

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – FMVZ
CURSO DE ZOOTECNIA

GUSTAVO COSTA AFONSO OLIVEIRA

**EFEITO DA VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DO
MICÉLIO SOBRE A PREDIÇÃO DE DESEMPENHO
PREDITA PELO NASEM 2021 EM BOVINOS
LEITEIROS**

UBERLÂNDIA – MG

2026

GUSTAVO COSTA AFONSO OLIVEIRA

**EFEITO DA VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DO
MICÉLIO SOBRE A PREDIÇÃO DE DESEMPENHO
PREDITA PELO NASEM 2021 EM BOVINOS
LEITEIROS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia, da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito
parcial à obtenção do título de
zootecnista.

Orientadora: Prof^a. Dra. Simone Pedro da
Silva

UBERLÂNDIA – MG

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

O48 2026	Oliveira, Gustavo Costa Afonso, 2003- EFEITO DA VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DO MICÉLIO SOBRE A PREDIÇÃO DE DESEMPENHO PREDITA PELO NASEM 2021 EM BOVINOS LEITEIROS [recurso eletrônico] / Gustavo Costa Afonso Oliveira. - 2026. Orientador: Simone Pedro da Silva. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Zootecnia. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. 1. Zootecnia. I. Silva, Simone Pedro da, 1982-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Zootecnia. III. Título. CDU: 636.08
-------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

AGRADECIMENTOS

A Deus por me sustentar e me dar forças na graduação, pela sabedoria e discernimento.

Ao meu pai, Ermilon Afonso Oliveira, e à minha mãe, Luci Maria da Costa que jamais mediram forças para sustentar os meus sonhos, por terem sido exemplares em minha formação pessoal, por onde eu for e em tudo o que eu fizer, haverá uma parte dos senhores.

Aos amigos veterinários, pela amizade, ensinamentos, paciência, confiança, conselhos e experiências adquiridas no decorrer dos meus estágios: João Cisconi Giocondo, Felipe Marçal, João Paulo Resende Mendes, Adnilson de Paula Neto, Diogo Duarte, Patrick Gonçalves e Fabiano Rezende. Em especial, ao Vanduir Fernandes de Carvalho Júnior, por ter me concedido minhas primeiras oportunidades de estágio, confiado no meu potencial e paciência ao me ensinar. Parte do meu profissional carregará, eternamente, as assinaturas dos senhores.

Aos amigos que fiz na faculdade, que tornaram a jornada das graduações muito mais leve e especial: Danielle de Sá Mattos, Gabriela Cristina, Marília, Andressa, Marcela, Thiago, José Reinaldo (Guerra), Igor Sulino, Bruno Henrique (Vazante) e Elias Eduardo (Guachão).

Ao meu amigo Pedro, por mais de uma década de amizade sincera, apoio e companheirismo.

Ao professor Lucio Girão e ao Jhonatan Gonçalves, pelo auxílio fundamental durante as análises laboratoriais.

Em especial, à Dra. Simone Pedro da Silva pela a oportunidade de realizar esse trabalho, por me ajudar, por ter tido paciência e me ensinado tanto em sala de aula, quanto durante a confecção deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do micélio obtida em diferentes estudos.....	18
Tabela 2. Descrição das quantidades e percentual de inclusão dos ingredientes utilizados nas simulações (três cenários).....	26
Tabela 3. Informações (<i>inputs</i>) dos animais e ambiente utilizadas no NASEM (2021) para simulação dos três cenários.....	27
Tabela 4. Composição química do micélio em seis cargas.....	29
Tabela 5. Produção de leite predita e níveis nutricionais da dieta de vacas leiteiras produzindo 25L e consumindo micélio (11%MS) na dieta total.....	30
Tabela 6. Produção de leite predita e níveis nutricionais da dieta de vacas leiteiras produzindo 25 Litros e consumindo micélio (25%MS) na dieta total.....	31
Tabela 7. Produção de leite predita e níveis nutricionais da dieta de vacas leiteiras produzindo 40 Litros e consumindo micélio (7%MS) na dieta total.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma da produção do ácido cítrico e do coproduto micélio na indústria.....	17
Figura 2. Cano de PVC (2,5 m de comprimento) utilizado para amostrar diferentes pontos do micélio.....	23
Figura 3. Comprimento da ponta da ferramenta utilizada para a coleta das amostras de micélio.....	24
Figura 4. Carga de micélio recebida no dia 15 de setembro de 2025 (A) e 21 de outubro de 2025 (B)(1º dia de armazenamento)	24
Figura 5. Carga de micélio recebida no dia 15 de setembro de 2025 (3º dia de armazenamento).....	25

RESUMO

O uso do coproduto micélio na dieta de vacas leiteiras ainda é limitado devido a escassez de informações consistentes sobre sua composição química, bem como esses fatores podem afetar na predição de desempenho de bovinos leiteiros utilizando modelos nutricionais, como o NASEM (2021). Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito da variação na composição química do micélio sobre a produção de leite estimada pelo modelo NASEM (2021). As amostras de micélio foram coletadas em seis cargas diferentes no Setor de Bovinos de Leite (SEBOL) da Fazenda Experimental do Glória e as análises realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN). Em cada carga foram coletadas dez subamostras para formação de uma amostra composta, dividida em três repetições. Foram analisados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). O modelo de predição de produção de leite utilizado foi o NASEM (Dairy 8, 2021). Foram utilizados três cenários de utilização do micélio em sistemas de confinamento, com diferentes níveis de produção de leite (PL). Cenário 1 (PL 25 L e 11% inclusão de micélio); Cenário 2 (PL 25 L e 25% inclusão de micélio) e cenário 3 (PL 40 L e 7% inclusão de micélio). Para análise dos dados foram utilizadas ferramentas da estatística descritiva, como medidas de tendência central (média), de dispersão (valores mínimo e máximo) e o coeficiente de variação (CV). Verificou-se elevado CV nos teores de PB, MM, EE, FDN, CNF entre as cargas e baixo CV para a MS. Ademais, constatou-se o nível mais alto de inclusão do micélio (25%MS) ocasionou maior CV na PL predita pela proteína metabolizável. Conclui-se que o micélio possui potencial para compor a alimentação de vacas leiteiras, sendo alternativa viável e interessante, para redução dos custos com alimentação. Contudo, sua utilização deve ser precedida de análises bromatológicas periódicas e de criteriosa formulação nas dietas, uma vez que a variabilidade de sua composição nutricional pode comprometer as predições de desempenho produtivo quando empregado em maiores níveis de inclusão (25%) em vacas leiteiras produzindo 25 Litros. Em contrapartida, dietas com menores níveis de inclusão de micélio (11%) apresentaram pouca variação nas estimativas de produção de leite baseadas, tanto na proteína metabolizável quanto na energia líquida, indicando maior estabilidade nutricional e menor sensibilidade às oscilações da composição bromatológica do ingrediente.

Palavras-chave: Análise química, coproduto, produção de leite, simulação

ABSTRACT

The use of the co-product mycelium in the diet of dairy cows is still limited due to the scarcity of consistent information on its chemical composition, as well as these factors can affect the prediction of performance of dairy cattle using nutritional models, such as NASEM (2021). In this sense, the objective was to evaluate the effect of the variation in the chemical composition of the mycelium on milk production estimated by the NASEM model (2021). The mycelium samples were collected in six different loads at the Dairy Cattle Sector (SEBOL) of the Glória Experimental Farm and the analyzes were carried out at the Bromatoloa and Animal Nutrition Laboratory (LABAN). In each load, ten subsamples were collected to form a composite sample, divided into three replications. The contents of dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), ether extract (EE); neutral detergent insoluble fiber (NDF) and acid detergent insoluble fiber (FDA). The milk production prediction model used was NASEM (Dairy 8, 2021). Three scenarios of mycelium use in confinement systems were used, with different levels of milk production (PL). Scenario 1 (PL 25 L and 11% mycelium inclusion); Scenario 2 (PL 25 L and 25% mycelium inclusion) and scenario 3 (PL 40 L and 7% mycelium inclusion). For data analysis, descriptive statistical tools were used, such as measures of central tendency (mean), dispersion (minimum and maximum values) and the coefficient of variation (CV). There was a high VC in the levels of PB, MM, EE, NDF, CNF among the loads and a low VC for DM. In addition, it was found that the highest level of mycelium inclusion (25%DM) caused a higher VC in the LP predicted by the metabolizable protein. It is concluded that mycelium has the potential to compose the diet of dairy cows, being a viable and interesting alternative to reduce feed costs. However, its use should be preceded by periodic bromatological analyses and careful formulation in the diets, since the variability of its nutritional composition can compromise the predictions of productive performance when used at higher levels of inclusion (25%) in dairy cows producing 25 liters. On the other hand, diets with lower levels of mycelium inclusion (11%) showed little variation in milk yield estimates based on both metabolizable protein and net energy, indicating greater nutritional stability and lower sensitivity to fluctuations in the chemical composition of the ingredient.

Keywords: Chemical analysis, co-product, milk production, simulation

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	5
LISTA DE FIGURAS	6
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
3. HIPÓTESES	12
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.1. Importância da nutrição na bovinocultura de leite.	12
4.2. Utilização de coprodutos na alimentação de ruminantes.....	14
4.3. Utilização do micélio proveniente da produção de ácido cítrico na alimentação de ruminantes. 16	
4.4. Análises químicas em alimentos para ruminantes.	19
4.5. Uso de programas para predição do desempenho em bovinos leiteiros.....	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
7. CONCLUSÃO.....	33

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de leite no Brasil é uma das principais atividades no ramo do agronegócio, com grande geração de empregos e renda (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020). Em 2024, a produção de leite gerou aproximadamente R\$87,5 bilhões em faturamento decorrente da produção de 35,74 bilhões de litros de leite (IBGE, 2025), o que coloca o Brasil como o terceiro maior produtor de leite do mundo (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020), sendo que Minas Gerais se destaca como o estado com maior produção em volume e maior quantidade de produtores do país (IBGE, 2024; CILeite).

Nas propriedades leiteiras o custo com alimentação dos animais gira em torno de 50% da renda bruta da atividade e ajustes na dieta são fundamentais para obtenção da lucratividade (VAZ et al., 2023). Altas nos preços de insumos, como farelo de soja e milho, justificam a busca por alimentos mais baratos e eficientes para suplementar a dieta do rebanho. Sendo assim, o uso de coprodutos na alimentação de bovinos leiteiros apresenta vantagens, como a minimização de impactos ambientais, a conversão de produtos inadequados para o consumo humano em nutrientes de qualidade absorvidos pelos ruminantes, além da redução dos custos com alimentação. Entre as alternativas nutricionais disponíveis, destaca-se o uso de coprodutos e resíduos oriundos das agroindustriais, que podem apresentar adequados níveis nutricionais (PEREIRA et al., 2009).

Nesse sentido, o micélio surge como alternativa para utilização na dieta dos ruminantes. Esse coproduto é resultante da produção do ácido cítrico, proveniente da fermentação aeróbica de açúcares presente em sabugo de milho e farelo de algodão pelo fungo *Aspergillus niger* (LITZ et al., 2014). Entretanto, a inclusão desse ingrediente nas dietas pode apresentar limitações, devido a alta variabilidade na composição química entre partidas de uma empresa e entre empresas, épocas do ano e processos de produção (ANANIAS, 2023).

Ademais, o uso do coproduto micélio na dieta de vacas leiteiras ainda é limitado devido a escassez de informações consistentes sobre sua composição química e valor nutricional (GONÇALVES et al., 2014). A caracterização bromatológica dos alimentos é etapa fundamental para sua adequada inclusão em dietas, uma vez que a variabilidade nos teores de proteína, fibra e energia pode comprometer o balanceamento nutricional das dietas (DETMANN et al., 2014).

Dessa forma, a escassez de estudos específicos sobre o uso do coproduto micélio na alimentação de vacas leiteiras evidencia uma importante lacuna científica, sobretudo no que se refere à sua variabilidade composicional e seus efeitos sobre ingestão, digestibilidade e

desempenho produtivo dos animais (GONÇALVES et al., 2014). O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes depende diretamente do conhecimento de suas características nutricionais e de sua resposta no sistema produtivo que é refletido na viabilidade econômica (PEREIRA et al., 2009). Nesse sentido, estudos a respeito desse coproduto tornam-se relevantes não apenas para ampliar o conhecimento científico, mas também para subsidiar sua utilização de forma segura e eficiente, contribuindo para a redução dos custos e maior sustentabilidade na produção leiteira (ANANIAS, 2023).

Modelos nutricionais de predição de desempenho têm sido amplamente utilizados na pecuária leiteira por permitirem estimar as exigências nutricionais e simular o desempenho produtivo de vacas leiteiras em diferentes condições de manejo e alimentação (VALADARES FILHO et al., 2016). Nesse contexto, o sistema *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (NASEM, 2021) utiliza equações que integram características dos animais, composição química dos alimentos e fatores ambientais, possibilitando a predição de variáveis como consumo de matéria seca e produção de leite. A utilização de modelos nutricionais representa uma ferramenta importante na nutrição de ruminantes, pois permite avaliar diferentes cenários alimentares com menor custo e maior rapidez em comparação aos ensaios experimentais convencionais (DETMANN et al., 2017). Nesse sentido, modelos de predição têm sido amplamente aplicados na formulação de dietas e na tomada de decisão em sistemas de produção leiteira no Brasil (VALADARES FILHO et al., 2016).

A acurácia das predições geradas por modelos nutricionais depende diretamente da qualidade das informações inseridas, especialmente da composição química dos ingredientes utilizados nas dietas, uma vez que, variações nos nutrientes podem comprometer as predições do modelo (BERCHIELLI, PIRES E OLIVEIRA, 2011), ou seja, a caracterização bromatológica dos alimentos é fundamental (DETMANN et al., 2017). Nesse sentido, quando se trata de coprodutos agroindustriais, como o micélio oriundo de processos fermentativos, são poucas as informações consistentes sobre sua composição química e variabilidade, bem como esses fatores podem afetar na predição de desempenho de bovinos leiteiros (ANANIAS, 2023).

2. OBJETIVOS

Avaliar o efeito da variação na composição química do coproduto micélio sobre a produção de leite predita pelo modelo nutricional NASEM (2021).

3. HIPÓTESES

A variabilidade na composição química do coproduto micélio afeta as predições de produção de leite geradas pelo modelo nutricional NASEM (2021).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

4.1. Importância da nutrição na bovinocultura de leite.

A nutrição de bovinos leiteiros desempenha papel central na eficiência produtiva e na sustentabilidade econômica da atividade, uma vez que a alimentação influencia diretamente o desempenho produtivo, a composição química do leite e a condição sanitária dos animais (SANTOS; PEDROSO, 2011). Dessa forma, estratégias nutricionais adequadas são fundamentais para viabilizar sistemas competitivos e tecnificados, especialmente em regiões tropicais.

Na perspectiva econômica, a alimentação representa a maior parcela do custo de produção em sistemas leiteiros, podendo representar valores próximos a 50% da renda bruta da atividade, principalmente em sistemas intensivos com maior uso de concentrados. Dessa forma, a eficiência no uso dos alimentos e a adequada gestão nutricional tornam-se fatores estratégicos para a sustentabilidade financeira da pecuária leiteira (CRISTO-DINIZ; MENDES NETO; TAVARES, 2022).

Do ponto de vista nutricional, a alimentação de vacas leiteiras deve atender às exigências energéticas, proteicas, minerais e vitamínicas conforme o nível de produção, o estágio fisiológico e as condições ambientais, sendo fundamental o balanceamento adequado dos nutrientes a fim de atender às exigências nutricionais dos animais (VALADARES FILHO et al., 2016). Dietas formuladas com proporções equilibradas de volumoso e concentrado promovem maior eficiência alimentar, melhor saúde ruminal e maior produção de leite (SANTOS; PEDROSO, 2011). Além disso, a qualidade do volumoso exerce influência direta sobre o consumo de matéria seca e a digestibilidade da dieta, sendo determinante para o desempenho produtivo dos animais (BERCHIELLI, PIRES E OLIVEIRA, 2011).

Diante da importância econômica da alimentação nos sistemas de produção de bovinos leiteiros, torna-se indispensável a adoção de estratégias para reduzir custos sem comprometer o desempenho produtivo, como o uso de pastagens bem manejadas, a produção de volumosos de qualidade e a utilização de coprodutos agroindustriais. Essas estratégias possibilitam maior autonomia alimentar e redução da dependência de insumos concentrados, aumentando a eficiência

econômica dos sistemas (PEREIRA et al., 2009).

Além disso, a adoção de tecnologias de manejo alimentar, como *softwares* de formulação de dietas, monitoramento do consumo de matéria seca e avaliação da eficiência alimentar, tem sido apontada como ferramenta essencial para otimizar o uso dos recursos alimentares (VALADARES FILHO et al., 2016). Essas ferramentas permitem ajustes dinâmicos nas dietas conforme o desempenho dos animais, reduzindo desperdícios e melhorando a conversão alimentar (CARVALHO et al., 2021). Dessa forma, a nutrição consolida-se como uma das principais estratégias para aumentar a competitividade e a sustentabilidade da pecuária leiteira brasileira (DETMANN et al., 2017).

De acordo com Trevisan (2009), modelos nutricionais mecanicistas têm sido amplamente empregados na bovinocultura leiteira como ferramentas estratégicas para a simulação do desempenho produtivo em diferentes condições de manejo e alimentação. Esses modelos integram informações relacionadas à cinética de degradação ruminal, taxa de passagem, digestibilidade dos nutrientes e metabolismo energético e proteico, permitindo uma abordagem mais precisa das interações entre dieta, animal e ambiente. Nesse contexto, possibilitam estimativas mais acuradas do consumo de matéria seca, da produção de leite e da eficiência de utilização dos nutrientes, contribuindo diretamente para a tomada de decisão em sistemas intensivos de produção. Além disso, representam um avanço em relação às abordagens empíricas tradicionais, uma vez que permitem a simulação de cenários produtivos sem a necessidade de experimentação direta, reduzindo custos operacionais e tempo de avaliação (TREVISAN, 2009).

Entretanto, a acurácia das predições geradas por esses modelos está diretamente condicionada à qualidade dos dados de entrada, especialmente no que se refere à composição química dos ingredientes utilizados nas dietas (DETMANN et al., 2017). Nesse sentido, a variabilidade na composição de coprodutos agroindustriais representa um dos principais entraves à aplicação precisa desses sistemas, podendo comprometer as estimativas de consumo, digestibilidade e desempenho. Adicionalmente, essa variabilidade dificulta a padronização das dietas e aumenta a incerteza nas respostas produtivas dos animais (VALADARES FILHO et al., 2016). Embora haja avanços na aplicação de modelos nutricionais no Brasil, ainda são escassos estudos que avaliem de forma sistemática o uso de coprodutos emergentes, como o micélio oriundo de processos fermentativos, sobre as respostas produtivas preditas, evidenciando uma lacuna científica relevante (ANANIAS, 2023).

4.2. Utilização de coprodutos na alimentação de ruminantes.

No Brasil, são produzidos grandes quantidade de coprodutos oriundos do beneficiamento da produção agrícola destinada à fabricação de alimentos (LITZ et al., 2014). O termo “coproduto” tem sido adotado como alternativa conceitual aos termos “resíduos” e “subprodutos”, por não carregar conotação depreciativa, referindo-se a materiais gerados a partir do processamento industrial de produtos agrícolas que apresentam potencial de reutilização, especialmente na alimentação animal (SANTOS et al., 2012).

A utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes tem sido amplamente estudada como estratégia para redução dos custos de produção e mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos industriais. Esses materiais, quando devidamente caracterizados, podem substituir parcial ou totalmente ingredientes convencionais das dietas, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas produtivos por meio da reciclagem de nutrientes e da redução da poluição ambiental (PEREIRA et al., 2009).

Dentre os coprodutos utilizados na alimentação de ruminantes, destacam-se aqueles oriundos da produção industrial do ácido cítrico, como o micélio, o rafinate e o precoat, os quais têm sido apontados como alternativas nutricionais viáveis (GONÇALVES et al., 2014). Esses coprodutos resultam de diferentes etapas do processo fermentativo e de separação industrial, apresentando características nutricionais que despertam interesse para sua inclusão em dietas de ruminantes. Entretanto, apesar do potencial nutricional e da ampla disponibilidade, Gonçalves et al. (2014) destacam a existência de lacuna na literatura científica quanto à utilização desses coprodutos, sobretudo no que se refere a estudos consistentes de desempenho animal. Tal limitação reforça a necessidade de pesquisas complementares que possibilitem maior compreensão sobre o valor nutritivo, o consumo e a eficiência de utilização desses ingredientes na alimentação de ruminantes.

Uma das principais limitações associadas ao uso de coprodutos agroindustriais, especialmente aqueles oriundos da produção do ácido cítrico, refere-se à elevada variabilidade na composição bromatológica. Essa variação pode comprometer a padronização das dietas e afetar o desempenho animal, exigindo avaliação criteriosa antes da sua inclusão nas formulações (GONÇALVES et al., 2014; LITZ et al., 2014).

As variações na composição química desses coprodutos estão relacionadas a diversos fatores, como a sazonalidade da matéria-prima, diferenças entre processos industriais das empresas,

alterações nos substratos utilizados e particularidades do processo produtivo industrial (ANANIAS, 2023). Dessa forma, o conhecimento detalhado dessas variações torna-se essencial para o uso seguro e eficiente desses ingredientes na alimentação de ruminantes, reforçando a importância de análises bromatológicas frequentes e de estudos que avaliem seus efeitos sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho animal (DETMAN et al. 2014).

A região de Uberlândia destaca-se como um dos principais polos agroindustriais e logísticos do país, apresentando localização estratégica no Triângulo Mineiro, com integração a importantes corredores de transporte, como a BR-050, BR-365 e a malha ferroviária, o que favorece o escoamento da produção e o acesso a insumos agroindustriais (RIBEIRO; OLIVEIRA, 2015). A presença de grandes empresas do setor agroindustrial, como a Cargill e a Ambev, contribui significativamente para a geração e disponibilidade de coprodutos utilizados na alimentação animal, considerando que o Brasil processa milhões de toneladas de soja anualmente, resultando em cerca de 30 milhões de toneladas de farelo de soja, principal coproduto proteico utilizado na nutrição de ruminantes (ABIOVE, 2022).

No contexto do milho, a produção de etanol atingiu aproximadamente 7,55 bilhões de litros em 2024, o que implica na geração proporcional de coprodutos como DDG e DDGS, estimados em cerca de 4 milhões de toneladas na safra 2024/2025, com projeções de crescimento contínuo em função da expansão do setor bioenergético nacional (EPE, 2025; UNEM, 2024). Além disso, a cadeia cervejeira brasileira, na qual se insere a Ambev, produziu aproximadamente 15,34 bilhões de litros de cerveja em 2024, volume que resulta na geração de grandes quantidades de bagaço de malte — tipicamente entre 15 a 20 kg de resíduo úmido por hectolitro de cerveja, o que representa milhões de toneladas anuais com elevado potencial de utilização na alimentação de ruminantes (MAPA, 2025).

Regiões com forte integração agroindustrial apresentam maior potencial para o aproveitamento eficiente de coprodutos na alimentação animal, reduzindo custos logísticos e aumentando a competitividade dos sistemas produtivos. Além disso, segundo Costa e Silva et al. (2019), a proximidade entre unidades produtoras de coprodutos e propriedades rurais favorece a viabilidade econômica de sua utilização, uma vez que minimiza despesas com transporte e garante maior regularidade no fornecimento desses insumos. Nesse contexto, a região de Uberlândia consolida-se como estratégica para a adoção de alternativas nutricionais baseadas em coprodutos, contribuindo para sistemas de produção leiteira mais eficientes, competitivos e sustentáveis

(RIBEIRO; OLIVEIRA, 2015). Em Uberlândia, a empresa Cargill Agrícola S/A – Complexo Industrial de Uberlândia, que produz ácido cítrico, o que gera o micélio como coproduto. Atualmente, a empresa não vende esse coproduto, sendo realizado doação para ser retirado na mesma. Portanto, o custo para aquisição, é somente do frete para retirada e deslocamento até a propriedade rural, o que torna o produto muito atrativo para produtores da região do Triângulo Mineiro para incluírem na alimentação dos bovinos. Dessa forma, torna-se de grande importância o conhecimento das variações na composição nutricional desse coproduto e entender como isso pode impactar na produção de leite das vacas.

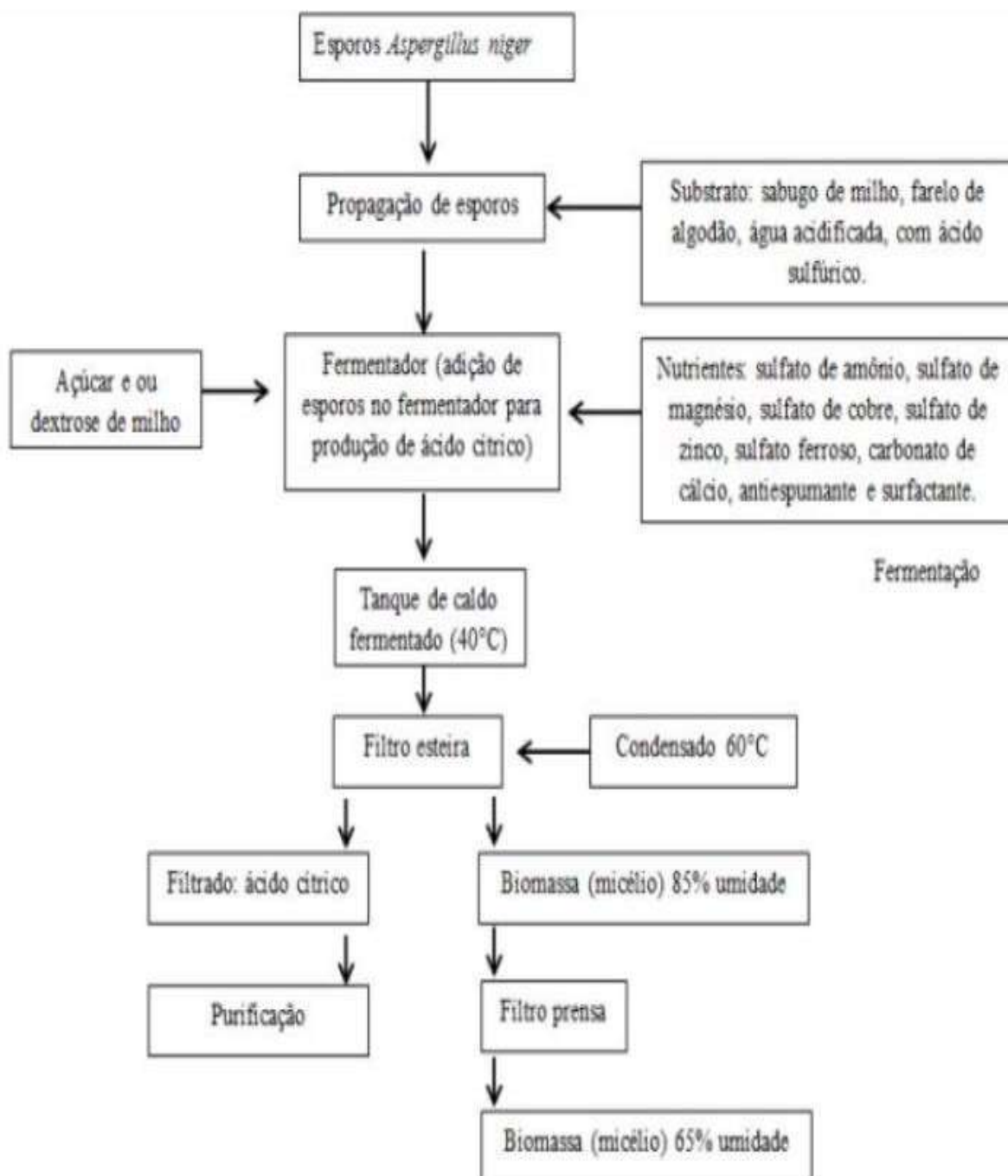
4.3. Utilização do micélio proveniente da produção de ácido cítrico na alimentação de ruminantes.

O micélio é um coproduto intermediário, oriundo do processo fermentativo de produção do ácido cítrico, adotado pela indústria alimentícia, especialmente nos segmentos de bebidas e aditivos alimentares. Corresponde à biomassa residual do fungo *Aspergillus niger*, microrganismo responsável pela conversão de açúcares em ácido cítrico em sistemas de fermentação aeróbica (GONÇALVES et al., 2014; LITZ et al., 2014).

O processo industrial inicia-se com a cultura fúngica em incubadoras, podendo ser utilizado diferentes substratos, como sabugo de milho, farelo de algodão e água acidificada, que favorecem a multiplicação celular. Posteriormente, o fungo é transferido para tanques de fermentação contendo fontes de carboidratos fermentescíveis, minerais e outros aditivos tecnológicos. O processo é mantido sob rigoroso controle de pH, temperatura e umidade, visando maximizar a eficiência da conversão dos açúcares em ácido cítrico (LITZ et al., 2014).

Após atingir o ponto máximo de produção, o crescimento microbiano é interrompido e o fungo é inativado. A separação entre o caldo fermentado e a fração sólida ocorre por processos de filtração e prensagem. A biomassa sólida resultante é o micélio, composta pelo fungo inativado, resíduos dos substratos utilizados, açúcares residuais e traços de ácido cítrico, apresentando, geralmente 35% de teor de matéria seca (GONÇALVES et al., 2014; ANANIAS, 2023). O processo de obtenção do micélio ao longo das etapas industriais de produção do ácido cítrico pode ser observado no fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma da produção do ácido cítrico e do coproduto micélio na indústria.



Fonte: ANANIAS (2023).

A composição bromatológica do micélio é caracterizada por elevada variabilidade, típica de coprodutos agroindustriais, sendo influenciada pelo tipo de substrato utilizado no crescimento

fúngico, pelas condições do processo fermentativo e pelo grau de separação do ácido cítrico (ANANIAS, 2023).

De modo geral, o micélio apresenta teores moderados de proteína bruta, com valores médios de 18% da matéria seca, com destaque para presença de nitrogênio não proteico, proveniente da biomassa microbiana e dos resíduos do processo industrial (GONÇALVES et al., 2014).

Ademais, o micélio apresenta baixos teores de matéria seca, extrato etéreo e concentrações variáveis de matéria mineral, decorrentes da adição de sais minerais durante o processo fermentativo. A presença de carboidratos solúveis residuais confere potencial fermentativo no rúmen, favorecendo a produção de ácidos graxos de cadeia curta, importantes para o metabolismo energético dos ruminantes (LITZ et al., 2014).

Litz et al. (2014) constataram que a inclusão de 5,5% de micélio na dieta de bovinos fistulados no rúmen em substituição parcial ao milho moído, farelo de glúten de milho 21%PB e farelo úmido de glúten de milho, resultou em maior digestibilidade da proteína bruta, quando comparada à dieta sem inclusão do coproduto. Esse resultado sugere que o micélio apresenta potencial para ser utilizado como ingrediente energético-proteico de valor nutricional intermediário e com potencial de inclusão em dietas de ruminantes, desde que respeitados os limites de utilização e o correto balanceamento nutricional.

Tabela1. Composição química do micélio obtida em diferentes estudos.

	LITZ et al. (2014)	GONÇALVES et al. (2014)	MESCHIATTI et al. (2015)
MS (%)	16,78	36,62	33,6
PB (% da MS)	18,52	7,15	18,99
FDN (% da MS)	21,49	50,26	66,13
FDA (% da MS)	7,52	40,82	48,45
MM (% da MS)	5,63	0,14	1,74
EE (% da MS)	6,52	0,04	3,00

Fonte: Arquivo pessoal adaptado de LITZ et. al. (2014), GONÇALVES et al. (2014) e MESCHIATTI et al. (2015).

Gonçalves et al. (2014) avaliaram a inclusão do micélio úmido em dietas de novilhas mestiças leiteiras e observaram que a inclusão de 5,5% do coproduto na matéria natural da dieta

não resultou em diferenças significativas no ganho médio diário, no peso final e no ganho de peso total, quando comparada à dieta controle. Além disso, os autores relataram maior consumo de matéria seca, expresso em porcentagem do peso vivo, para os animais alimentados com dietas contendo micélio, indicando boa aceitabilidade do coproduto e ausência de efeitos negativos sobre o consumo voluntário. Esses resultados reforçam o potencial do micélio como ingrediente alternativo em dietas para ruminantes (GONÇALVES et al., 2014).

Estudos de avaliação bromatológica e digestibilidade *in vitro* indicam que dietas formuladas com micélio apresentam coeficientes de digestibilidade compatíveis com dietas convencionais, sugerindo adequada disponibilidade dos nutrientes para os animais (LITZ et al., 2014). Entretanto, ressalta-se que a alta umidade e a variabilidade composicional do micélio (Tabela 1) exigem cuidados quanto ao armazenamento, transporte e formulação das dietas, sendo que a estratégia de conservação da ensilagem da dieta total é uma alternativa tecnológica interessante para garantir estabilidade aeróbica e manutenção do valor nutritivo (ANDRADE, 2021).

4.4. Análises químicas em alimentos para ruminantes.

A avaliação química dos alimentos constitui etapa essencial para a formulação de dietas balanceadas, permitindo maior precisão no atendimento das exigências nutricionais e melhor eficiência produtiva. Em sistemas tropicais, caracterizados por elevada variabilidade na composição dos volumosos, a caracterização bromatológica reduz incertezas na formulação e possibilita melhor predição do desempenho animal (DETMANN et al., 2014). Conforme destacam Araújo e Zanetti (2019), o conhecimento detalhado da composição química dos alimentos é a base técnica da nutrição animal, pois permite estimar a disponibilidade de nutrientes e ajustar a dieta às necessidades fisiológicas dos ruminantes, sendo indispensável nos sistemas intensivos de produção leiteira e de corte (ARAÚJO; ZANETTI, 2019).

A etapa inicial das análises bromatológicas é a determinação da matéria seca (MS), que representa a fração do alimento isenta de água, sendo fundamental para expressar todos os nutrientes em base comparável (DETMANN et al., 2016). A correta determinação do teor de MS dos ingredientes é indispensável para evitar erros no balanceamento das dietas.

A proteína bruta (PB), por sua vez, é determinada a partir do teor de nitrogênio total, e seu fracionamento permite classificar as frações proteicas em componentes solúveis, potencialmente

degradáveis e indigestíveis, contribuindo para maior precisão na formulação de dietas proteicas e melhor sincronização entre energia e nitrogênio no rúmen (DETMANN et al., 2016).

A avaliação da fração fibrosa para animais ruminantes é realizada por meio das análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), sendo parâmetros diretamente associados ao consumo e à digestibilidade dos alimentos (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2017). A FDN está relacionada ao enchimento ruminal e à regulação do consumo voluntário, enquanto a FDA representa a fração menos digestível da parede celular. A lignina, componente estrutural associado à FDA, exerce efeito limitante sobre a digestibilidade da fibra, reduzindo o acesso microbiano à celulose e hemicelulose e comprometendo o aproveitamento energético do alimento pelos ruminantes, especialmente em volumosos de baixa qualidade (VALENTE et al., 2016).

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) corresponde à fração da fibra que permanece indigerida ao longo do trato gastrointestinal, sendo amplamente utilizada como indicador interno em estudos de digestibilidade e estimativa de consumo (COSTA E SILVA et al., 2019). O extrato etéreo (EE), por sua vez, corresponde à fração lipídica do alimento e representa fonte concentrada de energia (ARAÚJO; ZANETTI, 2011), sendo importante seu nível na dieta, uma vez que, níveis elevados podem prejudicar a fermentação ruminal, reduzir a digestibilidade da fibra e afetar negativamente a microbiota ruminal (COSTA E SILVA et al., 2019).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) são calculados por diferença das demais frações e englobam açúcares, amido e pectinas, constituindo a principal fonte de energia rapidamente fermentável no rúmen (DETMANN et al., 2016). Por fim, a matéria mineral (MM) corresponde ao resíduo inorgânico obtido após a incineração da amostra, sendo utilizada para estimar o teor de cinzas totais e identificar possíveis contaminações por solo, especialmente em volumosos conservados (SILVA; QUEIROZ; VALADARES FILHO, 2017). Além disso, a determinação da MM fornece subsídios para avaliação indireta do equilíbrio mineral da dieta, contribuindo para a prevenção de distúrbios metabólicos e melhor desempenho produtivo dos animais, sendo etapa indispensável na caracterização nutricional completa dos alimentos (SILVA; QUEIROZ; VALADARES FILHO et al., 2016).

4.5. Uso de programas para predição do desempenho em bovinos leiteiros.

Os programas de predição de desempenho consistem em modelos matemáticos que

integram informações sobre exigências nutricionais, baseada nas características dos animais, composição dos alimentos e informações do ambiente para estimar consumo, ganho de peso e produção, constituindo ferramenta fundamental para o planejamento nutricional e a tomada de decisão em sistemas pecuários modernos (ARAÚJO; ZANETTI, 2019).

No contexto produtivo, essas ferramentas permitem simular cenários, ajustar dietas e aumentar a eficiência do uso de nutrientes, contribuindo diretamente para a rentabilidade e sustentabilidade da atividade (DETMANN et al., 2016). A evolução desses modelos tem origem nos sistemas do NRC, que inicialmente utilizavam equações empíricas e, ao longo do tempo, passaram a incorporar abordagens mecanicistas baseadas na dinâmica ruminal e no metabolismo dos nutrientes, influenciando diretamente o desenvolvimento de sistemas nacionais como o BR-Corte (VALADARES FILHO et al., 2016). A maioria dos modelos de nutrição animal usados para formular dietas em fazendas utiliza uma combinação de abordagens mecanísticas e empírica (TEDESCHI et al., 2005).

A versão mais recente do NASEM (2021) trouxe importantes avanços, como o refinamento das estimativas de proteína metabolizável, melhor descrição da digestibilidade da fibra e maior precisão na predição do consumo e do desempenho animal, ampliando a aplicação dos modelos em diferentes condições produtivas. A utilização prática do NASEM como preditor de desempenho envolve a inserção de dados referentes aos alimentos, ao consumo e às características dos animais, permitindo simulações que orientam ajustes nutricionais e estratégias de manejo alimentar, sendo ferramenta de grande aplicabilidade nas propriedades (NASEM 2021).

Modelos nutricionais mecanicistas têm sido amplamente utilizados na bovinocultura leiteira por permitirem descrever os processos de digestão, fermentação ruminal e metabolismo dos nutrientes de forma integrada (DETMANN et al., 2017). Esses sistemas consideram que o desempenho produtivo resulta da interação entre ingestão de matéria seca, digestibilidade e eficiência de utilização dos nutrientes. Nesse contexto, o modelo proposto pelo NASEM (2021) representa um avanço ao incorporar equações que simulam o fluxo de nutrientes no trato digestivo e sua utilização metabólica, permitindo estimar o potencial produtivo dos animais em diferentes cenários nutricionais (DETMANN et al., 2014).

O funcionamento desses modelos depende da inserção de dados de entrada (*inputs*) representativos do sistema de produção, como a composição química dos alimentos, o consumo de matéria seca, o peso corporal, a produção de leite, o estágio fisiológico e a composição da dieta

(VALADARES FILHO et al., 2016). A composição dos alimentos influencia diretamente a digestibilidade e a disponibilidade de nutrientes no rúmen (AZEVEDO et al., 2011), enquanto o consumo de matéria seca é determinante para o suprimento nutricional e para a predição do desempenho produtivo (OLIVEIRA et al., 2024). Assim, a qualidade dessas informações é fundamental para garantir a acurácia das estimativas geradas pelos modelos (DE PAULA et al., 2019).

Como resultados (*outputs*), modelos como o NASEM (2021) fornecem estimativas da produção de leite baseada no atendimento da energia líquida e proteína metabolizável, permitindo identificar os principais fatores limitantes da dieta (OLIVEIRA et al., 2024). A análise dessas variáveis possibilita realizar ajustes na formulação da dieta, contribuindo para maior eficiência produtiva e melhor aproveitamento dos nutrientes (MACHADO et al., 2011). Dessa forma, a modelagem mecanicista constitui uma ferramenta essencial para a nutrição de precisão e para a tomada de decisão em sistemas de produção leiteira (DETMANN et al., 2017).

Estudos conduzidos em sistemas de produção brasileiros demonstram que modelos de predição apresentam elevada capacidade de estimar o desempenho animal, sendo o modelo Pampa Corte um exemplo de ferramenta validada experimentalmente, com boa concordância entre valores simulados e observados em condições reais de produção (TREVISAN et al., 2009).

Embora os modelos de predição de desempenho, como os sistemas NRC/NASEM, tenham evoluído significativamente e sejam amplamente utilizados para estimar consumo de matéria seca, digestibilidade e produção animal, ainda existem limitações quanto à sua aplicação em diferentes condições de produção (NASEM, 2021). De modo geral, esses modelos foram desenvolvidos a partir de bancos de dados oriundos de sistemas de clima temperado, com predominância de vacas da raça Holandesa, de alta produção e mantidas em confinamento, o que pode restringir sua aplicabilidade em sistemas distintos (NASEM, 2021). Em condições tropicais, especialmente no Brasil, fatores como a variabilidade na qualidade das forragens, o uso de animais mestiços e sistemas de produção a pasto ou em confinamentos menos intensivos podem resultar em respostas produtivas diferentes daquelas previstas pelos modelos (DETMANN et al., 2017). Além disso, a inclusão de coprodutos e ingredientes alternativos na dieta pode alterar a dinâmica de degradação ruminal e a disponibilidade de nutrientes, impactando diretamente as estimativas de consumo e desempenho (VALADARES FILHO et al., 2016).

Nesse contexto, a aplicação direta desses modelos em condições distintas daquelas em que

foram desenvolvidos pode comprometer sua acurácia, reforçando a necessidade de validação em ambientes tropicais (DETMANN et al., 2017). Dessa forma, torna-se evidente a importância de avaliar o desempenho animal e a adequação dessas ferramentas em diferentes estratégias nutricionais e de manejo, justificando cientificamente o desenvolvimento do presente trabalho (VALADARES FILHO et al., 2016).

5. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de micélio foram coletadas na Fazenda Experimental do Glória, no Setor de Bovinos de Leite (SEBOL) e as análises químicas realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

No SEBOL, as seis cargas de micélio, disponibilizadas pela empresa Cargill, entre os meses de setembro a novembro do ano de 2025, foram despejadas em silo trincheira coberto, sendo o intervalo de entrega das cargas de aproximadamente 10 dias. As amostras foram coletadas no 1º dia de chegada do coproduto, utilizando um cano de PVC para amostrar o material em 10 pontos diferentes, incluindo laterais, meio e fundo, para formação de uma amostra composta (Figuras 2, 3, 4 e 5).



Figura 2. Cano de PVC (2,5 m comprimento) utilizado para amostrar diferentes pontos do micélio.



Figura 3. Altura da boca da ferramenta de coleta das amostras (15cm).



Figura 4. Carga de micélio recebida no dia 15 de setembro de 2025 (A) e 21 de outubro de 2025 (B) (1º dia de armazenamento)



Figura 5. Carga de micélio recebida no dia 15 de setembro de 2025 (3º dia de armazenamento)

As amostras de micélio coletadas foram homogeneizadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 h para determinação da matéria seca ao ar (ASA). Logo em seguida, foram retiradas, pesadas e moídas em moinho de facas do tipo Willey, no tamanho de 1 mm. Foram analisados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de acordo com métodos propostos pelo INCT-CA (DETMANN et al., 2016).

O modelo de predição de produção de leite utilizado foi o *The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine* (NASEM Dairy 8, 2021), versão V8 R2024.05.05. Foram utilizados três cenários de utilização do micélio em sistemas de confinamento. Cenário 1 (produção de leite 25 L e 11% inclusão de micélio); Cenário 2 (produção de leite 25 L e 25% inclusão de micélio) e cenário 3 (produção de leite 40 L e 7% inclusão de micélio).

Os ingredientes usados para simular as dietas nos cenários 1 e 2 foram silagem de milho, milho moído, farelo de soja, DDGS (*Dried Distillers Grains with Solubles*), ureia e núcleo mineral. No cenário 3 foram utilizados os mesmos ingredientes, com inclusão do feno de tifton e farelo de soja *Bypass* (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição das quantidades e percentual de inclusão dos ingredientes utilizados nas simulações (três cenários).

Cenário 1: Produção de leite 25 L e 11% inclusão de micélio		
Ingredientes	Qte (Kg/dia)*	% Total
Silagem de milho	10,53	58,5
Milho moído	1,13	6,26
Farelo de Soja	1,96	10,91
DDGS	1,76	9,8
Ureia	0,06	0,06
Núcleo mineral	0,58	3,2
TOTAL	18	100
Cenário 2: Produção de leite 25 L e 25% inclusão de micélio		
Silagem de milho	7,45	46,32
Milho moído	1,29	8,02
Farelo de Soja	1,49	9,28
DDGS	1,29	8,02
Ureia	0,05	0,30
Núcleo mineral	0,49	3,06
TOTAL	16,09	100
Cenário 3: Produção de leite 40 L e 7% inclusão de micélio		
Silagem de milho	11,3	46,79
Milho moído	4,72	19,55
Farelo de Soja	2,01	8,32
DDGS	1,39	5,77
Ureia	0,1	0,41
Farelo de soja <i>ByPass</i>	1,72	7,14
Núcleo mineral	0,69	2,86
Feno de tifton	0,43	1,81
TOTAL	24,16	100

*quantidade em Kg/dia expresso na Matéria Seca; DDGS: *Dried Distillers Grains with Solubles*

As informações dos animais e do ambiente denominados de *inputs* utilizados no programa NASEM (2021) estão descritas para os três cenários na Tabela 3. Para simulações do desempenho nos três cenários foram utilizados valores de composição do micélio, adotando valores mínimos, médios e máximos obtidos dos nutrientes (MS, MM, PB, FDN, FDA, e EE) nas seis cargas avaliadas e posteriormente foram calculadas as previsões de produção de leite baseada no atendimento das exigências de energia líquida e da proteína metabolizável.

Tabela 3. Informações (*inputs*) dos animais e ambiente utilizadas no NASEM (2021) para simulação dos três cenários.

	Cenário 1 e 2: Produção de leite 25 L	Cenário 3: Produção de leite 40 L
Tipo de Animal	Vacas em Lactação	
Raça	Holandesa	
Peso a Maturidade (Kg)	620	630
Idade (meses)	48	48
Peso Corporal (Kg)	600	630
ECC* (1-5)		3,0
%Primíparas		0
Dias em Lactação (dias)		150
Dias em gestação (dias)		0
Idade ao Primeiro Parto (meses)		24
Temperatura (°C)		25
Sistema	Confinamento	
Peso bezerro ao nascimento (Kg)	39,06	40,95
Produção de Leite (Kg)	25	40
% Gordura no leite		3,7
% Proteína no leite		3,3
% Lactose no leite		4,5
Produção de Proteína no leite (Kg/305 dias)**	264	330

*ECC: Escore de Condição Corporal; **Produção de Proteína no leite (Kg/305 dias): Produção de leite na lactação encerrada * % proteína leite/100. Cenário 1 e 2: 8000 mil L/ano * 3,3% = 26.400 Kg ptn/ 100 = 264 Kg proteína/305 dias lactação. Cenário 3: 10000 L/ano * 3,3% = 330 = 330 Kg ptn no leite

Para análise dos dados foram utilizadas ferramentas da estatística descritiva, como medidas de tendência central (média), de dispersão (valores mínimo e máximo) e o coeficiente de variação para entender as características de cada nutriente, sua distribuição e variabilidade, bem como das predições de desempenho baseadas na energia líquida e na proteína metabolizável.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao avaliar a composição química do micélio nas diferentes cargas verifica-se que os teores de matéria seca (MS) apresentaram baixa variabilidade entre as seis cargas avaliadas, indicando maior uniformidade desse componente quando comparado aos demais nutrientes (Tabela 4). O que representa uma vantagem nutricional, pois reduz oscilações na inclusão do ingrediente na dieta. Litz et al. (2014) obtiveram teor médio de matéria seca do coproduto de 16,78%, bem semelhante ao valor médio obtido no presente estudo (16,61%). O coeficiente de variação (CV) constitui uma importante medida para comparar a variabilidade do conjuntos de dados. Valores reduzidos de CV indicam maior homogeneidade dos dados, enquanto coeficientes elevados refletem maior dispersão e influência de fatores externos. Dessa forma, a baixa variabilidade observada para a matéria seca evidencia maior estabilidade do ingrediente e reduz a possibilidade de erros na inclusão desse coproduto nas dietas (SIMIONE; TEIXEIRA; PINA, 2018).

Em contrapartida, a proteína bruta (PB) apresentou alta variação entre as cargas analisadas (CV=16,17%, Tabela 3). Essa oscilação pode ser explicada pela natureza do micélio, cuja composição depende da proporção entre biomassa fúngica, resíduos do substrato e compostos provenientes do processo fermentativo (GONÇALVES et al., 2014). Andrade (2021) ressalta que pequenas alterações na composição do substrato utilizado durante a fermentação podem modificar significativamente o teor proteico do coproduto. Considerando que a proteína é um dos principais nutrientes responsáveis pela síntese de proteína microbiana no rúmen e pelo fornecimento de proteína metabolizável aos animais, portanto, alterações na composição proteica dos ingredientes podem comprometer o balanceamento adequado das dietas e reduzir a eficiência de utilização dos nutrientes, principalmente em sistemas intensivos de produção leiteira (RIBEIRO; MACEDO; SILVA, 2014). Assim, em decorrência das elevadas oscilações entre as cargas avaliadas do micélio, é necessário realizar análise frequente do teor de PB para eventuais correções na formulação das dietas.

Tabela 4. Composição química do micélio em seis cargas.

CARGAS	MS	MM	PB	FDN	FDA	EE	CNF
1	15,47	1,40	17,55	68,09	50,38	1,06	11,91
2	19,62	1,65	19,78	55,98	46,68	1,13	21,46
3	16,84	0,72	14,80	71,64	54,82	1,17	11,67
4	16,01	0,62	14,75	77,35	62,54	1,06	6,22
5	15,85	0,55	13,44	78,66	61,41	0,81	6,55
6	15,87	0,72	20,74	71,03	56,81	0,79	6,73
MÉDIA	16,61	0,94	16,84	70,46	55,44	1,00	10,75
MÍNIMO	15,47	0,55	13,44	55,98	46,68	0,79	6,22
MÁXIMO	19,62	1,65	20,74	78,66	62,54	1,17	21,46
DP	1,41	0,42	2,72	7,43	6,14	0,15	5,34
CV	8,48	44,62	16,17	10,55	11,07	14,85	49,69

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta, FDN: fibra insolúvel em detergente neutro, FDA: fibra insolúvel em ácido, EE: extrato etéreo e CNF: carboidratos não fibrosos.

A concentração de matéria mineral (MM) também apresentou alto coeficiente de variação, entretanto esse comportamento é esperado para nutrientes presentes em pequenas concentrações, uma vez que pequenas diferenças analíticas produzem grandes alterações percentuais no coeficiente de variação. Souza e Picchi (2003), ao avaliarem programas colaborativos Inter laboratoriais, demonstraram que componentes minerais frequentemente apresentam maior dispersão entre análises laboratoriais, sendo necessária interpretação conjunta do valor médio, do desvio-padrão e do coeficiente de variação para uma avaliação mais precisa. Ademais, como as cargas do micélio foram despejadas diretamente no solo, é possível ter ocorrido contaminação nas amostras coletadas.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) apresentaram elevada variação entre as cargas analisadas, uma vez que essa fração é calculada por diferença, utilizando os valores de matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro. Dessa forma, pequenas variações analíticas na determinação desses nutrientes, se acumulam no cálculo final dos CNF, aumentando sua variabilidade. Esse comportamento é amplamente descrito na literatura e não necessariamente indica instabilidade nutricional do ingrediente (SOUZA; PICCHI, 2003).

Os valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram acima dos encontrados por Gonçalves et al., (2014) e Meschiatti (2015). Segundo esses autores, essa característica decorre principalmente da presença da parede celular do fungo e dos resíduos fibrosos provenientes do substrato utilizado durante a fermentação. Ananias (2023) complementa que a composição estrutural do micélio inclui polissacarídeos e componentes da parede celular fúngica que contribuem para o aumento da fração fibrosa do material.

Apesar do elevado teor de (FDN) e (FDA) essas características, isoladamente, não implicam em menor valor nutricional do micélio, uma vez que a utilização da fração fibrosa pelos ruminantes depende de sua composição química, digestibilidade e interação com os demais componentes da dieta (ANANIAS, 2023). Além disso, Ananias (2023) demonstrou que coprodutos da indústria do ácido cítrico podem ser utilizados em dietas para vacas leiteiras sem prejuízo ao desempenho produtivo quando adequadamente balanceados. Assim, o valor nutricional do micélio deve ser interpretado de forma integrada, considerando sua composição bromatológica, sua digestibilidade e seu nível de inclusão na dieta, e não apenas o teor de FDN (ANDRADE, 2021; GONÇALVES et al., 2014).

Tabela 5. Produção de leite predita e níveis nutricionais da dieta de vacas leiteiras produzindo 25L e consumindo micélio (11%MS) na dieta total.

MICÉLIO	PL predita Eliq (Kg/dia)	PL predita Pmet (Kg/dia)	PL predita NASEM (Kg/dia)	PB (% MS)	PDR (% MS)	Ptn Met (g/dia)	Eliq Dieta (Mcal/Kg)	Custo alimentar (R\$/an/dia)
Nutrientes méd.	26,69	26,57	26,73	15,78	10,8	1732	1,72	20,5
Nutrientes min	27,02	25,85	26,79	15,4	10,5	1696	1,73	20,5
Nutrientes máx.	26,43	27,4	26,71	16,2	11	1772	1,71	20,5
DP (L)	0,29	0,78	0,04					
CV (%)	1,11	2,92	0,16					

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Eliq: energia líquida; Pmet: proteína metabolizável; PDR: proteína degradável no rúmen.

Apesar da variabilidade na composição da maioria dos nutrientes presentes no micélio, quando se utilizou esse coproduto no cenário 1, com inclusão de 11% para vacas produzindo 25 litros de leite por dia (Tabela 5), a variabilidade bromatológica exerceu pequena influência sobre a produção de leite predita pela energia líquida e proteína metabolizável. Os baixos coeficientes de

variação observados indicam que, nesse nível de inclusão, as diferenças entre cargas possuem reduzido impacto sobre o desempenho previsto dos animais. Esse resultado está de acordo com Ananias (2023), que verificou estabilidade no desempenho de vacas alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria do ácido cítrico quando utilizados em inclusão de 3% da MS na TMR, tanto *in natura* quanto ensilada.

Tabela 6. Produção de leite predita e níveis nutricionais da dieta de vacas leiteiras produzindo 25L e consumindo micélio (25%MS) na dieta total.

MICÉLIO	PL predita Eliq (Kg/dia)	PL predita Pmet (Kg/dia)	PL predita NASEM (Kg/dia)	PB (% MS)	PDR (% MS)	Ptn Met (g/dia)	Eliq Dieta (Mcal/Kg)	Custo alimentar (R\$/an/dia)
Nutrientes méd.	25,8	25,16	23,45	16	10,87	1615	1,81	15,8
Nutrientes mín.	26,45	23,7	23,58	15,15	10,32	1542	1,84	15,8
Nutrientes máx.	25,3	26,83	23,42	16,97	11,5	1695	1,90	15,8
DP (L)	0,58	1,57	0,09					
CV (%)	2,23	6,22	0,36					

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Eliq: energia líquida; Pmet: proteína metabolizável; PDR: proteína degradável no rúmen.

Por outro lado, como é possível verificar na tabela 6, as simulações com inclusão de 25% de micélio evidenciaram maior variação nos parâmetros relacionados à proteína bruta, proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína metabolizável, indicando que o aumento da participação desse coproduto torna o balanceamento proteico da dieta mais sensível às oscilações de sua composição química. Sob essa condição, diferenças relativamente pequenas entre os lotes refletem-se em maiores alterações nas predições do modelo nutricional, demonstrando que níveis elevados de inclusão exigem caracterização bromatológica mais frequente para reduzir erros de formulação. Esse comportamento é coerente com o observado por Ananias (2023), que ressalta a necessidade de monitoramento da composição dos coprodutos da indústria do ácido cítrico para sua utilização em dietas de vacas leiteiras, e com Andrade (2021), que evidencia a influência da variabilidade de coprodutos sobre o valor nutricional das dietas durante o armazenamento e utilização.

Nos dois cenários (Tabelas 5 e 6) é importante ressaltar o custo alimentar, no qual no cenário de menor inclusão do coproduto (11%) o custo alimentar era de R\$20,80, sendo que no cenário de maior inclusão (25%), o custo alimentar foi de R\$15,80, o que representa uma economia

de R\$4,7/animal/dia, ou seja, uma dieta 23% mais barata, por animal, quando comparada à dieta com menor inclusão. Essa redução no custo alimentar tem grande importância na rentabilidade do sistema.

Tabela 7. Produção de leite predita e níveis nutricionais da dieta de vacas leiteiras produzindo 40L e consumindo micélio (7%MS) na dieta total.

MICÉLIO	PL pred Eliq (Kg/dia)	PL pred Pmet (Kg/dia)	PL predita NASEM (Kg/dia)	PB (%MS)	PDR (%MS)	Ptn Met (g/dia)	Eliq Dieta (Mcal/Kg)	Custo (R\$/an/dia)
Nutrientes méd.	42,41	40,63	34,29	18,09	12,28	2476	1,76	31,62
Nutrientes mín.	42,66	40,3	34,37	17,86	12,13	2458	1,76	31,62
Nutrientes máx.	42,2	41,01	34,24	18,36	12,46	2496	1,75	31,62
DP (L)	0,23	0,36	0,07					
CV (%)	0,54	0,87	0,19					

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Eliq: energia líquida; Pmet: proteína metabolizável; PDR: proteína degradável no rúmen.

Nas simulações com inclusão de 7% de micélio para vacas produzindo 40 litros de leite por dia, novamente foram observados baixos coeficientes de variação para os indicadores de desempenho (Tabela 7). Esse resultado demonstra que pequenas inclusões do coproduto reduzem significativamente o impacto da variabilidade bromatológica sobre a formulação das dietas, permitindo sua utilização sem comprometer o atendimento das exigências nutricionais de animais de alta produção. Andrade (2021) destaca que, em sistemas intensivos, coprodutos devem ser utilizados de forma estratégica, complementando a dieta e não substituindo integralmente ingredientes de elevada densidade energética.

Nos cenários com produção de leite de 40 L não foram realizadas maiores inclusões do micélio, uma vez que se pressupõe que o micélio possui baixa concentração de amido, em decorrência das fontes de substratos utilizados na produção do mesmo e dos baixos teores de carboidratos não fibrosos encontrados (média de 10,75%). A inclusão do micélio em dietas de vacas de alta produção torna-se desafiadora, uma vez que o amido é fundamental para a produção de ácido propiônico, que está diretamente relacionado com a síntese de lactose e, consequentemente, produção de leite.

Por fim, os coeficientes de variação nas predições de desempenho encontrados nos três

cenários de simulação, são considerados baixos de acordo com os parâmetros de avaliação propostos por Ferreira, Silva e Jangarelli (2015), que consideram baixos os coeficientes de variação para produção de leite de até 7,5%. Reitera-se que o valor mais alto, encontrado, do coeficiente de variação foi de 6,22 para produção de leite predita pela proteína metabolizável no cenário 2, das vacas com produção de 25 litros e utilização de 25% de inclusão de micélio.

7. CONCLUSÃO

O micélio possui potencial para compor a alimentação de vacas leiteiras, sendo alternativa viável e interessante, para redução dos custos com alimentação. Contudo, sua utilização deve ser precedida de análises bromatológicas periódicas e de criteriosa formulação nas dietas, uma vez que a variabilidade de sua composição nutricional pode comprometer as previsões de desempenho produtivo quando empregado em maiores níveis de inclusão (25%) em vacas leiteiras produzindo 25 Litros.

Em contrapartida, dietas com menores níveis de inclusão de micélio (11%) apresentaram pouca variação nas estimativas de produção de leite baseadas tanto na proteína metabolizável quanto na energia líquida, indicando maior estabilidade nutricional e menor sensibilidade às oscilações da composição bromatológica do ingrediente.

8. REFERÊNCIAS

ANANIAS, João Vitor Araújo. **Silagem de dieta total com coprodutos do milho e do ácido cítrico para vacas em lactação**. 2023. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2023. Disponível em: [Repositório Institucional da Unimontes](#). Acesso em: 9 jul. 2026.

ANDRADE, Giovana Rodrigues Theodoro de. **Silagens de dieta total com inclusão de coprodutos submetidas a quatro tempos de estocagem, com e sem aditivo**. 2021. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.479>. Disponível em: [Repositório Institucional da UFU](#). Acesso em: 9 jul. 2026.

ARAÚJO, Lúcio Francelino; ZANETTI, Marcus Antonio. **Nutrição animal**. 1. ed. Barueri: Manole, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). Estatísticas. São Paulo: ABIOVE, [s. d.]. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 23 out. 2025.

AZEVEDO, José Augusto Gomes; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; PINA, Douglas dos Santos; DETMANN, Edenio; VALADARES, Rilene Ferreira Diniz; PEREIRA, Luiz Gustavo Ribeiro; SOUZA, Natália Krish de Paiva; SILVA, Luiz Fernando Costa e. **Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1052–1060, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000500017>. Disponível em: <https://rbz.org.br/pt-br/article/consumo-digestibilidade-total-producao-de-proteina-microbiana-e-balanco-de-nitrogenio-em-dietas-com-subprodutos-de-frutas-para-ruminantes/>. Acesso em: 9 jul. 2026.

BERCHIELLI, Telma Teresinha; PIRES, Alexandre Vaz; OLIVEIRA, Simone Gisele de (org.). **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO LEITE (CILEite). **Leite em números**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <https://www.cileite.com.br/>. Acesso em: 22 out. 2025.

COSTA E SILVA, Luiz Fernando; DETMANN, Edenio; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; PAULINO, Mário Fonseca; PINA, Douglas dos Santos; VALENTE, Ériton Egídio Lisboa; BARROS, Livia Vieira; MARTINS, Leandro Soares; FRANCO, Marcelo Oliveira. **Evaluation of indigestible neutral detergent fiber as an internal marker in ruminant trials**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 48, e20180184, 2019. DOI: 10.1590/rbz4820180184.

CRISTO-DINIZ, Poliana Cristina de Oliveira; MENDES NETO, Edilberto Batista; TAVARES, Marcelo. **Produção do leite: a relação entre os fatores determinantes do custo de produção e**

os preços pagos ao produtor. *Revista Gestão e Secretariado*, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 861–880, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7769/gesec.v13i3.1379>

DE PAULA, Nelcino Francisco; PAULINO, Mário Fonseca; COUTO, Victor Rezende Moreira;

DETMANN, Edenio; MACIEL, Ivan França Smith; BARROS, Livia Vieira; LOPES, Sidnei Antônio; VALENTE, Ériton Egídio Lisboa; ZERVOUDAKIS, Joanis Tilemahos; MARTINS, Leandro Soares. **Efeitos do plano de suplementação sobre o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, crescimento e características de carcaça de bovinos de corte em pastejo.** *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 40, n. 6, supl. 2, p. 3233–3248, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3233.

DETMANN, Edenio; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; PAULINO, Mário Fonseca; HUHTANEN, Pekka; LEÃO, Maria Ignêz; SILVA, Luís Fernando Costa e; PINA, Douglas dos Santos. **Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos: uma revisão baseada em resultados obtidos no Brasil.** *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 4, supl., p. 2829-2854, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2829.

DETMANN, Edenio; SOUZA, Marco Antônio; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; QUEIROZ, Augusto César de; BERCHIELLI, Telma Teresinha; SALIBA, Eloísa de Oliveira Simões; CABRAL, Luciano da Silva; PINA, Douglas dos Santos; LADEIRA, Márcio Machado; AZEVÊDO, José Augusto Gomes. **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2016.

DETMANN, Edenio; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; SILVA, Luís Fernando Costa e; CABRAL, Luciano da Silva; PINA, Douglas dos Santos; LADEIRA, Márcio Machado; AZEVÊDO, José Augusto Gomes; SILVA, Ronaldo Lopes Oliveira; CHIZZOTTI, Mário Luiz. **Nutrição de ruminantes.** 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Anuário leite 2025: indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de

Leite, 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço energético nacional 2025: ano base 2024**. Brasília, DF: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 23 out. 2025.

FERREIRA, Rafael Lopes; SILVA, Rodrigo Barbosa; JANGARELLI, Marcelo. **Propostas metodológicas para classificar o coeficiente de variação na experimentação animal**. In: REUNIÃO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 3., 2015, Seropédica. *Anais...* Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2015. p. 1–2.

GONÇALVES, Mayara Fabiane; OLIVEIRA, Maiana Visoná; NOGUEIRA, Henrique Cesar Rodrigues; SANTOS, Alexsandro Patrício Silva; FRANÇA, André Madeira Silveira; HERMISDORFF, Isis da Costa; SANTOS, Ricarda Maria dos. **Desempenho de novilhas alimentadas com co-produtos da indústria do milho ou do ácido cítrico**. *Veterinária Notícias*, Uberlândia, v. 20, n. 1, 2014. DOI: 10.14393/VTV20N1a2014.24600.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da pecuária municipal 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 out. 2025.

LITZ, Fernanda Heloisa; FERNANDES, Evandro de Abreu; PIMENTA, Cesar Calabria; FAGUNDES, Naiara Simarro; FERREIRA, Isabel Cristina; GONÇALVES, Mayara Fabiane. **Avaliação bromatológica e digestibilidade *in vitro* de rações para bovinos formuladas com coprodutos da indústria do milho e do ácido cítrico**. *Veterinária Notícias*, Uberlândia, v. 20, n. 2, 2014. DOI: 10.14393/VTv20n2a2014.23560.

MACHADO, Polyana Albino Silva; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; VALADARES, Rilene Ferreira Diniz; PAULINO, Mário Fonseca; PINA, Douglas dos Santos; PAIXÃO, Mônica Lopes. **Parâmetros nutricionais e produtivos em bovinos de corte a pasto alimentados com diferentes quantidades de suplemento**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1303–1312, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000600020.

MESCHIATTI, Murillo Alves Porto. **Substituição do milho moído por co-produtos da indústria de processamento do ácido cítrico em dietas de terminação de bovinos em confinamento**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área de Concentração: Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). *Anuário da cerveja 2025: ano base 2024*. Brasília, DF: MAPA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 23 out. 2025.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (NASEM). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 8th rev. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2021. DOI: 10.17226/25806.

PEREIRA, Luiz Gustavo Ribeiro; AZEVEDO, José Augusto Gomes; PINA, Douglas dos Santos; BRANDÃO, Luciano Galvão Nogueira; ARAÚJO, Gherman Garcia Leal de; VOLTOLINI, Tadeu Vinhas. **Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 30 p. (Documentos, 220). ISSN 1808-9992.

RIBEIRO, Mária Bruna Pereira; OLIVEIRA, Letícia Parreira. **Formação territorial do Triângulo Mineiro (MG): a cidade de Uberlândia como centro comercial**. InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, Grajaú, v. 1, n. 2, p. 188–203, 2015.

RIBEIRO, Paola Rezende; MACEDO, Gilberto de Lima; SILVA, Simone Pedro da. **Aspectos nutricionais da utilização da proteína pelos ruminantes**. Veterinária Notícias, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 1–14, jul./dez. 2014. DOI: 10.14393/VTv20n2a2014.24867.

ROCHA, Diego Tavares; CARVALHO, Glauco Rodrigues; RESENDE, José Carlos. **Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020.

SANTOS, Flávio Augusto Portela; PEDROSO, Alexandre Mendonça. **Metabolismo de proteínas em ruminantes e suas implicações na produção de leite**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 40, p. 165–176, 2011.

SANTOS, Silvia Ferreira dos; GONÇALVES, Mayara Fabiane; RIOS, Maisa Paschoal; NOGUEIRA, Ana Paula Carneiro; GOMES, Camila Takassugui; SOUZA, Rafael Rocha de; FERREIRA, Isabel Cristina. Coprodutos na alimentação de ruminantes: com destaque ao farelo úmido de glúten de milho. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 74–86, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/23008>. Acesso em: 13 jul. 2026.

SILVA, Djalma José; QUEIROZ, Augusto César de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002.

SIMIONI, Tiago Adriano; TEIXEIRA, Ubiara Henrique Gomes; PINA, Douglas dos Santos. **Avaliação da variabilidade de variáveis de interesse zootécnico para comparação de médias de tratamentos aplicados a bovinos de corte confinados**. Revista Brasileira de Biometria, Lavras, v. 36, n. 4, p. 780–790, 2018. DOI: 10.28951/rbb.v36i4.302.

SOUZA, Gilberto Batista de; PICCHI, Cristina Maria Cirino. Programa colaborativo interlaboratorial ano 6 – 2003. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MÉTODOS DOS LABORATÓRIOS DA EMBRAPA, 8., 2003, Jaguariúna, SP. **Novas perspectivas para os laboratórios da Embrapa**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

TEDESCHI, Luis Orlindo; FOX, Danny Gene; TYLUTKI, Todd Paul. Mathematical models in ruminant nutrition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 76–91, jan./fev. 2005. DOI: 10.1590/S0103-90162005000100014.

TREVISAN, N. B. *Desempenho de bovinos simulado pelo modelo Pampa Corte e obtido por experimentação*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 173-181, 2009.

UNIÃO NACIONAL DO ETANOL DE MILHO (UNEM). **Produção de etanol de milho e**

coprodutos no Brasil. 2024. Disponível em: <https://etanoldemilho.com.br>. Acesso em: 23 out. 2025.

VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; SILVA, Luiz Fernando Costa e; GIONBELLI, Mateus de Paula; ROTTA, Paulo Paulino; MARCONDES, Marcos Inácio; CHIZZOTTI, Mário Luiz; PRADOS, Luciano Fernandes. **BR-CORTE: exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados.** 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2016.

VALENTE, Thiago Nunes Pires; DETMANN, Edenio; QUEIROZ, Augusto César de; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; GOMES, Danielle Inácio Alves; FIGUEIRAS, Juliana Ferreira; CHIZZOTTI, Mário Luiz. **Avaliação da lignina em alimentos para ruminantes.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 68, n. 4, p. 1085–1094, 2016. DOI: 10.1590/1678-4162-8224.

VAZ, Fabiano Nunes; ZONIN, Wilson José; SILVA, Matheus Henrique da; PÖTTER, Luciana; BRONDANI, Ivan Luiz; MOURA, André de; ARAÚJO, Guilherme de. **Custo da produção leiteira em unidades de agricultura familiar.** ABCustos, São Leopoldo, v. 18, n. 2, p. 68–97, 2023. DOI: 10.47179/abcustos.v18i2.673.