

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso em Zootecnia

HUMBERTO GONZAGA SANTANA

**DIFERENTES GRANULOMETRIA DO GRÃO DE MILHO SOBRE
DEGRADABILIDADE *IN SITU* EM RÚMEM DE BOVINOS DE CORTE A PASTO**

COLORADO DO OESTE
2026

HUMBERTO GONZAGA SANTANA

**DIFERENTES GRANULOMETRIA DO GRÃO DE MILHO SOBRE
DEGRADABILIDADE *IN SITU* EM RÚMEM DE BOVINOS DE CORTE A PASTO**

Artigo científico entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia, sob a orientação do professor. Dr. Lucien Bissi da Freiria.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Santana, Humberto Gonzaga.

Diferentes granulometria do grão de milho sobre degradabilidade *in situ* em rúmem de bovinos de corte a pasto / Humberto Gonzaga Santana. - Colorado do Oeste, 2025.

14 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr Lucien Bissi da Freiria.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste, 2025.


1. Amido. 2. Digestibilidade. 3. Eficiência alimentar. 4. Suplementação. 5. Ruminantes. I. Freiria, Lucien Bissi da (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140


DIFERENTES GRANULOMETRIA DO GRÃO DE MILHO SOBRE DEGRADABILIDADE *IN SITU* EM RÚMEM DE BOVINOS DE CORTE A PASTO

Artigo científico entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia, sob a orientação do professor. Dr. Lucien Bissi da Freiria.


Aprovado em: 23/12/2025 pela banca examinadora

 Documento assinado digitalmente
LUCIEN BISSI DA FREIRIA
Data: 13/02/2026 16:56:57-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

Prof. Dr. Lucien Bissi da Freiria Orientador

 Documento assinado digitalmente
HENRIQUE GONCALVES REOLON
Data: 16/02/2026 17:29:11-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

Prof. Me. Henrique Gonçalves Reolon Membro 1

 Documento assinado digitalmente
RAPHAEL DOS SANTOS GOMES
Data: 17/02/2026 16:16:23-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

Prof. Dr. Raphael dos Santos Gomes Membro 2

DIFERENTES GRANULOMETRIA DO GRÃO DE MILHO SOBRE DEGRADABILIDADE *IN SITU* EM RÚMEM DE BOVINOS DE CORTE A PASTO

DIFFERENT CORN GRANULOMETRY ON IN SITU DEGRADABILITY IN THE RUMEN OF BEEF CATTLE ON GRASS

Humberto Gonzaga Santana¹

Lucien Bissi da Freiria²

RESUMO

Os sacos de TNT (tecido não tecido), com porosidade de 100 micras e dimensões de 10 × 19 cm, continham exclusivamente milho nas diferentes granulometrias previamente secado a 65 °C por 72 horas. Aproximadamente 10 g de cada amostra foram pesados em balança analítica e acondicionados individualmente nos sacos, que foram selados e armazenados em câmara fria até a incubação. Esses sacos foram introduzidos no rúmen dos animais (touro Nelore canulados) e incubados por diferentes tempos: 0, 1, 3, 5, 6, 12, 24, 48 e 96 horas, conforme protocolo experimental. Durante o período do experimento, os animais receberam uma dieta baseada em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com suplementação concentrada isonitrogenada (10 g/kg de peso corporal por dia), contendo grão de milho, farelo de soja, ureia e núcleo mineral, conforme detalhado na Tabela 1 do trabalho. Após os tempos de incubação, os sacos foram retirados do rúmen, imediatamente lavados em água corrente até que o líquido de lavagem estivesse claro. Em seguida, foram secos em estufa a 65 °C por 72 horas e, posteriormente, analisados quanto à perda de matéria seca. Os dados obtidos foram utilizados para calcular os parâmetros de degradabilidade conforme o modelo de Ørskov e McDonald (1979).

Palavras-chave: Amido, Digestibilidade, Eficiência alimentar, Suplementação, Ruminantes.

¹ Acadêmico do Curso de Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, 76.993-000, Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil. E-mail: humbertogonzaga11@gmail.com

² Prof. Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, 76993-000, Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil. E-mail: lucien.freiria@ifro.edu.br

ABSTRACT

The non-woven fabric (TNT) bags, with a porosity of 100 microns and dimensions of 10 × 19 cm, contained exclusively corn at different particle sizes, previously dried at 65 °C for 72 hours. Approximately 10 g of each sample were weighed on an analytical balance and individually placed in the bags, which were then sealed and stored in a cold chamber until incubation. These bags were introduced into the rumen of the animals (rumen-cannulated Nellore bulls) and incubated for different time intervals: 0, 1, 3, 5, 6, 12, 24, 48, and 96 hours, according to the experimental protocol. During the trial period, the animals were fed a diet based on *Urochloa brizantha* cv. Marandu pasture, along with an isonitrogenous concentrate supplement (10 g/kg of body weight per day) containing corn grain, soybean meal, urea, and mineral premix, as detailed in Table 1 of the study. After each incubation period, the bags were removed from the rumen and immediately washed under running water until the rinse water became clear. Subsequently, they were dried in a forced-air oven at 65 °C for 72 hours and later analyzed for dry matter loss. The data obtained were used to calculate degradability parameters according to the model proposed by Ørskov and McDonald (1979).

Keywords: Starch, Digestibility, Feed efficiency, Supplementation, Ruminants.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é amplamente utilizado na alimentação de ruminantes devido ao seu elevado teor energético, com destaque para o amido, principal fonte de energia fermentável no rúmen. No entanto, a eficiência da utilização desse nutriente pode variar de acordo com as características físicas do grão (OWENS et al., 1997).

No Brasil, a produção predominante é de milho de textura vítrea, caracterizado por alta densidade e dureza do endosperma, o que está associado a uma matriz proteica mais rígida que dificulta a digestão microbiana ruminal do amido (CORREA et al., 2002; CAETANO et al., 2015). Essa resistência estrutural torna a digestibilidade do milho brasileiro, de modo geral, inferior à de milhos de textura farinácea, como os produzidos nos Estados Unidos (CORONA et al., 2006; MCALLISTER et al., 2015; GOUVÊA et al., 2016).

Nos Estados Unidos, diversos estudos demonstram que a moagem do milho nem sempre proporciona melhorias significativas na digestibilidade do amido, especialmente devido à sua menor vitrosidade e maior fragilidade estrutural. No entanto, essa realidade pode ser distinta no contexto brasileiro, onde a dureza do grão impõe maior barreira física à ação dos microrganismos do rúmen (CAETANO et al., 2015). Diante disso, a redução do tamanho das partículas, por

meio de moagem em diferentes intensidades, pode representar uma alternativa eficaz para facilitar o acesso microbiano ao amido, aumentando, assim, sua taxa de degradação e o aproveitamento energético do alimento (MCALLISTER et al., 1993; OWENS & SODERLUND, 2007; FERRARETTO et al., 2013).

O presente estudo surge da necessidade de compreender como diferentes granulometrias do grão de milho influenciam sua degradabilidade ruminal *in situ* em bovinos de corte a pasto. Em regiões tropicais, como o Brasil, um maior aproveitamento do amido do grão de milho é fundamental para maximizar o desempenho animal em sistemas de produção com suplementação concentrada (REIS et al., 2011). A hipótese é que a moagem do grão, mesmo sem romper completamente a matriz proteica, pode aumentar a área de superfície de contato para ação dos microrganismos ruminais e favorecer a fermentação da fração solúvel do amido. Ou seja, o estudo busca evidenciar a relação entre o tamanho das partículas do milho e a eficiência da digestão ruminal, contribuindo para o entendimento de estratégias alimentares mais eficazes e adaptadas às condições brasileiras de produção.

Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes granulometrias do grão de milho na degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca em bovinos de corte a pasto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de transição das chuvas-secas na unidade de bovinocultura de corte (15°47'5" S, 56°04' W e 140 m acima do nível do mar) do Setor de Nutrição de Bovinos de Corte a Pasto da UFMT, de fevereiro de 2022 a maio de 2022. O clima é classificado como tropical (Aw no sistema internacional de Köppen), com temperatura máxima média de 32,8°C e temperatura mínima média de 19,7°C.

Foram utilizados cinco touros Nelores canulados no rúmen, com idade média de 26 meses e $467,8 \pm 32,8$ kg de peso corporal (PC), para avaliar os efeitos da variação da granulometria do grão de milho moído sobre a digestibilidade *in situ* no rúmen. O experimento foi conduzido em conformidade com as normas de ética em experimentação animal, sendo aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da IFRO – Instituto Federal, Ciência e Tecnologia de Rondônia Campus Colorado do Oeste, os animais do atual trabalho foram

distribuídos em um delineamento quadrado latino 5 x 5 (cinco tratamentos x cinco períodos). O período experimental teve duração de 95 dias, dividido em cinco períodos de 19 dias cada. Cada período consistiu em 15 dias para adaptação ao suplemento e 4 dias para coleta de amostras.

Inicialmente, os animais foram pesados, identificados, tratados contra ectoparasitas e endoparasitas com aplicação de ivermectina (Ivomec; Merial, Paulínia, Brasil) e distribuídos em cinco piquetes de 0,24 hectares cada. Cada piquete era provido de bebedouros, cochos e forragem composta por *Urochloa brizantha* cv. Marandu, utilizada como base forrageira.

Durante o período experimental, os animais receberam suplementação concentrada, fornecida diariamente às 10h, na proporção de 10 g por kg de peso corporal. O suplemento era isonitrogenado, formulado para conter aproximadamente 22% de proteína bruta (PB), com previsão de ganho de peso médio de 1 kg/animal/dia. A composição incluía grão de milho moído, farelo de soja, ureia e núcleo mineral, conforme apresentado na Tabela 1. O fornecimento foi individualizado por piquete, garantindo o acesso uniforme à suplementação.

Esse manejo visou garantir adequado aporte nutricional, possibilitando avaliação isolada dos efeitos da granulometria do grão de milho sobre a digestibilidade ruminal, sem interferência de deficiências proteicas ou energéticas.

Avaliou-se diferentes granulometria de grão de milho moído em bovinos de corte a pasto, sendo utilizado um delineamento em quadrado latino com 5 tratamentos, sendo estes: 1-Grão inteiro (tamanho geométrico médio de partícula de 6.262 μm); 2-Grão moído grosso (2.882 μm); 3-Grão moído médio grosso (1.011 μm); 4-Grão moído médio fino (621 μm); 5-Grão moído fino (320 μm), e 5 repetições por tratamentos. A geometria média do grão de milho foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Yu et al. (1998).

Os grãos de milho foram moídos em moinho tipo martelo com diferentes peneiras, em que o grão de milho moído grosso, não se utilizou peneira no moinho para realizar a moagem, já o grão de milho moído médio grosso se utilizou um peneira com crivo de 10 mm, enquanto que o grão de milho moído médio fino se utilizou um peneira com crivo de 3 mm, e por fim, o grão de milho moído fino se utilizou um peneira com crivo de 0,5 mm.

Em cada período experimental, os animais recebiam um suplemento concentrado fornecido na quantidade de 10 g/kg de peso corporal, diariamente às

10h. Os suplementos foram formulados para serem isonitrogenados, com teores de PB de aproximadamente 22%, com estimativa de ganho de peso de 1kg/animal/dia (Valadares Filho et al., 2016). A proporção dos ingredientes, a composição química dos suplementos concentrados e da forragem são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulação e composição química dos suplementos e composição química da forragem durante os períodos experimentais (base g/kg de MS)

Ingredientes	Suplemento (g/kg MS)
Grão de milho	715,7
Farelo de soja	242,8
Ureia	20,9
Núcleo mineral ¹	20,3

Composição Química	
NDT	79,2
PB	22,1

Período Experimental	1º	2º	3º	4º	5º
Massa de forragem (kg/ha)	3.605,2	3.628,3	3.534,8	3.693,4	3.610,2
MS (g/kg)	260,25	268,56	294,11	324,75	327,06
MO (g/kg de MS)	911,6	914,8	921,2	916,5	926,9
PB (g/kg de MS)	123,4	126,1	116,1	105,8	105,9
FDN (g/kg de MS)	609,0	623,5	639,5	673,3	683,3

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Núcleo mineral (por kg): 198 g de cálcio; 60 g de fósforo; 117 g de sódio; 5,1 g de magnésio; 12,6 g de enxofre; 17,7 mg de iodo; 425 mg de ferro; 10,4 mg de selênio; 80 mg de cobalto; 527 mg de manganês; 600 mg de flúor; 1.000 mg de cobre; 3.000 mg de zinco.

MS – Matéria seca; MO – Matéria orgânica; PB – Proteína bruta; FDN – Fibra em detergente neutro.

Durante o experimento, os animais receberam suplementação concentrada na proporção de 10 g/kg de peso corporal, oferecida diariamente às 10h. A formulação dos suplementos foi isonitrogenada, com aproximadamente 22,1% de proteína bruta (PB) e 79,2% de nutrientes digestíveis totais (NDT), visando um ganho médio diário estimado de 1 kg por animal. O suplemento era composto por grão de milho (71,57%), farelo de soja (24,28%), ureia (2,09%) e núcleo mineral (2,03%). Este núcleo continha, por quilograma: 198 g de cálcio, 60 g de fósforo, 117 g de sódio, 5,1 g de magnésio, 12,6 g de enxofre, 17,7 mg de iodo, 425 mg de ferro, 10,4 mg de

selênio, 80 mg de cobalto, 527 mg de manganês, 600 mg de flúor, 1.000 mg de cobre e 3.000 mg de zinco.

Tabela 2 - Formulação e composição química dos suplementos e composição química da forragem durante os períodos experimentais (base g/kg de MS)

Ingredientes Suplemento	g/kg MS				
Grão de Milho ³	715,7				
Farelo de soja	242,8				
Ureia	20,9				
Núcleo Mineral ²	20,3				
Composição Química					
NDT	79,2				
PB	22,1				
	Períodos Experimentais				
Forragem ³	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o
Massa de forragem (kg/ha)	3.605,2	3.628,3	3.534,8	3.693,4	3.610,2
MS (g/kg)	260,25	268,56	294,11	324,75	327,06
MO (g/kg de MS)	911,6	914,8	921,2	916,5	926,9
PB (g/kg de MS)	123,4	126,1	116,1	105,8	105,9
FDN (g/kg de MS)	609,0	623,5	639,5	673,3	683,3

¹ Granulometria de grão de milho moído: Grão inteiro (tamanho geométrico médio de partícula, 6.262 µm); Grão moído grosso (2.882 µm, CG); Grão moído médio grosso (1.011 µm, MG); Grão moído médio fino (dgw, 621 µm, FG); Grão moído fino (320 µm, FG).² Núcleo Mineral (g/kg ou mg/kg): 198g de cálcio; 60g de fósforo; 117g de sódio; 5,1g de magnésio; 12,6g de enxofre; 17,7mg de iodo; 425mg de ferro; 10,4mg de selênio; 80mg de cobalto; 527mg de manganês; 600mg de flúor; 1.000mg de cobre e 3.000 mg de zinco. ³ MS – matéria seca; MO – Matéria Orgânica, PB – Proteína Bruta; FDN – fibra insolúvel em detergente neutro;

O ensaio de degradabilidade *in situ* foi realizado segundo Mehres & Ørskov (1977). Utilizaram-se sacos de Nylon (tecido não tecido), com porosidade de 100 micras, medindo 10,0x19,0 cm que abrigaram cerca de 10 g das amostras dos grãos de milho moído de acordo com a granulometrias avaliadas, previamente secadas em estufa a 65°C por 72 horas. Os sacos foram pesados em balança analítica de precisão e, após serem selados, foram armazenados em câmara fria até o momento do uso. Os sacos foram incubados no rúmen dos animais em diferentes tempos de permanência: 0, 1, 3, 5, 6, 12, 24, 48 e 96 horas, sendo utilizados três sacos (triplicata) por tempo avaliado. Todos os sacos referentes a um mesmo período experimental foram introduzidos simultaneamente no rúmen de cada animal e retirados de forma sequencial, de acordo com o tempo de incubação previamente determinado para cada grupo. Essa abordagem permitiu a retirada dos sacos em momentos distintos, respeitando os intervalos de incubação, conforme metodologia *in situ* estabelecida por Mehrez e Ørskov (1977).

Ao serem retirados do rúmen, os sacos foram lavados em água corrente até que o líquido de lavagem se tornasse incolor. Em seguida, foram levados à estufa com ventilação forçada, a 65 °C, por 72 horas, para posterior pesagem e determinação da perda de matéria seca (MS), utilizada como base para a análise bromatológica. A análise considerou os teores de matéria seca residual para o cálculo da degradabilidade.

A degradabilidade no tempo zero foi determinada submergindo-se os sacos em um recipiente com água a 39 °C por 15 minutos, conforme descrito por Cummins et al. (1983). Os dados de degradabilidade foram ajustados utilizando o modelo matemático proposto por Ørskov e McDonald (1979):

$$P = a + b(1 - e^{-ct}),$$

em que:

- **P** = degradação da matéria seca ao tempo t,
- **a** = fração solúvel e rapidamente degradável,
- **b** = fração potencialmente degradável,
- **c** = taxa de degradação da fração b,
- **t** = tempo de incubação (h).

A partir desse modelo, foram calculadas a degradabilidade da fração solúvel, da fração potencialmente degradável e a taxa de degradação (%/h), conforme Ørskov et al. (1980).

Para análise amostras de grão de milho, ingredientes dos suplementos concentrados, amostras de forragem, foram moídas em um moinho tipo Wiley (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ) em uma peneira de 1 mm para análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), e nitrogênio usando o Kjeldahl de acordo com AOAC (1995). A proteína bruta foi calculada como a porcentagem de N na amostra multiplicada por 6,25. E as análises de fibra insolúvel em detergente neutro de acordo com Detmann et al. (2012).

Os dados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 1985), sendo verificada a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento General Linear Models (PROC GLM) e as médias comparadas pelo teste de Contraste. Adotou-se um nível de significância de 5% para os parâmetros analisados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A redução da granulometria do milho de grão inteiro (6.262 μm) para grão moído fino (320 μm) proporcionou um aumento ($P < 0,05$) na degradação da fração solúvel da matéria seca do grão de milho, enquanto a degradação da fração potencialmente degradável ($P > 0,05$) não foi alterada pelas diferentes granulometrias do grão de milho (Tabela 2). Enquanto a taxa de degradação (%/h) foi aumentada ($P < 0,05$) de acordo com a redução do tamanho da granulometria do grão de milho (Tabela 3).

Tabela 3 - Degradabilidade ruminal in situ em bovinos de corte de grão de milho sob diferentes granulometrias

Granulometria do grão de milho	a (g/g) ¹	b (g/g) ²	k (%/h) ⁴
320 μm	0,270 ^a	0,665	0,041 ^a
621 μm	0,208 ^b	0,698	0,034 ^{ab}
1.011 μm	0,145 ^c	0,764	0,025 ^b
2.882 μm	0,085 ^d	0,634	0,024 ^{bc}
6.262 μm	0,017 ^e	0,427	0,006 ^c
EPM	0,0123	0,637	0,0259

¹ a – fração solúvel

² b - degradação da fração potencialmente degradável;

³ k – taxa de degradação %/h. EPM – Erro Padrão da Média. Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de estimate a 5% de probabilidade.

A redução da granulometria do milho, do grão inteiro (6.262 μm – tratamento 1) para o grão moído fino (320 μm – tratamento 5), proporcionou um aumento significativo ($P < 0,05$) na degradabilidade da fração solúvel da matéria seca do grão de milho. Por outro lado, a degradabilidade da fração potencialmente degradável (b) não apresentou variação significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3), possivelmente em razão da resistência da matriz proteica do endosperma do milho, que mesmo com a moagem, mantém parte de sua estrutura intacta, limitando o acesso microbiano completo à fração b.

A taxa de degradação da fração potencialmente degradável (k), expressa em %/h, aumentou significativamente ($P < 0,05$) à medida que o tamanho das partículas foi reduzido, indicando maior velocidade de fermentação ruminal. Além disso, a fração indegradável da matéria seca foi calculada pela diferença entre 1 e a soma das frações a + b, evidenciando que o processamento do milho contribui para a redução dessa fração não aproveitável.

A redução da granulometria do grão de milho promoveu aumento significativo na taxa de degradação da fração solúvel da matéria seca, conforme evidenciado

neste estudo. Essa resposta está associada à maior exposição da superfície do grão à ação dos microrganismos ruminais. Segundo McAllister et al. (2015), a digestão do amido no rúmen depende fortemente do acesso físico das bactérias à estrutura do grão, sendo que grãos com matriz proteica mais resistente, como os de grão de milho vítreo, requerem maior ruptura física para favorecer sua fermentação. Assim, a moagem mais fina aumenta o número de partículas e a área de superfície disponível, facilitando a penetração dos microrganismos.

A cada 19 dias, a altura média do pasto foi medida aleatoriamente por meio da leitura de 25 pontos de amostragem em cada piquete com o auxílio de uma régua graduada em centímetros (Barthram, 1985). A massa de forragem em cada piquete foi estimada para cada período (19 dias).

De acordo com altura média do pasto, foram amostradas a disponibilidade de massa de forragem, com corte acima de 5 cm, numa área de 0,25 m², com três amostragens. As amostras coletadas foram secas em estufa de ar forçado de 55 °C por 72 h. Os pesos secos dessas amostras foram multiplicados pela área do piquete para estimar a massa de forragem. Posteriormente, todas as amostras coletadas foram enviadas ao Laboratório para posterior análise da composição química.

Corroborando esses resultados, Alves et al. (2020) relataram que a moagem do grão de milho com granulometria inferior a 1.000 µm aumentou significativamente a digestibilidade in vitro, devido à ruptura parcial da matriz proteica que envolve o amido. No presente estudo, observou-se que grãos com tamanho médio de 320 µm apresentaram maior degradabilidade da fração solúvel ($a = 0,270$), comparados ao grão inteiro ($a = 0,017$), demonstrando a eficácia do processamento físico. Embora o processo de moagem não promova alterações químicas no grão, como ocorre na reidratação ou a floculação, ele possibilita maior aproveitamento do amido contido no endosperma (FERRARETTO et al., 2013).

Adicionalmente, Owens & Soderlund (2007) destacaram que a taxa de degradação do amido (%/h) também é positivamente influenciada pela redução do tamanho de partícula. Essa tendência foi confirmada neste estudo, no qual a taxa de degradação (k) aumentou de 0,006%/h no grão inteiro para 0,041%/h no grão moído fino.

A melhoria na velocidade de digestão permite maior sincronização entre oferta de energia e disponibilidade de nitrogênio no rúmen, o que pode potencializar a síntese de proteína microbiana e o desempenho animal (COLE et al., 1976;

SCHWANDT et al., 2016). Portanto, mesmo que a fração potencialmente degradável (b) não tenha sofrido alterações expressivas, a eficiência da degradação foi ampliada.

Esse resultado pode estar relacionado, em parte, a limitações inerentes à metodologia empregada. A técnica **in situ**, apesar de amplamente utilizada, não reproduz integralmente os efeitos físicos da mastigação e da ruminação sobre o alimento, uma vez que os sacos utilizados restringem a ação mecânica direta dos dentes e da ruminação, limitando a fragmentação adicional das partículas do grão no rúmen.

Além disso, mesmo quando o processamento físico do milho é realizado de forma mais intensa, ele não possui capacidade de romper completamente a matriz proteica que envolve os grânulos de amido, característica especialmente marcante em grãos de milho de maior vitrosidade. Dessa forma, o efeito do processamento tende a se concentrar principalmente na redução do tamanho das partículas e no aumento da área de contato com os microrganismos ruminais, o que favorece a elevação da taxa de degradação, conforme observado neste estudo, sem promover alterações significativas na fração potencialmente degradável (OWENS et al., 1997). O milho cultivado no Brasil, caracterizado por maior vitrosidade, apresenta desafios adicionais quanto à digestibilidade, exigindo práticas de processamento mais intensas (CAETANO et al., 2015).

A moagem fina demonstrou ser particularmente eficiente para contornar a resistência estrutural imposta pela matriz proteica do grão, facilitando a ação dos microrganismos ruminais sobre o amido. Essa constatação é especialmente relevante para sistemas tropicais de produção a pasto, onde a suplementação energética precisa ser otimizada para garantir bons índices de desempenho animal (REIS et al., 2011).

Por fim, é importante destacar que o efeito do processamento físico sobre o grão de milho é especialmente relevante em sistemas tropicais, como o brasileiro, em que os grãos apresentam alta vitrosidade. Em estudos com bovinos confinados e a pasto, Passini et al. (2004) e Filho et al. (2024) demonstraram que o uso de grão de milho moído fino aumenta a digestibilidade e o ganho de peso, o que reforçam a aplicabilidade dos resultados obtidos nesta pesquisa, que evidenciam que a moagem adequada do grão de milho pode ser uma estratégia nutricional viável para aumentar a eficiência alimentar em bovinos de corte sob pastejo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A granulometria do grão de milho exerce influência direta sobre a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca em bovinos de corte mantidos a pasto. A redução do tamanho das partículas, por meio da moagem progressiva, promove aumentos significativos na fração solúvel degradada e na taxa de degradação (%/h), mesmo sem alterar a fração potencialmente degradável.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. F. L. et al. Digestibilidade *in vitro* do milho em função do grau de processamento do grão. **Universidade Federal de Mato Grosso**, 2020.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16. ed. Arlington, **VA: AOAC International**, 1995.

BARTHAM, G. T. Experimental techniques: The HFRO sward stick. In: THE HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. Biennial report 1984/1985. **Penicuik, Scotland: Hill Farming Research Organization**, 1985. p. 29–30.

CAETANO, M. et al. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nelore-based cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 4023–4033, 2015.

COLE, N. A. et al. Influence of roughage level and corn processing method on microbial protein synthesis by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 497, 1976.

CORONA, L.; OWENS, F. N.; ZINN, R. A. Impact of corn vitreousness and on-site processing and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3020–3031, 2006.

CORREA, C. E. S. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal *in situ* starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 3008–3012, 2002.

DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: **Suprema**, 2012.

FERRARETTO, L. F.; CRUMP, P. M.; SHAVER, R. D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting methods on milk intake, digestion, and milk production: a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 533–550, 2013.

FILHO, F. A. P. et al. Efeito do método de processamento da silagem de grãos de milho duro reidratados no desempenho de acabamento de mestiços touro Angus x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 53, e20230140, 2024.

GOUVÊA, V. N. et al. Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 665–677, 2016.

ÍTAVO, L. C. V. et al. Fontes de amido não concentradas de bovinos superprecoces de diferentes classes sexuais. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 1129–1138, 2014.

JÚNIOR, F. M. V. et al. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 2056–2062, 2008.

MCALLISTER, T. A. et al. Starch type, structure and ruminal digestion. **Canadá: Agricultura e Agroalimentação**, 2015.

MCALLISTER, T. A. et al. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 205–212, 1993.

ØRSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D.; MOULD, F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. **Producción Animal Tropics**, v. 5, p. 213–233, 1980.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, p. 499–503, 1979.

OWENS, F. N. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 868–879, 1997.

OWENS, F. N.; SODERLUND, S. Ruminal and postruminal starch digestion by cattle. In: **Proceedings of the Cattle Grain Processing Symposium**, Tulsa, Oklahoma. Disponível em: http://beefextension.com/proceedings/cattle_grains06/06-17.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025. p. 30–41.

PASSINI, R. et al. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 271–276, 2004.

REIS, R. A. et al. Semi-confinamento para produção intensiva de bovinos de corte. In: ZERVOUDAKIS, J. T. et al. **I Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte – I SIMBOV MT**. Cuiabá: [s.n.], 2011. v. 1, p. 195–221.

SCHWANDT, E. F. et al. The effects of dry-rolled corn particle size on performance, carcass traits, and starch digestibility in feedlot finishing diets containing wet distiller's grains. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 1194–1202, 2016.

SILVA, S. C. FILHO et al. Nutrient requirements of zebu and crossbred cattle – BR-CORTE. **3. ed. Viçosa: UFV – Departamento de Zootecnia**, 2016.

YU, P. et al. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 777–783, 1998.