**Universidade Federal de Viçosa**

**Departamento de Zootecnia**

# Relatório Técnico Final

Substituição de milho seco moído por milho reidratado ou milho de alta humidade com elevado teor de vitreosidade para vacas leiteiras em lactação

Bernardo Magalhães Martins

Polyana Pizzi Rotta

Alex Lopes da Silva

**Viçosa**
**Abril de 2024**

# SUMÁRIO

INTRODUCÃO ..... 2
MATERIAL E MÉTODOS ..... 4
Animais, Dietas e Delineamento experimental ..... 4
Processamento do grão de milho ..... 5
Amostragem ..... 5
Análises laboratoriais ..... 8
Análise estatística ..... 9
RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 9
Consumo, Produção e composição do leite ..... 9
pH ruminal, AGV e digestibilidade ..... 11
Excreção de ureia, síntese de proteína microbiana e eficiência microbiana ..... 12
Metabólitos sanguíneos ..... 12
Detecção de micotoxinas ..... 12
Respostas gerais e perspectivas ..... 13
AGRADECIMENTOS ..... 15
REFERÊNCIAS ..... 15
TABELAS E FIGURAS ..... 21

## INTRODUCÃO

O grão de milho desempenha um papel crucial como fonte de energia primária nas dietas de vacas leiteiras confinadas. É encapsulado pelo pericarpo, composto principalmente de hemicelulose, celulose, lignina e proteínas (Santiago-Ramos et al., 2018). Na sua forma integral, o grão de milho apresenta uma resistência significativa à degradação bacteriana e enzimática (Kang et al., 2021). Imediatamente abaixo do pericarpo encontra-se uma fina camada conhecida como aleurona, que tem a função de armazenar minerais e enzimas (Holmes et al., 2019). A maior parte do grão consiste no endosperma, constituindo aproximadamente 83%, que pode ser endosperma vítreo (duro) ou farináceo (macio), com a proporção variando com base na genética híbrida (Singh et al., 2014). Finalmente, a secção germinativa contém o embrião, caracterizado por um elevado teor de gordura e proteína (Holmes et al., 2019). No contexto das vacas leiteiras, o principal componente do grão de milho é o endosperma, rico em amido. A digestão do amido fornece precursores de glicose cruciais para a síntese de lactose na glândula mamária, facilitando a produção de leite (Allen e Piantoni, 2014).

Os métodos de processamento mecânico do grão de milho podem ser classificados em técnicas térmicas e não térmicas, ambas destinadas a quebrar o pericarpo e a aumentar a digestibilidade (Kang et al., 2021). Processos como a moagem, a laminação e a ensilagem do grão desempenham um papel fundamental na influência da velocidade e do local de digestão dos nutrientes, induzindo assim alterações na eficiência da energia derivada do amido (Nunes et al., 2020).

Em determinadas regiões agrícolas, particularmente em áreas tropicais específicas, a janela de colheita de grãos de alta umidade é estreita e muitas vezes coincide com o período de chuvas intensas (Ferraretto et al., 2018). Nesses casos, a utilização do grão de milho reidratado (**RGC**) apresenta-se como uma alternativa intrigante (Castro et al.,

2019). No entanto, é importante notar que a silagem de RCG pode apresentar menor digestibilidade ruminal e total do amido em comparação com a silagem de grãos de milho naturalmente de alta umidade (**HMC**). Isto é atribuído ao maior teor de prolamina na silagem reidratada (Ferraretto et al., 2013). A ensilagem de grãos de milho de humidade natural envolve a colheita do grão numa fase anterior, quando é mais jovem e possui menor teor de prolamina. Essas práticas equilibram efetivamente baixos custos com alta qualidade nutricional ao longo do processo de armazenamento (Weiss, 2019). Em ambos os casos, o processo de fermentação durante a produção de silagem decompõe as prolaminas no grão, complementado por uma resposta positiva na produção de leite dos animais (Arcari et al., 2016).

A utilização combinada de técnicas de processamento de grãos de milho, como a colheita antecipada de grãos e a laminação, não está amplamente documentada na literatura. Embora os estudos tenham destacado seus efeitos positivos na digestibilidade dos grãos, fermentação ruminal e digestão da fibra (Ferraretto et al., 2018), há uma lacuna notável na pesquisa com foco no impacto combinado desses métodos de processamento no desempenho produtivo de vacas leiteiras. Notavelmente, há uma escassez de literatura avaliando as três formas de milho: moído seco, reidratado e laminado com alta umidade, utilizando o mesmo híbrido de milho vítreo. A nossa hipótese é que o HMC apresentaria uma maior digestibilidade em comparação com o milho seco moído (**DGC**) e o RGC, levando a um melhor desempenho produtivo das vacas leiteiras. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da substituição de DGC por silagem de RGC ou HMC na ingestão e digestibilidade de nutrientes, produção e composição do leite, síntese microbiana, perfil de fermentação ruminal e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras em lactação.

# MATERIAL E MÉTODOS

## *Animais, dietas e delineamento experimental*

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no uso de animais, Brasil (Protocolo 60/2020) e foi conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasil.

Nove vacas leiteiras da raça Holstein, seis canuladas e três não-canuladas, com um peso corporal médio inicial de 639,1 ± 15,07 kg, uma produção de leite de 30,4 ± 1,58, uma ordem de parto de 2,0 ± 0,50 e dias em lactação de 99,7 ± 10,70, foram blocadas com base na produção de leite e nos dias em lactação. Em seguida, foram distribuídas aleatoriamente por uma sequência de tratamentos num esquema de quadrado latino 3×3 replicado. As vacas foram alojadas em baias individuais com 12,7 m² por vaca, tiveram livre acesso a água e foram alimentadas com TMR experimental três vezes por dia às 07:00, 15:00 e 21:00 h até 110% do consumo real de ração do dia anterior. Foram mantidos registos diários do peso dos alimentos oferecidos e recusados para todas as vacas. A ordenha era realizada três vezes ao dia, às 06:30, 14:30 e 20:30 horas, sendo as vacas levadas para a sala de aspersão 30 minutos antes da ordenha para o processo de resfriamento.

Foram avaliados três tratamentos no estudo: 1) dieta de controle com concentrado à base de DGC; 2) substituição do DGC por silagem de RGC e 3) substituição do DGC por silagem de HMC. Os demais componentes da dieta foram silagem de milho, feno de Tifton, farelo de soja, caroço de algodão integral, calcário, bicarbonato de sódio, óxido de magnésio, sal, adsorvente de micotoxinas e premix mineral (Tabela 1). As dietas foram formuladas para atender às especificações de 17,5% de PB, 22% de amido e 4,6% de extrato etéreo. Além disso, as dietas foram concebidas para atingir uma

produção de 30 kg/d de produção de leite de acordo com as orientações do NASEM (2021). Cada período experimental teve a duração de 28 d, sendo os 14 d iniciais dedicados à adaptação das vacas e os 14 d subsequentes destinados à coleta de dados e amostras.

***Processamento do grão de milho***

O estudo foi realizado utilizando o mesmo híbrido de milho para todos os tratamentos (híbrido LG 76799; Limagrain, Goiás, Brasil), que apresentou uma vitreosidade média de 88% (Dombrink-Kurtzman e Bietz, 1993). Os grãos foram processados em um moinho de rolos 350 S2 (Murska®, Ylivieska, Finlândia) acionado por um trator e posteriormente ensilados em tanques de polietileno com capacidade de 500 L, capazes de armazenar aproximadamente 500 kg de RGC ou HMC. O moinho de rolos, equipado com um motor de 15 kW, tinha uma capacidade de 5 t/h para grãos húmidos, necessitando de 30-40 HP de energia. Para evitar o desenvolvimento de bactérias e fungos, foi utilizado um inoculante composto por ácido propiônico (90,5%; Lupro-Grain®, BASF S.A., São Paulo, Brasil), na dose de 5 L/ton. A densidade média dos silos foi de 1100 kg/m³.

Grãos secos do mesmo híbrido (LG 36799) foram utilizados para os tratamentos RGC e DGC, com os detalhes na Tabela 2. Os grãos foram moídos com um moinho Wiley (peneira de 3 mm) com uma umidade de 12%. Para o tratamento RGC, foi adicionada água para atingir um nível de umidade de 40%. Foi utilizado um inoculante composto por ácido propiônico (90,5%; Lupro- Grain®, BASF S.A., São Paulo, Brasil) para evitar o desenvolvimento de bactérias e fungos, aplicado na dose de 5 L/ton. Os silos para o RGC tinham uma densidade de 1100 kg/m³. Tanto o HMC quanto o RGC foram armazenados por 258 d antes da abertura inicial.

***Amostragem***

Nos dias 15 e 17 de cada período experimental, amostras de leite foram coletadas de cada vaca (350 mL) durante cada sessão de ordenha usando um medidor de fluxo eletrônico de ordenha mecânica (GEA Westfalia Surge do Brasil, GEA Farm Technologies do Brasil, Indústria e Comércio de Equipamentos Agrícolas e Pecuários Ltda, Jaguariuna, São Paulo, Brasil). Este processo foi realizado durante três dias consecutivos e as amostras foram depois analisadas quanto ao teor de gordura, proteína e lactose, utilizando um analisador de leite ultrassónico Lactoscan S LP (Milkotronic LTD, Nova Zagora, Bulgária). Cada hora de ordenha foi analisada separadamente para todos os parâmetros e depois foi calculada a média.

As amostras de forragens, ingredientes concentrados, RGC, HMC e TMR foram coletadas do d18 ao d21 de cada período experimental e armazenadas a -20°C até a análise. Ao longo do experimento, três lotes de misturas de concentrado foram preparados para cada tratamento, e ingredientes individuais de concentrado foram coletados a cada vez. As amostras de concentrado foram obtidas na fábrica de rações e armazenadas a -20°C até à análise. Todas as amostras de ração foram secas a 55°C numa estufa de ar forçado durante 72 h e posteriormente moídas através de um crivo de 1 e 2 mm utilizando um moinho Wiley (modelo 3; Arthur H. Thomas Co., Philadelphia, PA).

As amostras de fezes foram colhidas durante quatro dias consecutivos, do d18 ao d20 de cada período, diretamente do reto do animal. Posteriormente, as amostras foram colocadas num recipiente de alumínio, secas numa estufa de ventilação forçada (55°C durante 72 h) e processadas num moinho de facas com crivos de 1 e 2 mm, utilizando um moinho Wiley (modelo 3; Arthur H. Thomas Co., Filadélfia, PA). As amostras compostas foram criadas em proporção ao peso seco total de cada dia de coleta.

O fluxo da digesta ruminal foi determinado por amostragem da digesta omasal, em que, cinco dias antes da amostragem efetiva, 6,0 g/d de Co-EDTA foram introduzidos no rúmen através da cânula ruminal de 4 em 4 horas durante 5 dias, com início 3 dias antes da amostragem. Foram realizadas seis coletas de digesta omasal em intervalos de 9 horas, utilizando a técnica adaptada desenvolvida por Huhtanen et al. (1997), resultando em três dias de coleta por período experimental. O fluxo da digesta omasal foi estimado utilizando a técnica de digestão desenvolvida por Faichney (1975) com um sistema de duplo marcador, este sistema envolveu o uso de cobalto como marcador da fase líquida e FDN indigestível (FDNi) como marcador da fase particulada, com medidas em diferentes estágios da digestão. O acondicionamento das amostras e a amostragem composta para cada animal seguiram a metodologia descrita por Rotta et al. (2014). Para analisar a fermentação ruminal, amostras de conteúdo ruminal foram coletadas no d21 de cada período experimental, através da cânula ruminal. O pH foi medido com um pHmetro (Tecnal Tec-3MP, Piracicaba, São Paulo, Brasil), e uma amostra de conteúdo ruminal foi armazenada a -20°C para posterior análise de AGV.

Foram coletadas amostras de sangue de todas as vacas no d25 através de veias da cauda aproximadamente 4 h após a alimentação no último dia de cada período experimental. Foram utilizados tubos com ativador de coagulação e gel separador de soro (BD Vacutainer®, Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, NJ). Tubos com ativador de coágulo e fluoreto de sódio (BD Vacutainer® Fluorinated/EDTA, São Paulo, Brasil) foram utilizados para quantificar a concentração plasmática de glicose. A avaliação do escore de condição corporal no d25 utilizou o método descrito por Ferguson et al. (1994), com média de três avaliadores treinados, obtida no mesmo dia em que as vacas foram pesadas com fita métrica (Enevoldsen e Kristensen, 1997).

O procedimento de esvaziamento total do rúmen foi realizado aos d26 e d28 para estimar as taxas de passagem e de digestão (Allen e Linton, 2007). No dia 26, 4 horas após a alimentação e no dia 28, imediatamente após o fornecimento de ração às vacas para representar o conteúdo ruminal máximo e mínimo, todo o conteúdo ruminal foi removido e filtrado através de uma camada dupla de gaze para separação em fracções sólidas e líquidas. Estas frações foram recolhidas em barris de plástico de 60 L para cada uma, pesadas e amostras (aproximadamente 2,0-3,0 kg). As amostras foram então colocadas numa estufa de ar forçado a 55°C durante 72 h, pesadas e moídas a 1 mm para posterior análise. Depois, o conteúdo restante foi imediatamente misturado e reposto no rúmen. A reconstituição da dieta completa foi calculada através da proporção dos componentes particulados e líquidos do conteúdo ruminal em base de MS através do conteúdo amostrado. Foi determinado o teor médio de MS para as partículas durante os dois dias de recolha, e o mesmo procedimento foi seguido para o teor de líquido. As médias destes teores foram então adicionadas para obter o teor de MS reconstituído.

***Análises laboratoriais***

As amostras de alimentos, digesta ruminal, digesta omasal e fezes foram submetidas a análises para determinação da MS (método G-001/2 e método G-003/1), cinzas (método M-001/2), PC (método N-001/2, N × 6,25, método Kjeldahl), FDN (método F-002/2) e extrato etéreo (EE; método G-005/2), de acordo com os procedimentos descritos por Detmann et al. (2021). A análise do amido foi conduzida utilizando o método do tampão de acetato, tal como descrito em Hall (2009).

As análises dos AGV e da amônia foram realizadas por cromatografia HPLC (Shimadzu LC-20AT, Kyoto, Japão), seguindo as técnicas descritas por Sigfried et al. (1984) para os AGV e Chaney e Marbach (1962) para a amônia. Para as análises de

ureia, colesterol e glicose foi utilizado o equipamento BS-380 Mindray (Shenzhen, Guandong, China), enquanto para a análise de NEFA foi utilizado o equipamento AU680 - Beckman Coulter (Brea, California, US). A análise de IGF-1 foi realizada com o equipamento Immulite (Siemens, Erlangen, Alemanha). As amostras de milho ensilado da HMC e da RGC foram analisadas quanto à incidência de micotoxinas de acordo com o Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA).

***Análise estatística***

Os dados foram submetidos a uma análise de variância utilizando a função lmer do pacote lme4 do R (R Core Team, 2023), de acordo com o modelo seguinte:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + LS_j + (T \times LS)_{ij} + A_{(j)k} + P_{(j)l} + \varepsilon_{ijklm}$$

em que: $Y_{ijklm}$ = variável dependente; $\mu$ = média geral; $T_i$ = efeito fixo de tratamento; $LS_j$ = efeito aleatório de quadrado latino; $T \times LS_{ij}$ = efeito aleatório de interação entre tratamento e quadrado latino (este efeito não foi significativo para todas as variáveis e foi removido do modelo); $A_{(j)k}$ = efeito aleatório de animal dentro de quadrado latino; $P_{(j)l}$ = efeito aleatório de período dentro de quadrado latino e $\varepsilon_{ijklm}$ = erro aleatório.

As variáveis medidas ao longo do tempo foram incorporadas como medidas repetidas no modelo, e a matriz de covariância mais adequada foi selecionada com base no menor Critério de Informação de Akaike Corrigido. O teste de Tukey foi empregado para separar as médias quando necessário, sendo as diferenças consideradas significativas com $P < 0,05$ e as tendências observadas quando $0,05 \leq P < 0,10$.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

***Consumo, Produção e composição do leite***

O CMS diferiu significativamente entre os tratamentos, com o HMC exibindo maior ingestão em comparação com o DGC (P = 0,03) (Tabela 3). Além disso, a ingestão de PB foi notavelmente maior para HMC e RGC em comparação com DGC (P <0,001). Notavelmente, a ingestão de FDN foi significativamente maior para o HMC em comparação com os outros tratamentos (P = 0,04).

Normalmente, sabe-se que o milho finamente moído e o milho com elevado teor de umidade aumentam a disponibilidade de amido, reduzindo potencialmente o CMS (Ferraretto et al., 2013). Pesquisa sobre touros leiteiros em fase de terminação alimentados com cevada empregando várias técnicas de conservação demonstrou maior ingestão de CMS e PB entre os touros que consumiram cevada laminada em comparação com aqueles alimentados com grãos de cevada seca (Huuskonen et al., 2020). Estes resultados estão de acordo com os resultados do nosso estudo, sugerindo uma influência positiva do método de laminação na ingestão. Huhtanen (1984a) observou que a cevada ensilada com elevado teor de umidade apresentava uma maior palatabilidade em comparação com o grão de cevada seco, resultando num CMS mais elevado (kg/kg $BW^{0.75}$). Esta observação está de acordo com o padrão de CMS observado no nosso estudo.

A produção de leite mostrou uma tendência para ser maior (P = 0,09) para o HMC em relação ao DGC (Quadro 4), possivelmente devido ao maior CMS desse tratamento. O teor de gordura do leite foi maior no RGC e no HMC (P = 0,04) em comparação com o DGC, estes resultados contrastam com os de numerosos outros estudos, com os sólidos totais a apresentarem uma tendência para aumentar. Em relação aos teores de proteína do leite e lactose, não foram observadas diferenças ou tendências (P > 0,10). Observando estudos que relataram formas processadas de milho como flocos de vapor, milho ensilado de alta umidade e milho reidratado, geralmente observa-se manutenção na produção de

leite e diminuição no CMS, melhorando a eficiência alimentar (Ferraretto et al., 2013; Martins et al., 2019). A tendência observada na produção de leite sugere um potencial para aumentar a produção de leite em sistemas que utilizam HMC. Especificamente, o HMC mostrou um aumento de 8,4% em comparação com o tratamento DGC e 5,8% em comparação com o tratamento RGC.

***pH ruminal, AGV e digestibilidade***

O pH ruminal (Fig. 1) não foi diferente entre os tratamentos e apresentou interação entre tratamento e tempo ($P < 0,001$). Os valores não foram críticos de uma forma geral, o padrão do pH ruminal ao longo do tempo foi o esperado, apresentando valores menores em torno de 4 horas após o horário de alimentação, nos tempos 0, 12 e 18. Apenas uma vez para DGC e RGC os valores ruminais atingiram valores abaixo de 5,8 de pH, e duas vezes para HMC este valor foi atingido, indicando que as vacas não estavam em acidose subclínica, que pode ser potencializada pelo teor de gordura do leite. As médias diárias de pH foram superiores a 6,0 para todos os tratamentos, e coerentes quando comparadas a outros estudos com tipos de processamento e níveis de amido semelhantes que apresentaram valores superiores a 6 de pH (Oba e Allen, 2003; Castro et al., 2019).

Os valores percentuais de AGV's foram semelhantes entre os tratamentos (Tabela 5), porém esses valores são maiores para o acetato, cerca de 60% dos AGV's na literatura e aproximadamente 66% neste estudo, e menores para o propionato que atingem valores próximos a 25% em outros estudos e 20% neste estudo (Castro et al. 2019; Ahmadi et al. 2020). Os valores de butírico foram próximos aos obtidos em Castro et al. (2019). Essas diferenças podem ser atribuídas às dietas utilizadas. Neste estudo, o FDN foi incluído em menor quantidade, mas a digestibilidade foi menor. Além disso, o teor de amido neste estudo foi menor em comparação com os estudos relatados.

A digestibilidade da MS não diferiu entre os tratamentos (Tabela 6), assim como a FDN e o amido, apesar do longo tempo de armazenamento de 258 d para o RGC e HMC. No entanto, a digestibilidade da PB foi maior (P = 0,02) para o HMC quando comparado com o DGC, provavelmente devido ao fato deste tipo de processamento do milho promover a degradação enzimática proteolítica da PB (Bach et al., 2005).

O fluxo de MS foi maior (P = 0,04) para os milhos processados ensilados, seguindo a tendência de maior CMS para esses tratamentos, o que pode ter levado a esse resultado. A degradabilidade ruminal foi igual para MS, amido e FDN entre os tratamentos, assim como relatado por outros estudos (Joy et al., 1997; Ferraretto et al., 2013).

***Excreção de ureia, síntese de proteína microbiana e eficiência microbiana***

O RGC e o HMC apresentaram maiores valores de excreção de ureia (Tabela 7) que pode ser explicado devido ao maior CMS desses tratamentos (Savari et al., 2018). A produção de proteína microbiana e a eficiência microbiana tenderam a ser maiores no RGC e HMC (Tabela 7). Isso porque essas formas de processamento melhoram a disponibilidade de amido para os microrganismos, e o RGC tendeu a favorecer maior disponibilidade intestinal de amido (Moharrery et al., 2014).

***Metabólitos sanguíneos***

O maior valor para NEFA (P = 0,03; Tabela 8) do HMC indica que o tratamento desencadeia maior mobilização de reservas em relação ao milho moído fino, neste tratamento o pico de insulina é atingido mais rapidamente e os níveis diminuem mais rapidamente, possibilitando o retorno de níveis crescentes de NEFA (Allen, 2023).

***Detecção de micotoxinas***

Tanto no tratamento HMC como no tratamento RCG (como detalhado na tabela 9), a incidência de micotoxinas foi notavelmente baixa. Apenas uma amostra da RCG e outra da HMC apresentaram a presença de Toxina-T2. É de salientar que a União Europeia estabeleceu um limite de 500 ppb para a Toxina-T2 nos cereais. Por outro lado, uma única amostra da HMC continha 34,9 ppb de Zearalenona, ainda muito abaixo do limite de 500 ppb para esta micotoxina. Adicionalmente, três amostras da HMC revelaram a presença de Ocratoxina A, com uma média de 4,2 ppb, abaixo do limite de 250 ppb estabelecido para esta toxina. Vale a pena mencionar que, quando consumida sozinha em doses naturais, a Ocratoxina A não apresenta toxicidade significativa para o gado, e sua transferência para o leite é mínima. Em resumo, os tratamentos HMC e RGC parecem seguros para a alimentação de gado leiteiro, dada a presença mínima de micotoxinas.

***Respostas gerais e perspectivas***

A pesquisa realizada confirmou a usabilidade e aplicabilidade da tecnologia testada para o processamento de grãos de milho de alta umidade na agricultura brasileira. Portanto, esta tecnologia tem potencial para ser incorporada como um novo método de processamento de milho em fazendas leiteiras.

O impacto dos resultados obtidos neste estudo pode ser profundamente significativo do ponto de vista do produtor. Por exemplo, considerando uma fazenda com 50 vacas em lactação, uma produção média de leite de 28,6 L/vaca/dia e um preço do leite de 2,30 R$/L, o aumento observado na produção de leite de 8,4% ao comparar o HMC com o DGC se traduziria em um aumento na renda de 100.840 R$/ano, pelo aumento na produção de leite de 28,6 para 31 L/vaca/dia.

Outra forma de avaliar o impacto positivo deste aumento na produção de leite é através da utilização do índice técnico de Receita menos Custos de Alimentação (RMCA). Este índice, baseado no conceito de margem bruta, avalia a produção diária (leite) de uma

vaca em lactação e subtrai o maior custo variável, que é a despesa com alimentação. O valor resultante representa o rendimento bruto, que pode então ser afetado à cobertura de despesas como a alimentação das vacas secas e das novilhas, custo com a produção de leite diretamente, as despesas gerais, as retiradas do proprietário e o pagamento de empréstimos.

Considerando o consumo diário de ração do DGC e do HMC obtidos neste estudo, o custo da ração para uma vaca produzindo 28,6 L/dia será em torno de 35,5 R$/dia, enquanto para a vaca produzindo 31 L/dia será em torno de 38,8 R$/dia. Considerando o preço do leite mencionado anteriormente (2,30 R$/L), para uma vaca produzindo 28,6 L/dia, o RMCA seria de 30,3 R$/dia. No entanto, para uma vaca com rendimento médio de 32,5 L/dia, o RMCA aumentaria para 32,4 R$/dia. Isso representa um aumento notável de 7% na renda bruta diária por vaca, ilustrando uma perspectiva notável para os produtores de leite.

Outra perspectiva vantajosa para a utilização de silagens de HMC é a possibilidade de desocupar a área mais cedo. Isso permitiria ao agricultor utilizar a terra para outras culturas, como um segundo plantio de milho, feijão ou semear forrageiras de clima temperado, como a aveia. No presente estudo, a colheita da silagem de HMC ocorreu 28 dias mais cedo do que nos outros tratamentos, resultando em aproximadamente 21% menos utilização da terra para a mesma cultura. Embora esteja fora do âmbito deste estudo avaliar o impacto desta colheita antecipada no sistema de produção, uma vez que não avaliámos a implementação de uma segunda cultura nesta área, é evidente que a colheita antecipada beneficiará o sistema de produção. Isso porque o plantio de uma segunda safra poderia ocorrer mais cedo na estação, potencialmente coincidindo com mais precipitação, o que poderia impactar positivamente seu crescimento. Embora não seja quantificável, a antecipação da colheita pode ser vista como uma estratégia para reduzir a probabilidade

de perdas devido ao ataque de pássaros às plantas de milho, que é um problema comum em muitas regiões do Brasil, bem como potenciais ataques de pragas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Aimo Kortteen Konepaja ou (Ylivieska, Finlândia) e Basf S.A pelo apoio financeiro a esta pesquisa, e às fundações brasileiras pelo auxílio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, DF, Brasil), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasília, DF, Brasília) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil).

## REFERÊNCIAS

Ahmadi, F., G.R. Ghorbani, A. Sadeghi-Sefidmazgi, M. Heydari, H. Rafiee, and K.A. Beauchemin. 2020. Performance and feeding behavior of dairy cows fed high-concentrate diets containing steam-flaked or ground corn varying in particle size. J Dairy Sci 103:3191–3203. doi:10.3168/jds.2019-17344.

Allen, M.S., Linton, J.A.V. 2007. In Vivo Methods to Measure Digestibility and Digestion Kinetics of Feed Fractions in the Rumen. Simpósio Int. Sobre Avanços em Técnicas Pesqui. em Nutr. Ruminantes 72-89.

Allen, M.S. 2020. Review: Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: Integration of homeostasis and homeorhesis. Pages S55–S64 in Animal. Cambridge University Press.

Allen, M.S. 2023. Symposium review: Integrating the control of energy intake and partitioning into ration formulation. J Dairy Sci 106:2181–2190. doi:10.3168/jds.2022-22473.

Allen, M. S., Piantoni, P. 2014. Carbohydrate Nutrition. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 303:577–597. doi:10.1016/j.cvfa.2014.07.004.

Arcari, M.A., C.M.M.R. Martins, T. Tomazi, J.L. Gonçalves, and M. V. Santos. 2016. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. Anim Feed Sci Technol 221:167–173. doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.08.005.

Bach, A., S. Calsamiglia, and M.D. Stern. 2005. Nitrogen Metabolism in the Rumen*. J Dairy Sci 88, (E. Suppl.): E9-E21.

Castro, L.P., M.N. Pereira, J.D.L. Dias, D. V.D. Lage, E.F. Barbosa, R.P. Melo, K. Ferreira, J.T.R. Carvalho, F.F. Cardoso, and R.A.N. Pereira. 2019. Lactation performance of dairy cows fed rehydrated and ensiled corn grain differing in particle size and proportion in the diet. J Dairy Sci 102:9857–9869. doi:10.3168/jds.2019-16559.

Chaney A.L., Marbach E.P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clin Chem. Apr;8:130-2. PMID: 1387806

Darabighane, B., I. Tapio, L. Ventto, P. Kairenius, T. Stefański, H. Leskinen, K.J. Shingfield, J. Vilkki, and A.R. Bayat. 2021. Effects of starch level and a mixture of sunflower and fish oils on nutrient intake and digestibility, rumen fermentation, and ruminal methane emissions in dairy cows. Animals 11. doi:10.3390/ani11051310.

Detmann, E.; Costa e Silva, L. F.;Rocha, G. C.; Palma, M. N. N.; Rodrigues, J. P. P. ;. 2021. Pages 1-350. Métodos para análise de alimentos. 2nd edition.Visconde do Rio Branco,Suprema.

Dombrink-Kurtzman, M.A., J.A. Bietz. 1993. Zein composition in hard and soft endosperm of maize. Cereal Chem. 70:105-108.

Enevoldsen, C.; Kristensen, T. 1997. Estimation of body weight from body size measurements and body condition scores in Dairy cows. J Dairy Sci. 80:1988–1995.

Faichney, G. J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract. In: Macdonald, I. W.; Warner, A. A. I. 1975. (Eds.). Digestion and metabolism in the ruminant. Armidale: University of New England Publishing Unit, p.277-291.

Ferguson, J.D.; Galligan, D.T.; Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. 77:2695-2703. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X.

Ferraretto, L.F., P.M. Crump, and R.D. Shaver. 2013. 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 96:533–550. doi:10.3168/jds.2012-5932.

Ferraretto, L.F., R.D. Shaver, and B.D. Luck. 2018. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. J Dairy Sci 101:3937–3951. doi:10.3168/jds.2017-13728.

Hall, M.B., Keuler, N.S. 2009. Determination of Starch, Including Maltooligosaccharides, in Animal Feeds: Comparison of Methods and a Method Recommended for AOAC Collaborative Study. J. AOAC Int. 92, 50–60

Holmes, M., J.S. Renk, P. Coaldrake, S. Kalambur, C. Schmitz, N. Anderson, G. Gusmini, G. Annor, and C.N. Hirsch. 2019. Food-grade maize composition, evaluation, and genetics for masa-based products. Crop Sci 59:1392–1405. doi:10.2135/cropsci2018.10.0605.

Huhtanen, P. 1984a. Wood molasses as a preservative for high moisture barley. Journal of agricultural science in Finland. 56:275-282.

Huhtanen, P., Brotz, P. G., Satter, L. D. 1997. Omasal Sampling Technique for Assessing Fermentative Digestion in the Forestomach of Dairy Cows. Journal of Animal Science, *75*:5, p. 1380-1392. 1997. https://doi.org/10.2527/1997.7551380x

Huuskonen, A., M. Rinne, and K. Manni. 2020. Effects of different barley grain preservation techniques on intake, growth and carcase traits of finishing dairy bulls fed grass silage-based rations. Journal of Agricultural Science 158:748–755. doi:10.1017/S0021859621000022.

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. J Dairy Sci. 80:2087-2097.

Kang, H., M. Lee, S. Jeon, S.M. Lee, J.H. Lee, and S. Seo. 2021. Effect of flaking on the digestibility of corn in ruminants. J Anim Sci Technol 63:1018–1033. doi:10.5187/jast.2021.e91.

Martins, C.M.M.R., D.C.M. Fonseca, B.G. Alves, M.A. Arcari, G.C. Ferreira, K.C. Welter, C.A.F. Oliveira, F.P. Rennó, and M. V. Santos. 2019. Effect of dietary crude protein degradability and corn processing on lactation performance and milk protein composition and stability. J Dairy Sci 102:4165–4178. doi:10.3168/jds.2018-15553.

Moharrery, A.; Larsen, M.; Weisbjerg, M.R. 2014. Starch digestion in the rumen, small intestine and hind gut of dairy cows – A meta-analysis. Anim Feed Sci Technol. 192: 1-14. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.03.001.

NASEM (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine). 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press, Washington, DC, USA

Nunes, F.C.; Costa, T.F.; Guimarães, M.A.B; Teixeira, P.C.; Dos Santos, L.P.; Guimarães, K.C. 2020. Uso de milho processado em dietas de ruminantes: revisão. Research, Society and Development, v. 9, n. 6, p. e188963674.

Oba, M., and M.S. Allen. 2003. Effects of Corn Grain Conservation Method on Feeding Behavior and Productivity of Lactating Dairy Cows at Two Dietary Starch Concentrations. J Dairy Sci 86, 174-183.

Rotta, P.P., Filho, S.C.V., Detmann, E., Costa e Silva, L.F., Paulino, M.F., Marcondes, M.I., Lobo, A.A.G., Villadiego, F.A.C. 2014. Digesta sampling sites and marker methods for estimation of ruminal outflow in bulls fed different proportions of corn silage or sugarcane. J. Anim. Sci. 92, 2996-3006. https://doi.org/10.2527/jas.2013-7364.

R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

San Emeterio, F., R.B. Reis, W.E. Campos, and L.D. Satter. 2000. Effect of Coarse or Fine Grinding on Utilization of Dry or Ensiled Corn by Lactating Dairy Cows 1. J Dairy Sci 83, 2839-2848.

Santiago-Ramos, D., J. de D. Figueroa-Cárdenas, R.M. Mariscal-Moreno, A. Escalante-Aburto, N. Ponce-García, and J.J. Véles-Medina. 2018. Physical and chemical changes undergone by pericarp and endosperm during corn nixtamalization-A review. J Cereal Sci 81:108–117. doi:10.1016/j.jcs.2018.04.003.

Siegfried, V. R., H. Ruckermann, G. Stumpf, Blair D. Siegfried, H. Ruckemann, Robert Siegfried, Matthew R. Siegfried. 1984. Method for the determination of organic acids in silage by high performance liquid chromatography.

Singh, N., A. Kaur, and K. Shevkani. 2014. Maize: Grain structure, composition, milling, and starch characteristics. In: D.P. Chaud-hary, et al., editors, Maize: Nutrition dynamics and novel uses. Springer, New Delhi. p. 65–76. https://doi.org/10.1007/978-81-322-1623-0_5.

Weiss, W.P. 2019. Effects of feeding diets composed of corn silage and a corn milling product with and without supplemental lysine and methionine to dairy cows. J Dairy Sci 102:2075–2084. doi:10.3168/jds.2018-15535.

## TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Composição em ingredientes e nutrientes de dietas com diferentes métodos de processamento do milho.

| | DGC[1] | RGC[2] | HMC[3] |
|---|---|---|---|
| Ingredientes (%, base da MS) | | | |
| Silagem de milho | 51,2 | 51,2 | 51,2 |
| DGC | 16,0 | 0,0 | 0,0 |
| RGC | 0,0 | 16,0 | 0,0 |
| HMC | 0,0 | 0,0 | 16,0 |
| Farelo de soja | 14,0 | 14,0 | 14,0 |
| Caroço de algodão | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| Feno de Tifton | 5,7 | 5,7 | 5,7 |
| Premix de minerais e vitaminas[4] | 1,85 | 1,85 | 1,85 |
| Bicarbonato de sódio | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| Fosfato bicálcio | 0,53 | 0,53 | 0,53 |
| Óxido de magnésio | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| Calcáreo | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| Ureia | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| MilkSacc+ | 0,13 | 0,13 | 0,13 |
| Flor de enxofre | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| V-Max 2[5] | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Mycosorb A | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Composição da dieta (% MS) | | | |
| MS, base da MN | 45,0 | 45,0 | 45,0 |
| PB | 17,5 | 17,8 | 17,7 |
| PDR | 11,2 | 11,4 | 11,4 |
| PNDR | 6,3 | 6,4 | 6,3 |
| Amido | 22,2 | 22,2 | 21,7 |
| FDN | 32,5 | 31,8 | 31,5 |
| $FDN_{forragem}$ | 25,5 | 25,5 | 25,5 |
| Extrato etéreo | 4,3 | 4,6 | 4,4 |

[1]DGC= milho moído seco; [2]RGC= milho moído reidratado; [3]HMC= milho de alta humidade, [4]cálcio: 180 (g/kg); fósforo: 40 (g/kg), magnésio: 25 (g/kg); sódio: 75 (g/kg); enxofre: 20 (g/kg); cobre: 594 (mg/kg); zinco: 3.000 (mg/kg); , manganês: 2.475 (mg/kg); selénio: 16. 5 (mg/kg); cobalto: 45 (mg/kg); iodo: 34,10 (mg/kg); vitamina A: 300.000 (UI); vitamina D3: 90.000 (UI); vitamina E: 1.440 (mg/kg); Proviox: 360 (mg/kg); Biotina: 50 (mg/kg); Monensina: 600 (mg/kg), [5]Virginamicina 2%.

Tabela 2. Composição em nutrientes dos tratamentos com milho utilizados no experimento.

| Itens, % da MS | DGC[1] | RGC[2] | HMC[3] |
|---|---|---|---|
| Matéria seca | 89,0 | 58,4 | 49,5 |
| Matéria orgânica | 98,1 | 98,7 | 99,0 |
| Proteína bruta | 8,42 | 9,20 | 8,61 |
| Amido | 70,5 | 70,6 | 68,9 |
| Fibra em detergente neutro | 8,32 | 6,81 | 6,66 |
| Extrato etéreo | 3,13 | 4,96 | 3,48 |

[1]DGC= milho moído seco, [2]RGC= milho moído reidratado, [3]HMC= milho de elevada humidade

Tabela 3. Matéria seca (kg/d) e ingestão de nutrientes (kg/d em base de MS) em vacas leiteiras alimentadas com diferentes métodos de processamento de milho.

| Itens (kg/d) | DGC[1] | RGC[2] | HMC[3] | EPM | *P*-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Matéria seca | 19,1[b] | 19,8[ab] | 21,1[a] | 1,43 | 0,03 |
| Matéria orgânica | 17,3[b] | 17,8[ab] | 18,9[a] | 1,29 | 0,04 |
| Proteína bruta | 3,34[b] | 3,52[ab] | 3,73[a] | 0,229 | < 0,01 |
| Fibra em detergente neutro | 6,21[b] | 6,30[b] | 6,65[a] | 0,482 | 0,04 |
| Extrato etéreo | 0,82[b] | 0,91[a] | 0,93[a] | 0,074 | 0,04 |
| Amido | 4,24[b] | 4,40[ab] | 4,57[a] | 0,26 | < 0,01 |

[1]DGC= milho moído seco, [2]RGC= milho moído reidratado, [3]HMC= milho de elevada humidade

Tabela 4. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com diferentes métodos de processamento do milho.

| Itens | DGC[1] | RGC[2] | HMC[3] | EPM | *P*-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Produção, kg/d | | | | | |
| Leite | 28,6$^{B}$ | 29,3$^{AB}$ | 31,0$^{A}$ | 2,84 | 0,09 |
| Leite corrigido para energia | 26,5$^{B}$ | 27,9$^{AB}$ | 29,6$^{A}$ | 2,37 | 0,05 |
| Gordura | 1,03$^{b}$ | 1,12$^{ab}$ | 1,19$^{a}$ | 0,723 | 0,03 |
| Proteína | 0,88 | 0,90 | 0,95 | 0,727 | 0,14 |
| Lactose | 1,32 | 1,35 | 1,43 | 1,081 | 0,13 |
| Sólidos totais | 3,23$^{b}$ | 3,37$^{ab}$ | 3,57$^{a}$ | 0,273 | 0,04 |
| Composição do leite, % | | | | | |
| Gordura | 3,59$^{b}$ | 3,81$^{a}$ | 3,86$^{a}$ | 0,232 | 0,04 |
| Proteína | 3,06 | 3,08 | 3,07 | 0,044 | 0,75 |
| Lactose | 4,60 | 4,59 | 4,61 | 0,065 | 0,87 |
| Sólidos totais | 11,7$^{B}$ | 12,2$^{AB}$ | 12,3$^{A}$ | 0,28 | 0,08 |
| Eficiência alimentar, kg/kg | 1,50 | 1,48 | 1,47 | 0,068 | 0,60 |
| Peso corporal, kg | 650 | 655 | 662 | 16,3 | |
| ECC | 3,23 | 3,23 | 3,28 | 0,109 | |

[1]DGC= milho moído seco, [2]RGC= milho moído reidratado, [3]HMC= milho de elevada humidade

[ab]Médias numa linha com sobrescritos diferentes diferem a P≤0,05 pelo teste de Tukey

[AB]Médias numa linha com sobrescritos diferentes representam tendência estatística a P>0,05<0,10 pelo teste de Tukey

Tabela 5. Concentração ruminal de amónia e AGV em amostras ruminais de vacas leiteiras alimentadas com diferentes métodos de processamento de milho.

| Itens | DGC[1] | RGC[2] | HMC[3] | EPM | *P*-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Amônia, mg/L | 75,9$^{B}$ | 88,5$^{A}$ | 88,4$^{A}$ | 6,33 | 0,09 |
| Acético, % | 66,9 | 66,5 | 66,1 | 1,22 | 0,61 |
| Propiônico, % | 20,8 | 21,1 | 20,7 | 0,74 | 0,74 |
| Butírico, % | 8,51 | 9,40 | 9,55 | 0,73 | 0,22 |
| Isobutírico, % | 1,85 | 1,36 | 0,25 | 1,254 | 0,15 |
| Valerato, % | 0,87 | 0,96 | 0,83 | 0,135 | 0,61 |
| Isovalerato, % | 2,02$^{B}$ | 2,41$^{AB}$ | 2,61$^{A}$ | 0,306 | 0,07 |
| Acético/propiônico, % | 3,25 | 3,17 | 3,22 | 0,163 | 0,72 |

[1]DGC= milho moído seco, [2]RGC= milho moído reidratado, [3]HMC= milho de elevada humidade

[ab]Médias numa linha com sobrescritos diferentes diferem a P≤0,05 pelo teste de Tukey

[AB]Médias numa linha com sobrescritos diferentes representam tendência estatística a P>0,05<0,10 pelo teste de Tukey

Tabela 6. Digestibilidade aparente total do trato, fluxo ruminal e digestibilidade ruminal em vacas leiteiras alimentadas com diferentes métodos de processamento do milho.

| | DGC[1] | RGC[2] | HMC[3] | EPM | *P*-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Digestibilidade total aparente (%) | | | | | |
| Matéria seca | 59,3 | 58,1 | 59,1 | 1,63 | 0,48 |
| Proteína bruta | 68,1[b] | 71,7[a] | 73,1[a] | 1,90 | <0,01 |
| Fibra em detergente neutro | 48,8 | 49,2 | 49,5 | 0,98 | 0,87 |
| Amido | 97,3 | 97,6 | 97,7 | 0,57 | 0,73 |
| Fluxo ruminal (kg/d) | | | | | |
| Matéria seca | 8,81[b] | 10,07[ab] | 10,6[a] | 0,6590 | 0,04 |
| Fibra em detergente neutro | 4,49 | 4,72 | 5,03 | 0,4860 | 0,45 |
| Amido | 0,96 | 1,13 | 1,22 | 0,0998 | 0,13 |
| Digestibilidade ruminal (% do total) | | | | | |
| Matéria seca | 53,4 | 51,0 | 48,6 | 3,72 | 0,21 |
| Fibra em detergente neutro | 48,5 | 48,4 | 48,6 | 2,30 | 0,18 |
| Amido | 81,1 | 77,9 | 78,5 | 2,32 | 0,35 |

[1]DGC= milho moído seco, [2]RGC= milho moído reidratado, [3]HMC= milho de elevada humidade

[ab]Médias numa linha com sobrescritos diferentes diferem a P≤0,05 pelo teste de Tukey

[AB]Médias numa linha com sobrescritos diferentes representam tendência estatística a P>0,05<0,10 pelo teste de Tukey

Tabela 7. Excreção de ureia, proteína microbiana, eficiência microbiana de vacas leiteiras alimentadas com diferentes métodos de processamento de milho.

| Itens | DGC[1] | RGC[2] | HMC[3] | EPM | P-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Excreção de ureia, g/kg de MO | 158[b] | 220[a] | 223[a] | 8,06 | <0,001 |
| Proteína microbiana, g/dia | 2929[B] | 3362[B] | 3295[AB] | 228 | 0,070 |
| Eficiência microbiana, g/dia | 287[B] | 325[A] | 297[AB] | 17,6 | 0,053 |

[1]DGC= milho moído seco, [2]RGC= milho moído reidratado, [3]HMC= milho de elevada humidade

[ab]Médias numa linha com sobrescritos diferentes diferem a P≤0,05 pelo teste de Tukey

[AB]Médias numa linha com sobrescritos diferentes representam tendência estatística a P>0,05<0,10 pelo teste de Tukey

Tabela 8. Metabolitos sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes processamentos de milho.

| Itens | DGC[1] | RGC[2] | WCC[3] | EPM | P-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Colesterol, mg/dL | 154 | 178 | 169 | 17 | 0,275 |
| Ureia, mg/dL | 36,4 | 41,1 | 39,6 | 2,58 | 0,434 |
| IGF-1, ng/mL | 128 | 130 | 135 | 26,0 | 0,867 |
| NEFA, mmol/L | 0,0700[b] | 0,0878[ab] | 0,1056[a] | 0,0102 | 0,030 |
| Glicose, mg/dL | 53,9 | 53,0 | 55,3 | 1,6 | 0,298 |

[1]DGC= milho moído seco, [2]RGC= milho moído reidratado, [3]HMC= milho de elevada humidade

[ab]Médias numa linha com sobrescritos diferentes diferem a P≤0,05 pelo teste de Tukey

[AB]Médias numa linha com sobrescritos diferentes representam tendência estatística a P>0,05<0,10 pelo teste de Tukey

Tabela 9 – Incidência de micotoxinas segundo os diferentes métodos de processamento do milho.

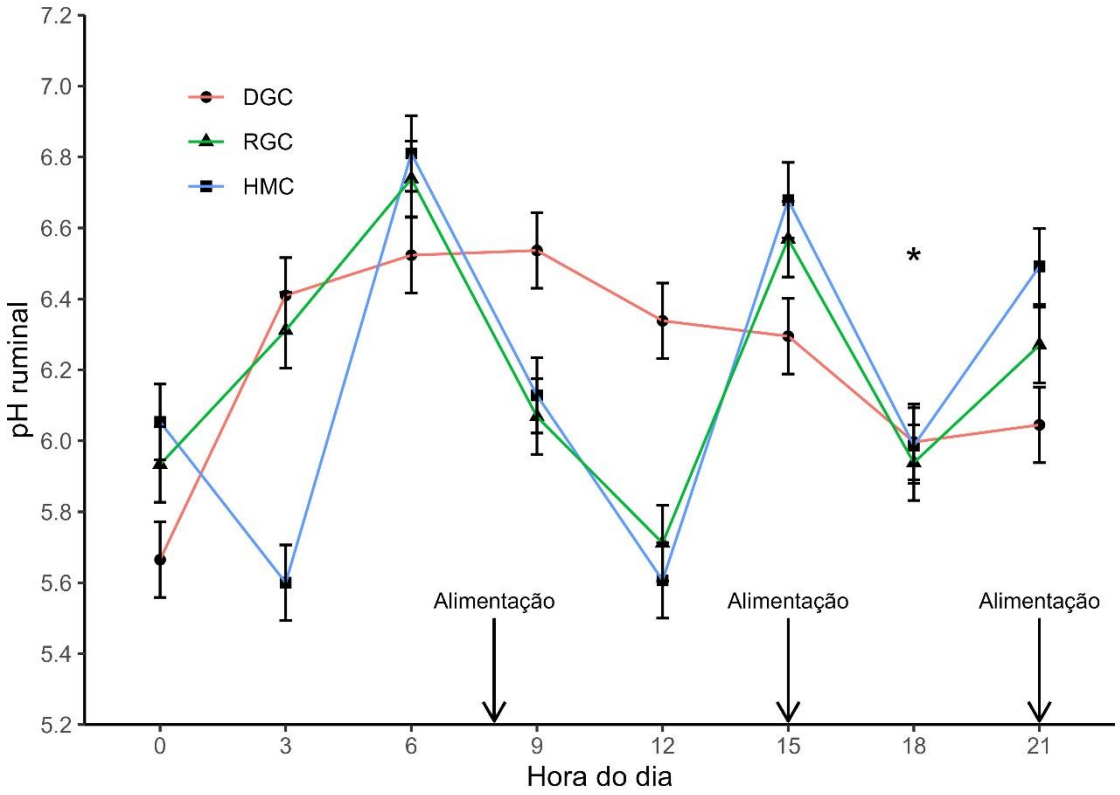
| Itens (ppb) | Amostra | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Grão de milho com alta umidade | | | | | | |
| Aflatoxina | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Desoxinivalenol | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Fumonisinas | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Ocratoxina A | 3,5 | ND | 6,1 | ND | ND | 3,2 |
| Toxina-T2 | 23,8 | ND | ND | ND | ND | ND |
| Zearalenona | ND | 34,9 | ND | ND | ND | ND |
| Grão de milho reidratado | | | | | | |
| Aflatoxina | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Desoxinivalenol | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Fumonisinas | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Ocratoxina A | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Toxina-T2 | ND | ND | ND | ND | 29,1 | ND |
| Zearalenona | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

ND = não detectado.

**Figuras**

Figura 1. pH ruminal ao longo do horário do dia entre os tratamentos com três horários de alimentação.

*Tempo em que não foram observadas diferenças entre os tratamentos.




Martins, Fig 1.

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALEX LOPES DA SILVA
Data: 13/05/2024 17:17:16-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br