552-559. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131649>.
- Pereira, M. L. R. 2012. Degradabilidade ruminal in vitro de grão Reidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Veterinária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/869>.
- Plascencia, A.; Zinn, R. A. 1996. Influence of flake density on the feeding value of steam-processed corn in diets for lactating cows. *Journal of Animal Science*, 74(2): 310-316. <https://doi.org/10.2527/1996.742310x>
- Reis, W.; Jobim, C. C.; Macedo, F. A. F.; Martins, E. N.; Cecato, U. 2001. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30: 1308-1315. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000500026>.
- Ribeiro, L. A. F. 2014. Dieta de grão inteiro – milho – em bovinos de corte em confinamento. (Trabalho de curso). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 30p. Disponível em: https://evz.ufg.br/up/66/o/DIETA_DE_GR%C3%83O_INTEIRO_-_MILHO_-_EM_BOVINOS_DE_CORTE_EM_CONFINAMENTO.pdf.
- Ribeiro, C. V. M.; Pires, A. V.; Susin, I.; Lima, L. G.; Mendes, C. Q.; Ferreira, E. M. 2004. Substituição do grão de milho pelo de milheto (*Pennisetum americanum*) na ração de vacas em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33: 1351-1359. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000500030>.
- Rooney, L.W.; Miller, F.R. 1982. Variation in the structure and kernel characteristics of sorghum. In: Rooney, L.W.; Murty, D. S. (eds.). *International Symposium On Sorghum Grain Quality, 1982, Patancheru – India. Proceedings...* Patancheru: ICRISAT, 143-162. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/12102813.pdf#page=151>.
- Santos, S. C. 2015. Características Nutricionais e Físicas do Milho com Diferentes Texturas e Tempos de Armazenamento. 2015, 115 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás Escola De Veterinária E Zootecnia Programa De Pós-Graduação Em Ciência Animal, Goiânia. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5180>.
- Theurer, C. B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, 63(5): 1649-1662.
- Theurer, C. B.; Huber, J. T.; Delgado-Elorduy, A.; Wanderley, R. 1999. Invited Review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 1950-1959. Doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75431-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75431-7).
- Valadares Filho, S. C.; Pina, D. S. 2011. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S. G. *Nutrição de ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal: Funep, p. 161-189.
- Valadares Filho, S. C.; Magalhães, K. A.; Rocha Jr, S. C. et al. 2006. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 239p. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/1905>.
- Vargas Junior, F. M.; Sanchez, L. M. B.; Wechsler, F. S.; Bianchini, W.; Oliveira, M. V. M. 2008. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(11): 2056-2062. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001100023>.
- Wong, J. H.; Lau, T.; Cai, N.; Singh J.; Pedersen J. F.; Vensel, W. H.; Hurkmanc, W. J.; Wilson, J. D.; Lemaux, P. G.; Buchanan, B. B. 2009. Digestibility of protein and starch in Sorghum (*Sorghum bicolor*) is linked to biochemical and structural features of grain endosperm. *Journal of Cereal Science*, 49(1): 73-82. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.07.013>.