UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE JABOTICABAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR EM PESQUISA E EXTENSÃO DO CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" – FACULDADES DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS – UNESP FCAV.

Victor Ribeiro Monteiro de Fernando

Jaboticabal- SP

06/2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE JABOTICABAL

DESEMPENHO DE TOURINHOS NELORE EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO COM DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS ASSOCIADAS OU NÃO AO TANINO

Victor Ribeiro Monteiro de Fernando

Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis
Orientador

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, para graduação em MEDICINA VETERINÁRIA.

Jaboticabal – SP
06/2026

D313d

De Fernando, Victor Ribeiro Monteiro
Desempenho de tourinhos nelore em terminação intensiva a pasto com diferentes fontes energéticas associadas ou não ao tanino / Victor Ribeiro Monteiro De Fernando. -- Jaboticabal, 2026
59 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Ricardo Andrade Reis

1. Nutrição animal. 2. Bovinos de corte. 3. Pastagens Manejo. 4. Taninos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus Jaboticabal

Victor Ribeiro Monteiro de Fernando

DESEMPENHO DE TOURINHOS NELORE EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO COM DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS ASSOCIADAS OU NÃO AO TANINO

Relatório de Estágio em Pesquisa e Extensão apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em **Medicina Veterinária**.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

Área de Concentração: Forragicultura

Trabalho aprovado em 08/07/2026

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br RICARDO ANDRADE REIS
Data: 10/07/2026 17:09:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br MATHEUS MELLO SILVA
Data: 10/07/2026 15:23:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Me. Matheus Mello Silva
UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br IGOR MACHADO FERREIRA
Data: 09/07/2026 17:52:32-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Dr. Igor Machado Ferreira

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE MAURICIO BARBANTI DUARTE
Data: 12/07/2026 17:19:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte

Chefe do Departamento de Zootecnia

Agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, orientador e coordenador do Setor de Forragicultura, pela oportunidade, confiança e ensinamentos ao longo de todo o período de estágio. Agradeço também aos pós-graduandos Fábio Eduardo Giampietro Júnior, Willi Rocha Meireles, Isadora Alves Dornellas, Izabela Larosa Rigobello, Richard Vaquero Ribeiro, Verônica Sophia Degger, Isadora Menezes Costa Tarôco, Matheus Mello Silva, Juliana Duarte Messana, Abmael da Silva Cardoso, Igor Machado Ferreira, pela parceria, paciência e por todo o conhecimento compartilhado nas atividades de campo e de laboratório. Estendo também meus agradecimentos aos demais estagiários e colegas que dividiram comigo a rotina diária do setor, pelo companheirismo e colaboração em cada trato, coleta e análise realizados.

Aos meus amigos Arthur, João Victor, Gabriel, Giovanna, Larissa, Heloísa e Fernanda, ficam aqui meus agradecimentos pelos momentos vividos.

Agradeço também à minha república, A Casa-Lar, que durante cinco anos foi muito mais do que um lugar para morar. Foi meu lar durante a graduação, palco de inúmeras histórias, aprendizados, dificuldades e conquistas. Agradeço a todos que fizeram parte dessa trajetória, pela amizade, companheirismo, apoio nos momentos difíceis e por tornarem esses anos tão especiais e inesquecíveis.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro que viabilizou o desenvolvimento das pesquisas aqui descritas.

Sumário

Sumário 6

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA 9

1. CENÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA 9
2. PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM SISTEMAS A PASTO NO BRASIL 11
3. SAZONALIDADE DOS PASTOS TROPICAIS E DESAFIOS NUTRICIONAIS 13
4. TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO 16
5. USO DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES 17

5.1. Casca de soja 18

5.2. Pele de Amendoim 20

6. TANINOS 22

6.1. Efeitos dos taninos condensados no metabolismo ruminal e desempenho animal 23

CAPÍTULO 2 – 25

1 INTRODUÇÃO 25

1.1. Avaliação de diferentes fontes proteicas associadas ou não ao tanino na terminação intensiva a pasto (TIP) de bovinos Nelore 25

1.2. Avaliação da suplementação energética associada ao tanino condensado em tourinhos Nelore recriados a pasto 25

1.3. Avaliação dos efeitos da adição de tanino na terminação intensiva de tourinhos Nelore a pasto 26

1.4. Avaliação de fontes de fertilizantes nitrogenados em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sobre o desempenho da recria de tourinhos Nelore e emissões de gases de efeito estufa 26

1.5. Combinações de fontes proteicas e energéticas com taninos condensados na recria a pasto e na terminação em confinamento de bovinos Nelore 27

1.6. Potencial de bactérias fixadoras de nitrogênio em substituir a fertilização nitrogenada na produção e qualidade do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu 27

1.7. Avaliação de estratégias de suplementação de bovinos produzidos a pasto com objetivo de maximizar a produção de carcaça 28

2. MATERIAL E MÉTODOS 28

2.1. Avaliação de diferentes fontes proteicas associadas ou não ao tanino na terminação intensiva a pasto (TIP) de bovinos Nelore 29

2.2. Avaliação da suplementação energética associada ao tanino condensado em tourinhos Nelore recriados a pasto 29

2.3. Avaliação dos efeitos da adição de tanino na terminação intensiva de tourinhos Nelore a pasto 30

2.4. Avaliação de fontes de fertilizantes nitrogenados em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sobre o desempenho da recria de tourinhos Nelore e emissões de gases de efeito estufa 31

2.5. Combinações de fontes proteicas e energéticas com taninos condensados na recria a pasto e na terminação em confinamento de bovinos Nelore 31

2.6. Potencial de bactérias fixadoras de nitrogênio em substituir a fertilização nitrogenada na produção e qualidade do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu..... 32

2.7. Avaliação de estratégias de suplementação de bovinos produzidos a pasto com objetivo de maximizar a produção de carcaça 33

3. RESULTADOS.....34

3.1. Efeito da precipitação sobre a taxa de acúmulo e massa de forragem de pastos adubados com diferentes fontes de nitrogênio 34

3.2. Emissões de óxido nitroso (N2O) utilizando adubação nitrogenada com diferentes fontes como estratégia de intensificação e mitigação em pastagens 34

3.3. Desempenho de tourinhos Nelore em pastos de capim Marandu suplementados com DDGS ou farelo de amendoim 35

3.4. Desempenho de tourinhos Nelore suplementados com DDGS na pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés durante o período das águas..... 35

3.5. Desempenho e características de carcaça de bovinos alimentados com DDGS ou farelo de amendoim em confinamento 36

3.6. Desempenho e intensificação produtiva de Nelore suplementados com DDGS na estação seca em pastagens tropicais 36

3.7. Efeito da inoculação com *Lactobacillus buchneri* sobre a fração fibrosa e a digestibilidade da silagem de milho..... 37

3.8. Efeito da utilização de aditivo antimetanogênico sob parâmetros ruminais de tourinhos Nelore recriados em confinamento 38

3.9. Efeito do ano de avaliações sobre a taxa de lotação e o ganho por área em pastos fertilizados com diferentes fontes de adubo nitrogenado..... 38

3.10. Emissão de metano entérico de tourinhos Nelore recriados em pastagens de capim Marandu suplementados com DDGS+Rumin8 durante a estação chuvosa 39

3.11. Modelos preditivos para estimativa do peso final e peso de carcaça de bovinos confinados 40

3.12. Perfil fermentativo de silagens de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* em diferentes doses de inclusão 40

3.13. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em tourinhos Nelore terminados intensivamente a pasto suplementados com fontes energéticas associadas ao tanino..... 41

3.14. Influência de diferentes fontes energéticas associadas ou não ao tanino sobre balanço de nitrogênio em Nelore terminados em pastagens..... 42

3.15. Desempenho de tourinhos Nelore em terminação intensiva a pasto com diferentes fontes energéticas associadas ou não ao tanino 42

4. DISCUSSÃO 43

5. CONCLUSÃO 47

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

1. CENÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA

A população mundial tem crescido continuamente ao longo dos anos, impulsionando o aumento da demanda por proteína animal. De acordo com o *Agricultural Outlook 2024–2034*, elaborado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o consumo global de carne bovina deverá alcançar 84 milhões de toneladas na próxima década.

Para atender a essa demanda, a produção mundial de carne bovina deverá aumentar cerca de 8,0%, enquanto a produção total de carnes poderá crescer aproximadamente 12,0% até 2034. Diante disso, o Brasil destaca-se por sua elevada capacidade produtiva e assume papel estratégico no abastecimento do mercado mundial. Estima-se que o país seja responsável por atender parcela significativa desse crescimento da demanda global, principalmente por meio de ganhos de produtividade decorrentes da adoção de tecnologias, do melhoramento genético, do aprimoramento das práticas de manejo e da suplementação alimentar, sem a necessidade de expansão expressiva das áreas destinadas à pecuária (ABIEC, 2026).

Ano após ano, a pecuária se torna cada vez mais importante para o Brasil no aspecto econômico, em que é responsável por 8,6% do produto interno bruto (PIB) nacional (CEPEA, 2025 e 2026). No ano de 2025, o Brasil se consolidou como o maior produtor e exportador de carne bovina do mundo, deixando os Estados Unidos em segundo lugar no âmbito de produção, segundo o departamento de agricultura dos Estados Unidos (USDA). Tal fato demonstra a constante evolução da pecuária brasileira, cujo abate de bovinos atingiu recorde histórico em 2025, com aumento de 8,2% em relação ao ano anterior (IBGE, 2026), resultado sustentado, sobretudo, por ganhos de produtividade e investimentos em novas tecnologias e inovações no manejo e na nutrição animal.

Atualmente, o Brasil apresenta o maior rebanho comercial do mundo, totalizando 193,93 milhões de cabeças, destacando sua relevância no cenário pecuário global, sendo a atividade pecuária amplamente desenvolvida em sistemas de pastagens que ocupam aproximadamente 160 milhões de hectares. Além disso, do total da produção brasileira de carne bovina, 32,0% foi destinada à exportação, enquanto 68,0% permaneceu no país para atender ao mercado interno, evidenciando

o crescimento simultâneo da produção, das exportações e do consumo doméstico (ABIEC, 2025).

Segundo Dubeux et al. (2017), o crescimento populacional e a globalização da economia têm intensificado a demanda por alimentos, exigindo que os sistemas agropecuários se tornem cada vez mais eficientes, competitivos e sustentáveis. Falhas no manejo, especialmente das pastagens, podem comprometer o desempenho produtivo e econômico dos sistemas de produção de bovinos de corte. A carne bovina brasileira destaca-se mundialmente em razão dos baixos custos de produção proporcionados pelos sistemas desenvolvidos em pastagens.

Entretanto, a crescente demanda por alimentos produzidos em sistemas intensificados e sustentáveis tem impulsionado a adoção de tecnologias e práticas de manejo que aumentem a produtividade e a qualidade da carne. Dessa forma, os sistemas de produção de bovinos de corte em pastagens devem ser fundamentados em estratégias capazes de promover maior eficiência produtiva, conciliando o aumento da produção com a conservação dos recursos naturais e a redução dos impactos ambientais (CARDOSO et al, 2016; CARDOSO et al., 2020).

Embora os sistemas brasileiros de produção de bovinos a pasto sejam predominantemente caracterizados como extensivos, com menor nível de investimento e adoção tecnológica, observa-se um avanço significativo nos indicadores produtivos. A produtividade média aumentou de 66,6 kg de carcaça por hectare em 2023 para 77,3 kg de carcaça por hectare em 2025, mesmo diante da redução da área destinada às pastagens. Esse incremento está associado, entre outros fatores, ao aumento superior a R$ 20 bilhões nos investimentos em insumos e serviços voltados à produção pecuária entre 2023 e 2025, refletindo a crescente intensificação e eficiência dos sistemas produtivos (ABIEC, 2024 e 2026).

Paralelamente, com os avanços observados na suplementação e no manejo nutricional, a Terminação Intensiva a Pasto (TIP) tem se consolidado como uma das principais estratégias de intensificação da pecuária de corte brasileira, onde nos últimos cinco anos, a adoção desse sistema apresentou crescimento superior a 300,0%, alcançando aproximadamente 15,0% dos pecuaristas brasileiros em 2026, com destaque para a região Centro-Oeste, onde cerca de 44,0% dos terminadores já utilizam a tecnologia (PORFÍRIO, 2026).

A TIP combina pastos de alta qualidade com suplementação concentrada, permitindo elevar significativamente a produtividade por área e reduzir o tempo necessário para terminação dos animais. Em 2025, cerca de 1,3 milhão de bovinos foram terminados em sistemas de TIP, contribuindo para que os sistemas intensivos (confinamento e TIP) atingissem o recorde de 11,2 milhões de cabeças, correspondendo a 23,5% dos abates nacionais (ABIEC, 2026).

Nos últimos anos, a intensificação dos sistemas de produção de bovinos de corte também tem sido acompanhada pela crescente utilização de aditivos nutricionais, impulsionada pela busca por maior eficiência produtiva, sustentabilidade e redução dos impactos ambientais da atividade. Essa tendência é refletida pelo crescimento da indústria brasileira de alimentação animal, que movimentou aproximadamente R$ 160 bilhões em 2024 e projeta uma produção de cerca de 94 milhões de toneladas de rações, concentrados e suplementos em 2025, representando crescimento de 3,0% em relação ao ano anterior (SINDIRAÇÕES, 2025).

Além disso, observa-se a ampliação e diversificação das tecnologias nutricionais disponíveis para a pecuária, evidenciada pelas constantes atualizações da lista de aditivos autorizados para alimentação animal pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (BRASIL, 2026). Aditivos como ionóforos, probióticos, prebióticos, leveduras, enzimas, compostos fitogênicos e aditivos mitigadores de metano têm se consolidado como ferramentas estratégicas para aumentar a eficiência alimentar, melhorar o desempenho animal e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de produção de carne bovina (BRASIL, 2026).

2. PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM SISTEMAS A PASTO NO BRASIL

A pecuária de corte brasileira segundo a Embrapa, é predominantemente baseada em pastagens, sendo aproximadamente 95,0% da produção de carne bovina desenvolvida nesse sistema. O país possui cerca de 160 milhões de hectares de pastagens, constituindo uma das maiores áreas destinadas à produção pecuária no mundo. Apesar da relevância desse sistema produtivo, a taxa de lotação média nacional permanece relativamente baixa, em torno de 0,97 UA/ha, evidenciando o potencial existente para aumento da eficiência produtiva por meio da intensificação sustentável. Nos últimos anos, a área ocupada por pastagens tem apresentado

redução gradual em decorrência da expansão das áreas agrícolas, tornando necessária a adoção de estratégias que promovam maior produtividade por unidade de área (ABIEC, 2026).

Segundo Souza Ramos et al. (2017), grande parte dos sistemas de produção em pastagens ainda é caracterizada pela baixa adoção de tecnologias, fator que limita a produtividade animal e a rentabilidade da atividade. A utilização de práticas adequadas de manejo das pastagens, associadas a estratégias nutricionais eficientes, pode contribuir para o aumento da capacidade de suporte dos sistemas, promovendo maior lucratividade, sustentabilidade e produção de carne bovina de elevada qualidade.

Como exemplo, a intensificação dos sistemas de terminação tem se consolidado como uma importante alternativa para aumentar a eficiência produtiva da pecuária de corte. Enquanto sistemas convencionais de terminação a pasto normalmente proporcionam ganhos médios diários entre 0,3 e 0,6 kg animal^{-1} dia^{-1}, a TIP, baseada na combinação de pastos de alta qualidade com suplementação concentrada, pode elevar o desempenho para valores entre 0,9 e 1,5 kg animal^{-1} dia^{-1}. Dessa forma, a TIP possibilita ganhos de peso até três vezes superiores aos observados em sistemas tradicionais, reduzindo o tempo necessário para o acabamento dos animais e aumentando a produtividade por área, tornando-se uma estratégia eficiente para a intensificação sustentável dos sistemas de produção de bovinos de corte (PAULINO et al., 2010; DETMANN et al., 2014; VALLE et al., 2022).

As forrageiras do gênero *Urochloa* predominam historicamente nas pastagens brasileiras e desempenham papel fundamental no desenvolvimento da pecuária nacional. De acordo com Torres González e Morton (2005), a adaptação dessas gramíneas aos solos de baixa fertilidade e elevada acidez característicos do Cerrado foi determinante para a expansão da atividade pecuária na região, contribuindo para a consolidação do Brasil Central como uma importante fronteira agropecuária. Além disso, as espécies desse gênero destacam-se pela elevada capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, apresentando resistência a limitações físicas da fertilidade do solo e a variações climáticas, o que favorece a manutenção de níveis satisfatórios de produção de forragem (MACHADO et al., 2010).

Apesar da elevada adaptação das espécies desse gênero às condições edafoclimáticas brasileiras, a persistência da produtividade dos pastos depende da

adoção de práticas adequadas de manejo. Fatores como elevadas taxas de lotação, ausência de correção e adubação do solo, manejo inadequado do pastejo e deficiência na reposição de nutrientes podem comprometer o vigor das plantas forrageiras e a capacidade produtiva das áreas de pastagem ao longo do tempo, como consequência, observa-se a degradação das mesmas, processo caracterizado pela redução gradual da produtividade e da capacidade de suporte da área, resultando em menor produção de forragem, redução do desempenho animal e diminuição da rentabilidade dos sistemas pecuários (DIAS-FILHO, 2014; FONSECA et al., 2022).

A degradação das pastagens constitui um dos principais fatores limitantes da produtividade da pecuária brasileira, onde estimativas recentes indicam que uma parcela significativa dessas áreas apresenta algum nível de degradação. Dados do Atlas das Pastagens Brasileiras apontam que cerca de 40,0% das pastagens apresentam vigor vegetativo intermediário e sinais de degradação, enquanto aproximadamente 20,0% apresentam baixo vigor vegetativo, caracterizando estágios mais severos de degradação. Além disso, estudo conduzido pela Embrapa identificou cerca de 28 milhões de hectares de pastagens com degradação intermediária ou severa localizadas em áreas com elevado potencial agrícola, evidenciando o potencial da recuperação dessas áreas para o aumento da produtividade agropecuária sem a necessidade de expansão sobre áreas de vegetação nativa (BOLFE et al., 2024).

Diante desse cenário, torna-se evidente que a otimização do uso das áreas de pastagem depende da integração entre práticas adequadas de manejo do pastejo e estratégias nutricionais eficientes. O ajuste da intensidade e da frequência de pastejo, associado ao fornecimento de suplementos compatível com a disponibilidade e a qualidade da forragem, permite elevar a produtividade animal e por área, além de contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de produção. Segundo Reis et al. (2009), o manejo adequado das pastagens tem como objetivo controlar simultaneamente a quantidade e a qualidade da forragem disponível, favorecendo maiores rendimentos produtivos sem comprometer a persistência dos pastos. A adoção de tecnologias de manejo e nutrição animal representa uma alternativa essencial para aumentar a eficiência dos sistemas pecuários brasileiros, conciliando rentabilidade, qualidade da carne e conservação dos recursos naturais.

3. SAZONALIDADE DOS PASTOS TROPICAIS E DESAFIOS NUTRICIONAIS

A premissa para entender as pastagens brasileiras é compreender o fato de serem forrageiras de produção sazonal, nas quais tanto a produção quanto a qualidade da forragem variam ao longo do ano. Durante a época das águas, as condições favoráveis de temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica promovem maior crescimento das plantas e a produção de tecidos mais jovens e nutritivos, enquanto na época da seca a redução da disponibilidade de água limita o crescimento das forrageiras, aumenta a maturidade dos tecidos vegetais e reduz seu valor nutritivo. Essas mudanças nas condições climáticas ocasionam variações na produção, disponibilidade e qualidade da forragem ao longo do ano, gerando um cenário em que dificilmente as exigências nutricionais dos animais são plenamente supridas quando se busca elevados níveis de desempenho produtivo, tornando necessárias estratégias de manejo e suplementação para minimizar os efeitos da sazonalidade sobre os sistemas de produção a pasto, com reflexos diretos na eficiência produtiva e econômica da atividade pecuária (REIS et al.,2012).

Durante a estação chuvosa, os pastos podem apresentar teores de proteína bruta de 16,0 a 18,0% quando adubadas, além de maior digestibilidade e disponibilidade de nutrientes, favorecendo o crescimento dos microrganismos ruminais e o desempenho animal (FONSECA et al., 2022). Em contrapartida, durante a estação seca, o avanço da maturidade das plantas e a redução do crescimento vegetativo promovem o aumento da fração fibrosa e a diminuição dos teores de proteína bruta, que frequentemente atingem valores inferiores a 7,0% da matéria seca (MINSON, 1990). Nessa condição, ocorre limitação da atividade microbiana ruminal em razão da deficiência de proteína degradável no rúmen, reduzindo a digestão da fibra, a produção de ácidos graxos de cadeia curta e a eficiência de utilização dos nutrientes pelos animais. A redução do valor nutritivo da forragem compromete o consumo voluntário, restringindo o aporte de nutrientes necessários para elevados níveis de desempenho produtivo e resultando em menores ganhos de peso dos animais mantidos exclusivamente em pastagens durante esse período (DETMANN et al., 2014; EUCLIDES et al., 2007).

A redução da quantidade e da qualidade da forragem durante o período seco do ano, associada ao aumento da proporção de constituintes fibrosos e tecidos lignificados, compromete o valor nutritivo da dieta consumida pelos animais. Como consequência, ocorre redução da digestibilidade da forragem, menor eficiência da

fermentação ruminal e aumento do efeito de enchimento do rúmen, resultando em menor consumo de matéria seca e, consequentemente, em redução do desempenho animal (VAN SOEST, 1994).

Os desafios existentes na suplementação de animais a pasto no período de seca apresentam-se em sua maioria pela má qualidade do pasto, em que a forragem está com menor teor de proteína bruta e mais conteúdos de tecidos lignificados que geram pior degradabilidade das fibras e maior preenchimento ruminal, sendo assim, é necessário que o concentrado fornecido suplemente a falta dos nutrientes advindos da forragem e incremente a dieta a fim de atingir situações de ganhos satisfatórios de peso, gerando eficiência produtiva do sistema de produção (DETMANN et al., 2010).

O uso da suplementação durante o período de seca entra como a principal estratégia para suprir as exigências nutricionais dos bovinos em sistemas de pastejo. A suplementação de bovinos em pastejo pode modificar o comportamento ingestivo dos animais e a forma como os nutrientes da forragem são utilizados. (MOORE et al., 1999).

A suplementação da dieta de bovinos em pastejo pode promover efeitos aditivos, substitutivos ou associativos sobre o consumo e o aproveitamento da forragem. O efeito aditivo ocorre quando há aumento da ingestão total de nutrientes e do desempenho animal, enquanto o efeito substitutivo é caracterizado pela redução do consumo de forragem em resposta ao fornecimento de suplemento. Já os efeitos associativos decorrem das interações entre suplemento e forragem no ambiente ruminal, podendo favorecer ou limitar a digestão dos nutrientes. A magnitude dessas respostas depende principalmente da qualidade da forragem, do tipo e nível de suplementação adotados (MOORE et al., 1999; REIS et al., 2009).

Considerando os desafios impostos pela sazonalidade das pastos tropicais, a suplementação tem se consolidado como uma das principais ferramentas para reduzir as limitações nutricionais enfrentadas pelos bovinos em pastejo, especialmente durante o período seco, uma vez que o fornecimento de nutrientes complementares às deficiências da forragem contribui para a manutenção da atividade microbiana ruminal, melhora o aproveitamento dos nutrientes disponíveis e possibilita a manutenção ou incremento do desempenho animal mesmo em condições de menor oferta e qualidade do pasto, promovendo maior estabilidade produtiva ao longo do ano

e favorecendo a intensificação dos sistemas de produção a pasto (PAULINO et al., 2008; DETMANN et al., 2014).

Diante disso, tecnologias como a TIP têm ganhado destaque por associarem o uso eficiente da forragem com o fornecimento de suplementos concentrados, possibilitando elevar o ganho de peso, a produtividade por área e a eficiência econômica da atividade sem a necessidade dos elevados investimentos característicos dos sistemas de confinamento (ARAÚJO FILHO et al., 2019; PEZENTE e DEBORTOLI, 2024). Dessa forma, a suplementação deixa de ser apenas uma estratégia para contornar períodos de escassez de nutrientes e passa a atuar como uma importante ferramenta de intensificação sustentável da pecuária de corte brasileira (PAULINO et al., 2008; DETMANN et al., 2014).

4. TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO

O sistema de terminação intensiva a pasto (TIP) é conceitualmente definido como uma alternativa para intensificar a terminação de bovinos de corte a pasto, considerado um meio termo entre o confinamento e a suplementação estratégica, no qual o pasto desempenha o papel do volumoso, devendo estar disponível em abundância para o animal, enquanto o concentrado é fornecido em níveis entre 0,7% e 2,0% do peso vivo, promovendo maior desempenho zootécnico com menor necessidade de infraestrutura quando comparado ao confinamento tradicional (GOMES et al., 2015).

A TIP se torna uma estratégia interessante para ser utilizada pois permite aos produtores utilizar a própria área do pasto para terminar os animais, não demandando novos investimentos com infraestrutura de confinamento e produção de volumoso a fim de suprir o papel da forragem, em que a quantidade de suplemento fornecido, juntamente com a massa de forragem disponível, são peças-chave para ajustar a taxa de lotação do sistema (REIS et al., 2011).

A implementação da TIP pode ser realizada em pastagens já estabelecidas na propriedade, dispensando a abertura de novas áreas e reduzindo a necessidade de investimentos em estruturas típicas de confinamento. A intensificação da produção por meio desse sistema contribui para o aumento da produtividade em áreas já consolidadas, reduzindo a pressão por expansão da atividade pecuária sobre ecossistemas naturais e configurando-se como uma importante estratégia para a

intensificação sustentável da produção de bovinos de corte (STRASSBURG et al., 2014; DIAS-FILHO, 2017).

As dietas utilizadas em sistemas de TIP são frequentemente caracterizadas por elevadas concentrações de energia e proteína provenientes de suplementos concentrados, visando maximizar o desempenho animal. Porém, o aumento de carboidratos rapidamente fermentáveis na dieta intensifica a produção de ácidos graxos voláteis e reduz o pH ruminal, criando condições desfavoráveis para a microbiota fibrolítica e elevando o risco de distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal (NAGARAJA e TITGEMEYER, 2007; BEAUCHEMIN et al., 2022).

A inclusão de fontes de fibra em detergente neutro (FDN), especialmente aquelas que contribuem para a efetividade física da dieta, torna-se fundamental para estimular a mastigação e a ruminação, aumentando a secreção salivar e a capacidade tamponante do ambiente ruminal (MERTENS, 1992; BEAUCHEMIN et al., 2022). Como alternativa para elevar os teores de FDN da fração concentrada sem comprometer a densidade energética da dieta, coprodutos agroindustriais como a casca de soja e a pele de amendoim têm despertado interesse crescente, uma vez que fornecem fibra de elevada digestibilidade e podem contribuir para a manutenção da saúde ruminal, além de promoverem o aproveitamento sustentável de resíduos da agroindústria (JALAL et al., 2023; MUSATI et al., 2023).

5. USO DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

O Brasil destaca-se entre os maiores produtores mundiais de grãos e produtos agroindustriais, o que resulta na geração de grandes volumes de coprodutos e resíduos ao longo das cadeias produtivas (CONAB, 2025). Paralelamente, a crescente preocupação ambiental e as demandas da sociedade por sistemas de produção mais sustentáveis têm impulsionado a busca por alternativas que promovam a valorização desses materiais e reduzam os impactos associados ao seu descarte inadequado (MALENICA et al., 2022).

Os coprodutos agroindustriais passaram a ser reconhecidos como importantes recursos para a alimentação animal, especialmente de ruminantes, devido à sua capacidade de fornecer nutrientes, reduzir custos de alimentação e contribuir para a economia circular, em que materiais anteriormente considerados resíduos vêm sendo

cada vez mais incorporados às dietas animais, agregando valor às cadeias produtivas, reduzindo a competição entre alimentos destinados à nutrição humana e animal e favorecendo a sustentabilidade dos sistemas agropecuários (MALENICA et al., 2022; JALAL et al., 2023; SUN et al., 2024).

Em sistemas nos quais o pasto constitui a principal fonte de volumoso e o suplemento concentrado é utilizado como ferramenta de ajuste nutricional, coprodutos agroindustriais como casca de soja, polpa cítrica, grãos secos de destilaria (DDG) e farelo de algodão assumem papel estratégico como alternativas energéticas, proteicas e de fibra altamente digestível, contribuindo para a manutenção de um ambiente ruminal estável, favorecendo a fermentação microbiana e a eficiência digestiva, o que se reflete em melhor desempenho produtivo dos animais. Além disso, sua utilização reduz a dependência de grãos tradicionais, frequentemente mais onerosos e sujeitos a variações de mercado, promovendo maior eficiência econômica do sistema (VIEIRA et al., 2021).

Em sistemas de terminação intensiva a pasto, essa estratégia é especialmente relevante, pois permite sustentar elevados níveis de ganho de peso em condições de pastejo, ao mesmo tempo em que otimiza o custo da arroba produzida e aumenta a eficiência de uso dos recursos alimentares (NRC- National Research Council, 2016).

5.1. Casca de soja

O beneficiamento industrial do grão de soja resulta na produção da casca de soja como subproduto, a qual pode ser empregada na alimentação de ruminantes, destacando-se por apresentar elevado teor de fibra de alta digestibilidade, contribuindo para a dieta desses animais e podendo substituir parcialmente as forragens tradicionais, sendo classificada como uma fonte de fibra não forrageira (MORAIS et al., 2007; RIBAS & PÔSSAS, 2010).

A casca de soja apresenta composição química relevante quando utilizada em dietas para ruminantes, destacando-se pelo elevado teor de matéria seca de 87,7% e conteúdo proteico de 11,5%. Além disso, caracteriza-se por elevados teores de fibra, com 65,7% de fibra em detergente neutro (FDN) e 48,1% de fibra em detergente ácido (FDA), o que evidencia seu potencial como fonte de fibra altamente digestível. Em relação aos componentes energéticos, observa-se baixo teor de extrato etéreo (0,7%) e presença de carboidratos não fibrosos (20,5%), além de 4,9% de amido. O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) é de 66,0%, enquanto a matéria mineral

correspondeu a 1,6% (RIGOBELLO et al., 2022). Esses resultados evidenciam o potencial da casca de soja como coproduto estratégico em sistemas de produção de ruminantes, especialmente em dietas de alto desempenho.

A elevada digestibilidade e o perfil predominantemente fibroso da casca de soja permitem sua inserção estratégica em sistemas de produção de ruminantes, especialmente em dietas com elevado aproveitamento de fibras de rápida fermentação. Esse comportamento nutricional está associado à sua baixa fração lignificada e à alta disponibilidade de carboidratos estruturais, o que favorece a atividade microbiana ruminal e a produção de ácidos graxos voláteis, contribuindo para o aporte energético do animal. Sua utilização como ingrediente substitutivo parcial de volumosos ou concentrados energéticos pode promover manutenção ou melhoria da eficiência alimentar e do desempenho produtivo, especialmente em sistemas intensivos e semi-intensivos, desde que adequadamente balanceada na dieta total (NEUMANN et al., 2021; HEUZÉ et al., 2023).

Em geral, subprodutos fibrosos apresentam mais energia do que fontes de volumosos comumente utilizados, sendo assim, a adição de casca de soja na suplementação apresenta duas principais vantagens: aumentar consumo de energia e incorporar fibra na dieta. Segundo Ludden et al., 1995, o uso da casca de soja substituindo grãos de cereais evidenciaram alta digestibilidade de FDN e maior produção de ácidos graxos de cadeia curta, em resposta a digestão da fibra e do pH do rúmen que geraram melhor cenário de fermentação ruminal.

Fischer e Mulhbach (1999) seguindo a mesma vertente, relataram um ambiente ruminal mais favorável ao desenvolvimento de bactérias fibrolíticas quando os animais foram alimentados com casca de soja como fonte de energia, podendo estar relacionado com o menor efeito associativo negativo sobre a digestibilidade da fração fibrosa, ocorrendo menor variação de pH que pode ser explicado pela menor produção de ácido láctico. Outro fator considerado é a existência de um reflexo positivo na ingestão de matéria seca que se deve ao fato de que alimentos com fibra potencialmente fermentável gerarem melhores condições para bactérias fibrolíticas (BELYEA et al, 1989).

O tamanho de partícula da casca de soja, geralmente menor em comparação com o da forragem, aumenta a taxa de passagem, interferindo na digestibilidade da dieta. Sendo assim, o fornecimento da casca de soja associada a forragem pode

acarretar em um efeito positivo a digestibilidade, pois a forragem promoverá diminuição da taxa de passagem, permitindo equilíbrio e maior retenção da casca no rúmen (URIO, 2022).

5.2. Pele de Amendoim

Em 2025, o Brasil exportou 311,5 mil toneladas de amendoim, com receita de US$ 366,9 milhões (MAPA, 2026), posicionando-se entre os maiores exportadores mundiais do grão, conforme dados do International Trade Centre (ITC, 2025). A qualidade do produto brasileiro é fator fundamental para estar bem colocado dentre os maiores produtores e exportadores do mundo. A região de Jaboticabal-SP é considerada uma das regiões produtoras mais prósperas de amendoim devido ao cultivo abundante de cana-de-açúcar, a qual necessita de rotação de cultura a fim de renovar o nitrogênio do solo (BARBOSA et al., 2014).

A constante busca por estratégias que promovam melhorias no desempenho animal associadas à redução dos custos de produção tem impulsionado a procura por ingredientes alternativos de menor custo e maior disponibilidade regional. Com isso, a utilização de coprodutos agroindustriais na nutrição de ruminantes destaca-se como uma alternativa capaz de aumentar a eficiência produtiva, econômica e sustentável dos sistemas de produção. O processamento do amendoim gera diversos coprodutos, como pele, casca, farelo e grãos avariados, os quais apresentam potencial para serem utilizados em diferentes estratégias nutricionais devido ao seu valor nutritivo compatível com as exigências dos ruminantes. Dessa forma, esses ingredientes podem substituir parcial ou totalmente alimentos convencionais, frequentemente mais onerosos, contribuindo para a redução dos custos alimentares sem comprometer o desempenho dos animais (ROSA et al., 2019).

Segundo Dalpian et al. (2020), o fruto (vagem e noz) do amendoim é composto por uma casca externa, que corresponde entre 21,0% a 29,0% do seu peso, e pelas próprias amêndoas, que correspondem de 71,0% a 79,0% do peso e se subdividem entre sementes (69,0% a 73,0% do peso), germe (2,0% a 3,5% do peso) e a casca fina (testa ou revestimento da semente, correspondendo de 2,0% a 3,0% do peso), mais comumente chamado de pele de amendoim (PA).

Rigobello et al. (2022) avaliaram a suplementação de animais mantidos a pasto com pele de amendoim como estratégia para reduzir as perdas de nitrogênio via

excretas e, consequentemente, mitigar as emissões de gases de efeito estufa. Os autores relataram que o ingrediente apresentou 89,8% de matéria seca, 18,4% de proteína bruta, 38,0% de fibra em detergente ácido (FDA) e 40,9% de fibra em detergente neutro (FDN). Em relação à fração energética, observou-se 17,9% de extrato etéreo, 4,4% de amido e 13,7% de carboidratos não fibrosos (CNF), além de 9,2% de matéria mineral. O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi de 94,0%, indicando elevado potencial energético desse coproduto na alimentação de ruminantes.

Adicionalmente, a pele de amendoim apresenta em sua composição cerca de 6,0% de taninos condensados, o que propicia a diminuição da degradação de proteína bruta a partir da complexação tanino-proteína, ocasionando a diminuição da quantidade de NH_3 ruminal, aumentando o fluxo de proteína não degradada para o intestino, reduzindo as perdas pela excreção de nitrogênio, principalmente na forma de ureia, resultando no melhor aproveitamento de nitrogênio pelos ruminantes (WEST et al., 1993; REIS & FERNANDES, 2020; RIGOBELLO et al., 2022).

Os teores expressivos de proteína e extrato etéreo presentes na pele de amendoim tornam esse coproduto uma alternativa nutricional relevante para a alimentação de ruminantes. Entretanto, seu teor de taninos condensados pode exercer efeitos inibitórios sobre a digestão e o aproveitamento de nutrientes, especialmente das proteínas, em função da complexação (tanino-proteína), que forma agregados insolúveis com alto poder adstringente (SAITO et al., 2016). A utilização da pele de amendoim na nutrição animal apresenta tanto características benéficas, relacionadas ao seu valor nutritivo e potencial modulador da fermentação ruminal, quanto limitações decorrentes da presença desses compostos fenólicos, quando fornecida de forma equivocada.

Portanto, a pele de amendoim se insere no cenário da nutrição de ruminantes no Brasil como uma alternativa promissora aos alimentos convencionais, podendo contribuir para o desempenho animal, melhoria da qualidade de carne, maior eficiência no uso do nitrogênio, além de impactos positivos sobre o consumo e a digestibilidade da matéria seca (VALADARES FILHO et al., 2016). Entretanto, ainda persistem lacunas no conhecimento acerca de sua real contribuição nutricional em sistemas de produção de ruminantes, especialmente quando utilizada em estratégias de suplementação a pasto.

6. TANINOS

Os taninos são compostos polifenólicos de alto peso molecular encontrados em plantas leguminosas, frutos e cascas de árvores, que atuam em seu metabolismo secundário como parte do sistema de defesa química da planta contra a ação de herbívoros e invasão de patógenos, possuindo capacidade de formar complexos insolúveis em água com proteínas, polissacarídeos, enzimas e íons metálicos no trato digestivo dos ruminantes (ADDISU, 2016; NAUMANN et al., 2017; MUIR et al., 2009).

Segundo Monteiro et al. (2005) a ligação entre taninos e proteínas ocorre através de pontes de hidrogênio entre os grupos fenólicos dos taninos e determinados sítios das proteínas, principalmente nas ligações peptídicas (ou amidas), ocasionando em uma consistente estabilidade a estas substâncias, o que dificulta a ação das enzimas digestivas.

Os principais efeitos atribuídos aos taninos incluem o aumento da eficiência de síntese de proteína microbiana, decorrente da redução da degradação ruminal da proteína, uma vez que ocorre a formação de complexos tanino-proteína. Observa-se também a diminuição da reciclagem de nitrogênio no rúmen, associada à redução da população de protozoários ruminais. Outro efeito relevante é a ação inibitória direta sobre microrganismos metanogênicos, o que reduz a produção de H_2 e, consequentemente, a síntese de metano. Entretanto, na prática, esse potencial antimetanogênico nem sempre é plenamente aproveitado, pois a redução da produção de metano frequentemente vem acompanhada de diminuição da fermentação ruminal global (MEDEIROS et al., 2015).

Os taninos são classificados em dois grupos, segundo a estrutura química, sendo eles, condensados (TC) e hidrolisáveis (TH). Os taninos condensados ou proantocianidinas são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol, encontrados em espécies como *Schinopsis balansae* (Quebracho) e *Acacia mearnsii*, possuindo maior estabilidade química e afinidade por proteínas, capacidade de proteção da proteína dietética e na redução de CH_4 (metano). Já os taninos hidrolisáveis, consistem de ésteres de ácidos gálicos e ácidos elágicos, aparecendo em castanhas, frutos e algumas cascas vegetais (MONTEIRO et al., 2005).

Os taninos apresentam efeito adstringente em muitos frutos e vegetais, e isso ocorre em decorrência à precipitação de glucoproteínas salivares, acarretando em

perda de poder lubrificante (MONTEIRO et al., 2005). Na nutrição de ruminantes a inclusão de taninos deve ser feita com cautela, pois a adstringência pode ser potencializada quando fornecido em níveis elevados (>50 g/kg MS), ocasionando na redução no consumo de matéria seca. Entretanto, quando incluídos em quantidades moderados (20 a 50 g/kg de MS), promovem melhora no ganho médio diário e na conversão alimentar (FONSECA et al., 2023).

6.1. Efeitos dos taninos condensados no metabolismo ruminal e desempenho animal

Na nutrição de ruminantes, os taninos condensados são os mais utilizados, devido à sua maior estabilidade no trato gastrointestinal e menor suscetibilidade à degradação química. Em contraste, os taninos hidrolisáveis apresentam maior facilidade de hidrólise na presença de água, ácidos e enzimas, o que pode reduzir sua eficácia no ambiente ruminal e intestinal, limitando sua ação como moduladores da fermentação e do metabolismo proteico. Dessa forma, a estrutura mais resistente dos taninos condensados favorece sua aplicação como aditivos nutricionais em dietas de ruminantes (KHOLIF et al., 2026).

O tanino condensado tem como principal ação dentro do trato digestivo dos ruminantes a formação de complexos insolúveis em água com proteínas e carboidratos estruturais. Essa ação promove maior passagem de proteína dietética sem ocorrer degradação microbiana ruminal, assim, permite chegar ao abomaso onde é dissociado e ser digerida no intestino delagado, incrementando o fornecimento de aminoácidos metabolizaveis para o animal. Juntamente a proteção proteíca, o TC apresenta potencial de modular o perfil fermentativo no rúmen, em que favorece a via do propionato em relação ao acetato, tornando o metabolismo mais efetivo por conta da percursão de glicogênio promovida pelo propionato (FITRI et al., 2022). A inclusão de taninos na dieta pode aumentar a eficiência na reciclagem de uréia, através do aumento do teor na saliva, permitindo refluxo para o rúmen e disponibilizando-a para microrganismo ruminais (KHOLIF et al., 2026).

Outro benefício do uso de TC é a mitigação de metano entérico, visto que apresenta efeito antiprotozoário, diminuindo a população de protozoários ciliados e, consequentemente, da ação metanogênica promovida associada. Esses protozoários são alguns dos responsáveis pela liberação de hidrogênio livre (H_2) no ambiente

ruminal, elemento primordial para a produção de metâno por arqueias metanogêncicas (MAKMUR et al., 2022).

Paralelamente a isso, os TC atuam sobre bactérias Gram-positivas no rúmen, influenciando de forma direta a degradação da fração fibrosa do alimento e a produção de ácido acético e butírico, afetando a eficiência na utilização de amônia no rúmen. Por fim, temos o efeito sobre a melhora da eficiência do uso de nitrogênio, devido a redução de proteínas degradáveis no rúmen e, consequentemente, reduzindo perdas de nitrogênio na urina (WEST et al., 1993, REIS & FERNANDES, 2020; SINISCALCHI et al., 2022; FONSECA et al., 2023).

CAPÍTULO 2 –

1 INTRODUÇÃO

Durante o período de estágio, que engloba o estágio complementar realizado ao longo da graduação, de abril de 2023 a junho de 2025, e o estágio obrigatório em pesquisa e extensão, de julho a dezembro de 2025, participei ativamente da rotina de campo e de laboratório referente a cada um dos experimentos descritos a seguir, incluindo os tratos diários dos animais (fornecimento de suplementos, manejo dos piquetes e ajuste da taxa de lotação), as coletas de forragem, fezes, urina e conteúdo ruminal, além do processamento e das análises das amostras em laboratório, contribuindo diretamente com a execução prática das pesquisas conduzidas no Setor de Forragicultura.

1.1. Avaliação de diferentes fontes proteicas associadas ou não ao tanino na terminação intensiva a pasto (TIP) de bovinos Nelore

A intensificação sustentável da bovinocultura de corte ganha relevância diante do crescimento da demanda mundial por carne e da estacionalidade da produção das pastagens brasileiras, que reduz a oferta de forragem no período seco justamente quando coincide com a fase de terminação dos animais. A terminação intensiva a pasto (TIP), com fornecimento de 1,6 a 2,0% do peso vivo em concentrado, permite suprir as exigências de proteína e energia, mantendo o pasto como fonte de fibra. Nesse cenário, coprodutos como o farelo de amendoim e os DDGS surgem como fontes proteicas alternativas, e a inclusão de tanino condensado representa estratégia complementar por reduzir a degradação ruminal da proteína e mitigar a emissão de metano entérico. O presente estudo avaliou os efeitos da associação entre essas fontes proteicas e o tanino condensado sobre o desempenho, o metabolismo e a emissão de metano entérico de tourinhos Nelore terminados a pasto.

1.2. Avaliação da suplementação energética associada ao tanino condensado em tourinhos Nelore recriados a pasto

A produção sustentável de bovinos a pasto ganha atenção diante do papel da pecuária como fonte relevante de emissão de metano entérico, cuja origem está

associada à eficiência da fermentação ruminal e representa perda de energia que poderia reverter em ganho de peso. A baixa eficiência de uso do nitrogênio da forragem tropical, decorrente do desbalanço entre proteína solúvel e carboidratos fermentáveis, também favorece perdas de N via urina e emissões de óxido nitroso. A suplementação energética com polpa cítrica surge como estratégia para melhorar o sincronismo ruminal, enquanto o tanino condensado reduz a degradação da proteína, mitigando perdas de N e emissões de metano. O estudo parte da hipótese de que a suplementação com polpa cítrica, associada ou não ao tanino condensado, melhora o metabolismo ruminal, o desempenho animal e reduz a emissão de metano entérico em tourinhos Nelore recriados a pasto.

1.3. Avaliação dos efeitos da adição de tanino na terminação intensiva de tourinhos Nelore a pasto

A produção de bovinos de corte no Brasil enfrenta o desafio de manter desempenho elevado durante a estação seca, quando o déficit hídrico reduz o crescimento forrageiro. A terminação intensiva a pasto (TIP) contorna essa estacionalidade por meio de suplementação concentrada em níveis elevados, que pode incluir coprodutos como a casca de soja, de alto valor energético, e a pele de amendoim, rica em taninos condensados naturais. O fornecimento de tanino condensado como aditivo fitogênico representa estratégia complementar para reduzir a degradação ruminal da proteína, elevar a eficiência de uso do nitrogênio e mitigar a emissão de metano entérico. O estudo tem como hipótese que a inclusão de tanino nas dietas proteico-energéticas, associada a diferentes fontes energéticas (pele de amendoim e casca de soja), promove melhor desempenho animal, maior eficiência de nitrogênio e menor emissão de metano em tourinhos Nelore terminados intensivamente a pasto.

1.4. Avaliação de fontes de fertilizantes nitrogenados em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sobre o desempenho da recria de tourinhos Nelore e emissões de gases de efeito estufa

A pecuária de corte brasileira, desenvolvida majoritariamente a pasto, depende da adubação nitrogenada para intensificar a produção, elevando a taxa de lotação, o teor de proteína da forragem e o desempenho animal. Entre as fontes mais utilizadas

estão ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, cada uma com vantagens e desvantagens quanto ao custo e ao potencial de perdas por volatilização ou lixiviação. O uso inadequado ou em doses excessivas desses fertilizantes pode aumentar as emissões de óxido nitroso, metano e dióxido de carbono, comprometendo os ganhos ambientais da intensificação. Diante disso, avaliou-se de forma integrada os efeitos de diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados sobre as características da pastagem, o desempenho animal e as emissões de gases de efeito estufa, buscando identificar a fonte mais eficiente para potencializar a produção e mitigar os impactos ambientais da atividade pecuária.

1.5. Combinações de fontes proteicas e energéticas com taninos condensados na recria a pasto e na terminação em confinamento de bovinos Nelore

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com produção majoritariamente pastoril e crescimento expressivo do confinamento nas últimas décadas, sistemas que respondem por parcela relevante das emissões de metano entérico. Os taninos condensados (TC) destacam-se como aditivo capaz de reduzir a produção de metano e melhorar a eficiência de uso do nitrogênio, mas a interação dessas moléculas com diferentes fontes proteicas (farelo de amendoim e DDGS) e energéticas (sorgo grão moído e pele de amendoim) ainda carece de investigação em condições brasileiras. A hipótese é que a associação de TC com alimentos proteicos em confinamento e com alimentos energéticos em pastagem adubada melhora o desempenho e reduz o impacto ambiental da produção de bovinos, avaliando seus efeitos sobre o metabolismo, a digestibilidade, a microbiota ruminal, o desempenho e a emissão de metano de bovinos Nelore.

1.6. Potencial de bactérias fixadoras de nitrogênio em substituir a fertilização nitrogenada na produção e qualidade do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu

O Brasil detém 153,79 milhões de hectares de pastagens, grande parte em algum estádio de degradação, condição associada à menor oferta e qualidade de forragem e ao aumento das emissões de metano e óxido nitroso. A adubação nitrogenada é a principal estratégia para reverter esse cenário, mas os fertilizantes

sintéticos, como a ureia, apresentam baixa eficiência de uso, com perdas de até 50% por lixiviação e vias gasosas. O uso de bactérias promotoras de crescimento, como *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*, surge como estratégia complementar ou substitutiva à adubação convencional, por sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Avaliou-se os efeitos do fertilizante nitrogenado associado à inoculação dessas bactérias sobre a produção e a qualidade do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, partindo da hipótese de que a substituição parcial do fertilizante mantém ou melhora a produtividade, reduzindo perdas de nitrogênio e emissões de óxido nitroso.

1.7. Avaliação de estratégias de suplementação de bovinos produzidos a pasto com objetivo de maximizar a produção de carcaça

O manejo adequado das pastagens visa otimizar a produção e a eficiência de uso da forragem, mas a estacionalidade climática limita a oferta de dietas balanceadas ao longo do ano, gerando déficit energético mesmo em pastos bem manejados. A suplementação proteico-energética fornece os nutrientes limitantes, melhora o desempenho e a taxa de lotação, e aumenta a eficiência de uso do nitrogênio pelo sincronismo ruminal. Os DDGS, coproduto da produção de etanol de milho, destacam-se como fonte proteica de elevado teor de proteína não degradável no rúmen, mas seu uso em pastagens tropicais ainda carece de investigação. O presente estudo avaliou a ingestão, os parâmetros ruminais, a digestibilidade, o balanço de nitrogênio, a emissão de metano, o desempenho e as características de carcaça de tourinhos Nelore recriados e terminados a pasto, suplementados com suplemento mineral ou diferentes níveis de suplemento proteico-energético formulado com DDGS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os experimentos descritos nesta seção foram conduzidos no Setor de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), campus de Jaboticabal-SP, com os procedimentos experimentais aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UNESP). As particularidades de cada estudo, área experimental, período, delineamento, tratamentos e variáveis avaliadas estão detalhadas nos itens a seguir.

2.1. Avaliação de diferentes fontes proteicas associadas ou não ao tanino na terminação intensiva a pasto (TIP) de bovinos Nelore

O experimento, de autoria de Fábio Eduardo Giampietro Júnior, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Mestrado), foi realizado em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, em área de 23 ha dividida em 12 piquetes, estruturado em dois experimentos conduzidos simultaneamente durante a fase de terminação, no período seco (projeto elaborado em novembro de 2024, com execução experimental prevista para o período seco de 2024/2025). No primeiro ano, voltado à avaliação do metabolismo, foram utilizados oito touros Nelore canulados no rúmen, distribuídos em delineamento quadrado latino duplo 4x4, em arranjo fatorial 2x2. No segundo, destinado à avaliação de desempenho animal e emissão de metano entérico, foram utilizados 48 touros Nelore como testers, em delineamento inteiramente casualizado, também em arranjo fatorial 2x2, considerando o piquete como unidade experimental. Os tratamentos avaliados corresponderam à combinação de duas fontes proteicas — farelo de amendoim e DDGS — associadas ou não à inclusão de tanino condensado (SilvaFeed BX®, à base de extrato de quebracho colorado e castanheira portuguesa), fornecidas a 1,8% do peso corporal. Foram avaliados consumo e digestibilidade da matéria seca e de nutrientes, parâmetros ruminais, eficiência de uso do nitrogênio, síntese de proteína microbiana, comunidade microbiana ruminal, ganho médio diário e emissão de metano entérico, esta última mensurada pela técnica do gás traçador SF6.

2.2. Avaliação da suplementação energética associada ao tanino condensado em tourinhos Nelore recriados a pasto

O experimento, de autoria de Willi Rocha Meireles, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Mestrado), foi realizado em área de 9,9 hectares de pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, dividida em 12 piquetes providos de cochos e bebedouros, com adubação nitrogenada aplicada em três parcelas ao longo do período experimental, totalizando 150 kg de N por hectare, durante a fase de recria dos animais, na estação chuvosa, entre dezembro de 2025 e abril de 2026. Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente: o primeiro, de metabolismo, utilizando oito novilhos Nelore canulados no rúmen, distribuídos em dois quadrados latinos 4x4, em arranjo fatorial 2x2; o segundo, de desempenho e emissão de metano,

utilizou 48 animais testers, distribuídos em blocos casualizados por peso corporal, também em arranjo fatorial 2x2, com quatro tratamentos e três repetições por piquete. Os tratamentos corresponderam à combinação de dois suplementos — sal mineral e polpa cítrica — associados ou não à inclusão de tanino condensado, fornecidos diariamente aos animais. A altura do dossel forrageiro foi mantida em torno de 25 cm por meio da técnica put-and-take, com ajuste da taxa de lotação a cada sete dias. Foram avaliados consumo e digestibilidade de nutrientes, parâmetros ruminais e urinários, eficiência de uso do nitrogênio, síntese de proteína microbiana, diversidade da comunidade microbiana ruminal, desempenho animal (ganho médio diário e ganho por área) e emissão de metano entérico, esta última também mensurada pela técnica do gás traçador SF6.

2.3. Avaliação dos efeitos da adição de tanino na terminação intensiva de tourinhos Nelore a pasto

O experimento, de autoria de Isadora Alves Dornellas, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Mestrado), foi realizado em área de pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu totalizando 9,6 hectares, distribuída em 12 piquetes experimentais, além de um piquete reserva (projeto elaborado em agosto de 2025, conduzido durante a fase de terminação dos animais). Os animais, machos Nelore com peso corporal inicial médio de aproximadamente 430 kg, foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados por peso corporal (leve, médio e pesado), em quatro tratamentos e três repetições (piquetes), totalizando 12 unidades experimentais, com 48 animais testers utilizados na avaliação de desempenho. As avaliações foram divididas em três períodos de 28 dias, precedidos por 15 dias de adaptação dos animais aos tratamentos. Os tratamentos corresponderam a quatro dietas fornecidas a 1,8% do peso vivo: milho, DDGS e pele de amendoim (com e sem tanino) e milho, DDGS e casca de soja (com e sem tanino), na dose de 8 g de tanino por animal. Foram avaliadas a massa e oferta de forragem, a composição química da dieta e da forragem consumida (via pastejo simulado pelo método hand-plucking), o consumo e a digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes (utilizando óxido de cromo como marcador externo), os parâmetros urinários e a eficiência de uso do nitrogênio (por meio da excreção de derivados de purina), o desempenho animal (ganho médio diário) e a emissão de metano entérico,

mensurada pela técnica do gás traçador SF6 ao longo de seis dias consecutivos de coleta no último período experimental.

2.4. Avaliação de fontes de fertilizantes nitrogenados em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sobre o desempenho da recria de tourinhos Nelore e emissões de gases de efeito estufa

O experimento, de autoria de Izabela Larosa Rigobello, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Doutorado), foi realizado em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, durante a fase de recria dos animais, ao longo de dois anos experimentais correspondentes aos períodos chuvosos de dezembro a abril (dezembro de 2022 a abril de 2023 e dezembro de 2023 a abril de 2024). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e três repetições (piquetes), totalizando 12 unidades experimentais, avaliadas em quatro períodos de 28 dias por ano, precedidos por 15 dias de adaptação. Os tratamentos corresponderam a um controle sem adubação nitrogenada e três fontes de fertilizante — ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio — aplicadas em três parcelas de 50 kg de N por hectare, totalizando 150 kg de N por hectare por ano, com todos os tratamentos recebendo quantidades equivalentes de fósforo, potássio e enxofre. Foram utilizados 48 touros Nelore testers, com peso corporal inicial médio de 280 kg, mantidos nos piquetes durante todo o período experimental, além de animais reguladores para ajuste da altura do pasto entre 25 e 30 cm pela técnica put-and-take. Foram avaliadas massa e oferta de forragem, composição morfológica e química do pasto, consumo e digestibilidade, desempenho animal (ganho médio diário, ganho por área e taxa de lotação), parâmetros urinários e eficiência de uso do nitrogênio, além da quantificação dos fluxos de metano, óxido nitroso e dióxido de carbono por meio de câmaras estáticas, e da volatilização de amônia por câmaras semiabertas estáticas (SALE).

2.5. Combinações de fontes proteicas e energéticas com taninos condensados na recria a pasto e na terminação em confinamento de bovinos Nelore

O projeto, de autoria de Richard Vaquero Ribeiro, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Doutorado), integra o projeto temático FAPESP,

com aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais, foi elaborado em junho de 2025 e foi estruturado em dois estudos. No Estudo 1, conduzido em confinamento durante a fase de terminação, foram avaliados quatro tratamentos em esquema fatorial 2x2 (fonte proteica x tanino): DDGS, DDGS + tanino condensado, farelo de amendoim e farelo de amendoim + tanino condensado (SilvaFeed BX, 0,08% da MS), utilizando 96 tourinhos Nelore em delineamento de blocos casualizados para desempenho e 8 animais fistulados em quadrado latino duplo 4x4 para os ensaios de metabolismo, ao longo de 105 dias. No Estudo 2, conduzido em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a fase de recria, foram avaliados quatro tratamentos em esquema fatorial 2x2 (fonte energética x tanino): pele de amendoim, pele de amendoim + tanino condensado, sorgo grão moído e sorgo grão moído + tanino condensado (8 g/animal/dia), fornecidos a 0,3% do peso vivo, utilizando 80 machos Nelore (48 testers, 24 reguladores e 8 fistulados) em delineamento inteiramente casualizado, ao longo de 84 dias. Foram avaliados massa e composição química da forragem e das dietas, consumo e digestibilidade (por meio de óxido de crômio, dióxido de titânio e fibra em detergente neutro indigestível como marcadores), parâmetros ruminais e urinários, eficiência de uso do nitrogênio, diversidade da comunidade microbiana ruminal por sequenciamento da região V3-V4 do gene 16S rRNA e emissão entérica de metano pela técnica do gás traçador SF6, com análise estatística por ANOVA via procedimento MIXED do SAS 9.4.

2.6. Potencial de bactérias fixadoras de nitrogênio em substituir a fertilização nitrogenada na produção e qualidade do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu

O projeto, de autoria de Isadora Menezes Costa Tarôco, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Mestrado), integra o Projeto Temático FAPESP, em área de 9,6 ha de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, dividida em 12 piquetes, durante a fase de recria de tourinhos Nelore no período chuvoso (dezembro de 2024 a abril de 2025). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e três repetições (piquetes), totalizando 12 unidades experimentais, avaliadas em quatro períodos de 28 dias, precedidos por 15 dias de adaptação. Os tratamentos corresponderão a um controle sem aplicação de nitrogênio (N) e três estratégias de adubação nitrogenada via ureia associada ou não ao

inoculante biológico BioPasto: 150 kg de N/ha (ureia), 100 kg de N/ha (ureia + BioPasto) e 75 kg de N/ha (ureia + BioPasto), com todos os tratamentos recebendo quantidades equivalentes de fósforo, potássio e enxofre. Foram utilizados 48 tourinhos Nelore testers, com peso corporal inicial médio de 240 kg, além de animais reguladores para ajuste da altura do pasto entre 25 e 30 cm pela técnica put-and-take, considerando interceptação luminosa de 95% da radiação incidente. Foram avaliadas a massa, a oferta e a composição morfológica da forragem, a composição química do pasto consumido (simulação de pastejo por hand-plucking), o desempenho animal (taxa de lotação, ganho médio diário e ganho por área), a emissão entérica de metano, além das emissões de metano e óxido nitroso do solo por câmaras estáticas (20 câmaras, cinco por tratamento) e a volatilização de amônia por câmaras específicas, com amostragens de gases realizadas em períodos consecutivos após cada aplicação de fertilizante.

2.7. Avaliação de estratégias de suplementação de bovinos produzidos a pasto com objetivo de maximizar a produção de carcaça

O experimento, coordenado pelo Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, com participação de Juliana Duarte Messana, Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes e Matheus Mello Silva, foi realizado em área de 21 ha dividida em 12 piquetes de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, abrangendo as fases de recria, no período seco (julho a outubro de 2022) e das águas (novembro de 2022 a abril de 2023), e de terminação (maio a agosto de 2023). Foram utilizados 60 tourinhos F1 Angus-Nelore testers e 24 animais reguladores, com peso corporal inicial de 280 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições (piquetes): suplemento mineral ad libitum e suplemento proteico-energético (DDGS-INPASA associado ao Probeef MaDDGic) fornecido a 0,25%, 0,5% e 0,75% do peso corporal. Paralelamente, oito tourinhos Nelore canulados no rúmen foram mantidos em delineamento quadrado latino duplo 4x4 para avaliação dos parâmetros ruminais, do balanço de nitrogênio e da microbiologia ruminal. Foram avaliados a massa, a oferta e a composição morfológica e química da forragem, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes (utilizando óxido crômico, dióxido de titânio e FDNi como marcadores), os parâmetros ruminais (pH, N-NH3 e ácidos graxos de cadeia curta), a eficiência de uso do nitrogênio e a síntese de proteína microbiana por meio dos

derivados de purina, a emissão de metano entérico pela técnica do gás traçador SF6, o desempenho animal (ganho médio diário, taxa de lotação e ganho por área) e as características de carcaça, com análise estatística pelo procedimento MIXED do SAS 9.2 e teste de Tukey para comparação de médias (P<0,05).

3. RESULTADOS

Todos os resultados listados a seguir, foram apresentados em forma de resumo em congressos (Simbov, Zootec e Congresso de Iniciação Científica (CIC)), sendo o 3.5, 3.9 e 3.15 apresentados como autor e os demais como coautor.

3.1. Efeito da precipitação sobre a taxa de acúmulo e massa de forragem de pastos adubados com diferentes fontes de nitrogênio

Estudo que avaliou o efeito da precipitação sobre a taxa de acúmulo de forragem (TAF) e a massa de forragem (MF) de pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubados com quatro fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio e testemunha sem adubação), entre dezembro de 2022 e abril de 2023, período no qual foram registrados acúmulos de precipitação de 395,2; 312,4; 242,1 e 162,8 mm nos quatro períodos avaliados. Os dados foram analisados por modelos lineares mistos (software R, versão 4.4.3), utilizando a precipitação acumulada como covariável. A precipitação acumulada não exerceu efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas. Entre as fontes de nitrogênio, a ureia proporcionou TAF superior à testemunha ($p = 0,0205$), com tendência de superioridade do sulfato de amônio sobre a testemunha ($p = 0,0712$); já na MF, o sulfato de amônio superou a testemunha ($p = 0,0500$), com tendência semelhante do nitrato de amônio ($p = 0,0814$). Não houve diferenças significativas entre as fontes nitrogenadas entre si. Conclui-se que a adubação nitrogenada, sobretudo com ureia e sulfato de amônio, incrementa a produção de forragem independentemente da variação pluviométrica no período avaliado.

3.2. Emissões de óxido nitroso (N2O) utilizando adubação nitrogenada com diferentes fontes como estratégia de intensificação e mitigação em pastagens

Trabalho que avaliou as emissões de óxido nitroso (N2O) em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetidas a quatro fontes de adubação nitrogenada

(testemunha sem nitrogênio, ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, 150 kg de N/ha, parcelados em três aplicações), entre dezembro de 2022 e abril de 2023, em delineamento inteiramente casualizado. As emissões foram quantificadas por câmaras estáticas fechadas e cromatografia gasosa, com os dados submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey (5%). A fonte de nitrogênio afetou significativamente as emissões cumulativas de N2O ($p < 0,0001$), que totalizaram 5,1; 107,5; 178,9 e 480,0 mg de N-N2O m^{-2} para a testemunha, ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, respectivamente. A menor emissão ocorreu na ausência de adubação nitrogenada, e a maior no tratamento com nitrato de amônio, atribuída à sua rápida liberação de nitrato e à consequente desnitrificação. A ureia mostrou-se a fonte nitrogenada mais adequada para mitigar as emissões de N2O em relação ao sulfato e, principalmente, ao nitrato de amônio.

3.3. Desempenho de tourinhos Nelore em pastos de capim Marandu suplementados com DDGS ou farelo de amendoim

Estudo que avaliou o desempenho de tourinhos Nelore em pastos de capim Marandu suplementados com DDGS ou farelo de amendoim durante o período das águas, comparando os dois coprodutos como fonte energético-proteica na fase de recria. Foram utilizados 48 animais (peso inicial médio de 286 kg), em delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos (sal mineral, DDGS e farelo de amendoim, este a 0,5% do peso corporal) e quatro repetições (piquetes), avaliados por ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). Os tratamentos influenciaram significativamente o peso final ($p = 0,0006$) e o ganho médio diário ($p = 0,009$). Os animais suplementados com DDGS apresentaram o melhor desempenho, com peso final de 367 kg e GMD de 0,967 kg/dia, superior aos demais tratamentos, atribuído ao maior valor energético e à menor fração fibrosa indigestível do coproduto. O farelo de amendoim, embora com menor densidade energética, manteve-se como alternativa viável e de baixo custo, reforçando o potencial de ambos os coprodutos como substitutos aos ingredientes convencionais na recria a pasto.

3.4. Desempenho de tourinhos Nelore suplementados com DDGS na pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés durante o período das águas

Trabalho que avaliou o desempenho de 72 tourinhos Nelore suplementados com DDGS + Probeef MaDDGic nas doses de 0,25%, 0,5% e 0,75% do peso corporal, comparados a um tratamento mineral controle, em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés durante o período das águas, em delineamento inteiramente casualizado (software R, ANOVA, teste de Tukey, $p < 0,05$). O peso inicial (médias de 321, 351, 371 e 373 kg) foi utilizado como covariável, sem influenciar os resultados finais. O peso final diferiu significativamente entre os tratamentos ($p < 0,001$; EPM = 5,821), com médias de 434, 469, 516 e 508 kg para controle, 0,25%, 0,5% e 0,75%, respectivamente. O ganho médio diário também foi afetado ($p < 0,001$; EPM = 0,021), com o controle apresentando o menor valor (0,870 kg/dia) e os grupos suplementados atingindo 0,904; 1,115 e 1,046 kg/dia, nesta ordem. O nível de 0,5% do peso corporal promoveu o melhor desempenho, sem ganhos adicionais estatisticamente significativos com o incremento para 0,75%, sugerindo um platô fisiológico de resposta à suplementação com DDGS durante as águas.

3.5. Desempenho e características de carcaça de bovinos alimentados com DDGS ou farelo de amendoim em confinamento

Estudo que avaliou o desempenho e as características de carcaça de 40 bovinos Nelore (peso inicial médio de 392,4 kg) alimentados com farelo de amendoim ou DDGS em confinamento, distribuídos em oito baias (quatro por tratamento), com dietas de relação volumoso:concentrado de 20:80, avaliadas pelo procedimento ANOVA no software R. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os coprodutos para nenhuma das variáveis avaliadas: peso final (573,3 kg para DDGS vs. 514,5 kg para farelo de amendoim; $p = 0,391$), ganho médio diário (1,40 vs. 1,27 kg/dia; $p = 0,120$), peso de carcaça quente (303,98 vs. 293,76 kg; $p = 0,394$) e rendimento de carcaça (57,8% vs. 56,95%; $p = 0,477$). Os resultados demonstram que a substituição do DDGS pelo farelo de amendoim não compromete o desempenho produtivo nem as características de carcaça de bovinos terminados em confinamento, configurando-se como alternativa nutricional equivalente, sobretudo em regiões com maior disponibilidade e custo mais favorável desse coproduto.

3.6. Desempenho e intensificação produtiva de Nelore suplementados com DDGS na estação seca em pastagens tropicais

Trabalho que avaliou o desempenho e a intensificação produtiva de tourinhos Nelore suplementados com DDGS + Probeef MaDDGic (0,25%, 0,5% e 0,75% do peso corporal) frente a um tratamento mineral controle, durante a estação seca, em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, em delineamento inteiramente casualizado (ANOVA, teste de Tukey). O peso inicial não diferiu entre tratamentos ($p = 0,860$), garantindo homogeneidade experimental. O peso final foi significativamente influenciado pelos níveis de suplementação ($p < 0,001$; EPM = 4,264), sendo maximizado com 0,5% do peso corporal, o que sugeriu um platô zootécnico a partir desse nível. A taxa de lotação também foi maior nos grupos suplementados ($p = 0,028$; EPM = 0,162), com médias de 2,78; 3,39; 3,39 e 3,70 UA/ha para controle, 0,25%, 0,5% e 0,75%, respectivamente, refletindo o efeito substitutivo da suplementação sobre o consumo de forragem. O ganho por área acompanhou esse padrão, com valores de 3,21; 5,59; 6,32 e 6,08 kg/ha/dia, respectivamente. A suplementação com DDGS a 0,5% do peso corporal mostrou-se a estratégia mais eficiente para intensificar a recria a pasto na seca, otimizando o ganho individual e por área sem comprometer a estrutura do dossel forrageiro.

3.7. Efeito da inoculação com *Lactobacillus buchneri* sobre a fração fibrosa e a digestibilidade da silagem de milho

Estudo que avaliou o efeito da inoculação com *Lactobacillus buchneri* sobre a fração fibrosa e a digestibilidade da silagem de milho, comparando silagem não inoculada (T1, controle), inoculada a 1×10^5 UFC/g (T2) e a 5×10^5 UFC/g (T3), com amostras avaliadas ao longo de 200 dias de armazenamento. Os teores médios de FDN foram de 39,5 ± 3,13% (T1), 38,6 ± 2,96% (T2) e 38,7 ± 4,67% (T3), sem diferença significativa entre tratamentos ($p = 0,864$); na FDA, os valores foram 24,9 ± 1,96% (T1), 23,1 ± 1,88% (T2) e 23,8 ± 2,39% (T3), também sem efeito estatístico ($p = 0,301$). A digestibilidade in vitro da FDN, estimada em três tempos de incubação, apresentou médias de 47,3%, 45,9% e 47,6% às 24 horas, 39,1%, 48,0% e 49,7% às 48 horas, e 57,7%, 59,7% e 58,0% às 72 horas, para T1, T2 e T3, respectivamente, sem diferenças estatísticas em nenhum dos tempos avaliados ($p > 0,05$ em todos os casos). Os resultados indicam que, nas condições do experimento, a inoculação com *L. buchneri* não promoveu alterações relevantes na composição fibrosa nem na digestibilidade da silagem de milho, possivelmente em razão da qualidade

fermentativa da silagem obtida a partir de milho tipo flint, não constituindo estratégia eficaz para melhorar esses parâmetros nas doses avaliadas.

3.8. Efeito da utilização de aditivo antimetanogênico sob parâmetros ruminais de tourinhos Nelore recriados em confinamento

Estudo que avaliou o efeito da inclusão de bromofórmio, aditivo antimetanogênico, sobre parâmetros fermentativos ruminais de tourinhos Nelore recriados em confinamento (peso corporal médio de 325 kg), em delineamento quadrado latino duplo 4×2, com dietas isoproteicas e isoenergéticas compostas por 60% de silagem de milho, 16% de casca de soja, 12% de milho moído, 10% de DDG e 2% de sal mineral (controle), com inclusão de 0,09% de bromofórmio no tratamento experimental. Amostras de líquido ruminal foram coletadas nos tempos 0, 3, 6, 9 e 12 horas pós-alimentação para análise de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH_3) e ácidos graxos voláteis (AGV). A inclusão do aditivo não alterou o pH ruminal ($p = 0,0982$), que se manteve estável em ambos os tratamentos (6,34), indicando manutenção da homeostase ruminal. Houve tendência de interação tratamento × tempo ($p = 0,053$) na concentração de N-NH_3, sem efeito superior nos animais que receberam bromofórmio (10,79 vs. 9,98 mg/dL), e não houve efeito sobre a concentração total de AGV ($p = 0,221$). No perfil individual, o bromofórmio resultou em aumento do propionato (18,77% vs. 17,70%), do butirato (11,38% vs. 10,87%), do valerato (1,37% vs. 1,18%) e do isovalerato (1,60% vs. 1,32%), com redução do acetato (66,12% vs. 66,18%). A alteração do perfil de AGV indica redirecionamento do hidrogênio metanogênico para a produção de propionato, sem prejuízo à estabilidade ruminal, reforçando o potencial do bromofórmio como aditivo mitigador de emissões entéricas de metano com benefício à eficiência energética de sistemas de recria em confinamento.

3.9. Efeito do ano de avaliações sobre a taxa de lotação e o ganho por área em pastos fertilizados com diferentes fontes de adubo nitrogenado

Estudo que avaliou o efeito do ano de avaliação sobre a taxa de lotação e o ganho por área em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu fertilizados com diferentes fontes de nitrogênio (testemunha sem adubação, ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio), utilizando 48 bovinos Nelore (testers e reguladores) em 12

piquetes, sob delineamento em blocos casualizados, com dados analisados por modelos mistos (software R, versão 4.4.3). Em 2023, a testemunha apresentou taxa de lotação de 3,10 UA/ha, significativamente inferior à ureia (5,53), ao sulfato de amônio (5,85) e ao nitrato de amônio (5,81 UA/ha) ($p = 0,006$); o ganho por área seguiu o mesmo padrão, com a testemunha (3,37 kg/ha/dia) inferior à ureia (7,72), ao sulfato de amônio (6,32) e ao nitrato de amônio (6,82 kg/ha/dia) ($p = 0,003$). Em 2024, o padrão se repetiu: a testemunha manteve os menores valores (3,07 UA/ha e 2,86 kg/ha/dia), enquanto ureia (4,65 UA/ha; 6,04 kg/ha/dia), sulfato de amônio (4,84; 6,10) e nitrato de amônio (5,01; 6,77) mantiveram desempenho superior ($p < 0,001$ e $p = 0,004$, respectivamente). A modelagem mista indicou efeito de tratamento altamente significativo sobre ambas as variáveis ($F = 25,1$ para taxa de lotação e $F = 23,5$ para ganho por área), com componente de variância entre anos inferior ao residual em ambos os casos (0,207 vs. 0,098 e 0,122 vs. 0,270, respectivamente), indicando variação interanual comparativamente menor que o efeito da fonte nitrogenada. Conclui-se que a adubação nitrogenada aumenta significativamente a taxa de lotação e o ganho por área em relação ao controle, sendo esse efeito mais determinante do que a variação climática entre os anos avaliados.

3.10. Emissão de metano entérico de tourinhos Nelore recriados em pastagens de capim Marandu suplementados com DDGS+Rumin8 durante a estação chuvosa

Trabalho que avaliou a emissão de metano entérico de tourinhos Nelore recriados em pastagens de capim Marandu suplementados com DDGS associado a aditivo à base de microalgas vermelhas (Rumin8), durante a estação chuvosa. Foram utilizados 42 tourinhos Nelore ($n = 14$/tratamento), em delineamento em blocos casualizados, com ajuste da taxa de lotação pela técnica put-and-take e altura de pasto mantida em 25 cm, com interceptação luminosa de 95%. A emissão de metano entérico foi mensurada pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF6), ao longo de seis dias consecutivos, após 14 dias de adaptação dos animais aos equipamentos de coleta. Os tratamentos consistiram em: T1, sal mineral (controle, 0,03% do peso corporal); T2, DDGS (0,3% do peso corporal); e T3, DDGS + bromofórmio sintético (Rumin8, 0,3054% do peso corporal, correspondendo a 27,86 mg/dia de bromofórmio). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As emissões de metano, expressas em g/dia (p = 0,212) e em g/kg de GMD (p = 0,187), foram estatisticamente semelhantes entre os tratamentos. Os resultados sugerem que, para alcançar reduções consistentes nas emissões de CH4 entérico, é necessário ajustar a dose de bromofórmio ou adotar estratégias que garantam maior frequência e uniformidade de consumo do aditivo, sendo recomendados estudos futuros com diferentes níveis de inclusão e frequência de fornecimento para validar o potencial mitigador do Rumin8 em sistemas de pastagem tropicais.

3.11. Modelos preditivos para estimativa do peso final e peso de carcaça de bovinos confinados

Estudo que desenvolveu modelos preditivos para estimativa do peso final e do peso de carcaça de bovinos confinados, a partir de registros completos de desempenho de 493 animais, incluindo peso inicial, peso final, dias de cocho e ganho médio diário. As correlações revelaram associação forte entre peso final e dias de cocho (r = 0,93), moderada entre peso de carcaça e dias de trato (r = 0,33) e baixa entre peso final e dias de trato (r = 0,14). O modelo de regressão linear múltipla ajustado para o peso final [PF (kg) = 110,90 + 1,481·DC − 0,153·DT] apresentou R^2 = 0,892, RMSE de 16,87 kg e MAE de 13,47 kg, demonstrando boa capacidade preditiva. Já o modelo para peso de carcaça, ajustado a partir do peso final e dos dias de trato [PC (kg) = −34,02 + 0,600·PF + 0,112·DT], obteve R^2 = 0,902, RMSE de 10,74 kg e MAE de 8,59 kg, evidenciando excelente desempenho preditivo. Esses resultados demonstram viabilidade de aplicação prática em campo, oferecendo ferramentas úteis para a estimativa de variáveis-chave de desempenho com elevada precisão e mínima necessidade de mensuração direta.

3.12. Perfil fermentativo de silagens de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* em diferentes doses de inclusão

Trabalho que avaliou o efeito de diferentes doses de *Lactobacillus buchneri* sobre o perfil fermentativo de silagens de milho armazenadas por 200 dias, em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (T1, controle sem inoculante; T2, inoculação a 1 × 10^5 UFC/g; e T3, a 5 × 10^5 UFC/g) e nove repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey (α = 0,05; software R, versão 4.3.1). Os açúcares solúveis não diferiram entre tratamentos (p =

0,387), com médias de 0,20 ± 0,10% (T1), 0,23 ± 0,08% (T2) e 0,20 ± 0,12% (T3). O ácido acético apresentou diferença estatística significativa (p = 0,035), com valores de 2,59 ± 0,48% (T1), 1,25 ± 0,74% (T2) e 3,26 ± 0,77% (T3), evidenciando a ação heterolática de *L. buchneri*, que converte açúcares solúveis em ácido lático, ácido acético e 1,2-propanodiol, favorecendo a estabilidade aeróbia da silagem. Os ácidos graxos totais (p = 0,545) e o nitrogênio amoniacal (p = 0,797) não foram influenciados pelos tratamentos, com médias de 3,35 ± 0,25%, 3,49 ± 0,12% e 3,47 ± 0,32% (ácidos graxos totais) e 0,656 ± 0,10%, 0,667 ± 0,10% e 0,694 ± 0,09% (nitrogênio amoniacal) para T1, T2 e T3, respectivamente. Conclui-se que a inoculação com *L. buchneri*, especialmente na dose mais elevada, aumenta a concentração de ácido acético e favorece a estabilidade aeróbia da silagem de milho, sem comprometer a preservação da fração nitrogenada.

3.13. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em tourinhos Nelore terminados intensivamente a pasto suplementados com fontes energéticas associadas ao tanino

Estudo que avaliou o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em tourinhos Nelore terminados intensivamente a pasto, suplementados com diferentes fontes energéticas (casca de soja - CS ou pele de amendoim - PA), associadas ou não à inclusão de 8 g/animal/dia de tanino condensado. O experimento foi conduzido em pastagem de Urochloa brizantha, com oito novilhos canulados no rúmen (peso médio de 465 kg), distribuídos em dois quadrados latinos 4x4, em arranjo fatorial 2x2, durante 84 dias (quatro períodos de 21 dias), com suplementação fixada em 1,8% do peso corporal. O consumo foi estimado por óxido crômico (marcador externo) e o consumo de forragem por FDN indigestível (marcador interno), com os dados analisados por ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$), após verificação de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Bartlett). Os animais suplementados com casca de soja apresentaram maior consumo e digestibilidade da matéria seca, da matéria orgânica e da fibra em detergente neutro em comparação à pele de amendoim ($p < 0,05$), independentemente da associação com o tanino. A digestibilidade da proteína bruta também foi superior com casca de soja (70,86%) em relação à pele de amendoim (46,36%; $p < 0,001$). Não houve efeito do tanino sobre nenhuma das

variáveis avaliadas, indicando que a casca de soja constitui fonte energética mais eficiente que a pele de amendoim para a terminação intensiva de novilhos a pasto.

3.14. Influência de diferentes fontes energéticas associadas ou não ao tanino sobre balanço de nitrogênio em Nelore terminados em pastagens

Estudo que avaliou o efeito de diferentes fontes energéticas (casca de soja - CS e pele de amendoim - PA), associadas ou não à inclusão de 8 g/animal/dia de tanino condensado, sobre o balanço de nitrogênio de oito tourinhos Nelore canulados no rúmen (peso corporal médio de 384 kg), distribuídos em dois quadrados latinos balanceados, com quatro tratamentos (PA sem tanino, PA com tanino, CS sem tanino, CS com tanino). O consumo, a excreção fecal e urinária e a retenção de nitrogênio foram estimados por marcadores internos e pela equação de Chizzotti et al. (2006), com dados analisados pelo procedimento MIXED do SAS (teste de Tukey, $p < 0,05$). O consumo de nitrogênio foi significativamente maior nos animais suplementados com pele de amendoim (228,29 e 225,49 g/dia, sem e com tanino) do que com casca de soja (195,43 e 196,98 g/dia) (p Fonte = 0,001), sem efeito do tanino (p = 0,939) ou da interação fonte×tanino (p = 0,794). Não houve efeito da fonte energética, do tanino ou da interação entre esses fatores sobre a excreção urinária (18,06 a 24,01 g/dia; p Fonte = 0,278; p Tanino = 0,441; p FxT = 0,330), a excreção fecal (39,66 a 44,93 g/dia; p Fonte = 0,453; p Tanino = 0,589; p FxT = 0,716), a retenção de nitrogênio (138,1 a 168,98 g/dia; p Fonte = 0,060; p Tanino = 0,543; p FxT = 0,458) ou a eficiência de utilização do nitrogênio (EUN: 68,79 a 74,5%; p Fonte = 0,644; p Tanino = 0,353; p FxT = 0,517). Os resultados indicam que, nas condições do experimento, a escolha da fonte energética influenciou apenas a ingestão de nitrogênio, sem repercussão sobre sua excreção, retenção ou eficiência de utilização, e que a inclusão de tanino condensado, nas doses avaliadas, não alterou o balanço nitrogenado dos animais.

3.15. Desempenho de tourinhos Nelore em terminação intensiva a pasto com diferentes fontes energéticas associadas ou não ao tanino

Estudo que avaliou o desempenho de oito tourinhos Nelore em terminação intensiva a pasto, suplementados a 1,8% do peso corporal com dietas isoenergéticas e isoproteicas à base de milho moído e DDGS, contendo casca de soja (CS) ou pele de amendoim (PA) como fonte energética, associadas ou não a 8 g/animal/dia de

tanino condensado (T1 = PA; T2 = PA+tanino; T3 = CS; T4 = CS+tanino), em delineamento de blocos casualizados com dados analisados por modelos mistos (SAS 9.4, LSMEANS, teste de Tukey, α = 0,05). Não houve efeito significativo de fonte energética, tanino ou da interação fonte×tanino sobre o peso final e o ganho médio diário (p > 0,05 em todos os casos). O peso final médio foi de 484,82 (T1), 493,74 (T2), 493,47 (T3) e 498,21 kg (T4) (EPM = 8,92; p Fonte = 0,25; p Tanino = 0,60; p Fonte×Tanino = 0,76), e o ganho médio diário foi de 0,81 (T1), 0,91 (T2), 0,94 (T3) e 0,99 kg/dia (T4) (EPM = 0,04; p Fonte = 0,10; p Tanino = 0,42; p Fonte×Tanino = 0,54), com médias gerais de 0,95 kg/dia e 493,9 kg, respectivamente. A inclusão de taninos condensados preservou o desempenho produtivo, reforçando seu potencial como aditivo funcional associado a melhorias na eficiência de utilização de nitrogênio e à mitigação de gases de efeito estufa, sem comprometer o ganho de peso. Dessa forma, casca de soja e pele de amendoim mostraram-se alternativas viáveis, associadas ou não ao tanino condensado, para compor suplementos destinados à terminação intensiva de bovinos Nelore a pasto.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos ao longo dos estudos acompanhados durante o estágio abordam, de forma interligada, cinco eixos centrais da produção de bovinos de corte em sistemas a pasto: a suplementação com coprodutos agroindustriais, o manejo da pastagem para intensificação produtiva, a adubação nitrogenada, a mitigação de gases de efeito estufa e a conservação de forragem. Em todos os casos, as conclusões foram pautadas em análises estatísticas formais — ANOVA, modelos lineares mistos e testes de comparação de médias (Tukey, LSMEANS), com níveis de significância explícitos — o que permite discutir os achados com base em evidência quantitativa, e não apenas em tendências qualitativas.

Quanto à suplementação com coprodutos, o DDGS mostrou-se superior ao farelo de amendoim em sistemas a pasto: no período das águas (3.3), os tratamentos influenciaram significativamente o peso final (p = 0,0006) e o ganho médio diário (p = 0,009), com o DDGS atingindo 367 kg e 0,967 kg/dia, à frente do farelo de amendoim. Esse padrão se manteve na pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (3.4), em que o peso final (p < 0,001; EPM = 5,821) e o GMD (p < 0,001; EPM = 0,021) aumentaram

progressivamente com a suplementação, com melhor resposta em 0,5% do peso corporal, e novamente na estação seca (3.6), em que o peso final ($p < 0,001$) e a taxa de lotação ($p = 0,028$) responderam de forma semelhante. Em confinamento (3.5), entretanto, a substituição do DDGS pelo farelo de amendoim não alterou peso final ($p = 0,391$), GMD ($p = 0,120$), peso de carcaça quente ($p = 0,394$) ou rendimento de carcaça ($p = 0,477$), indicando que a superioridade do DDGS observada a pasto está associada às exigências energéticas do sistema de recria, não se replicando em dietas de alta densidade energética como as de confinamento. Esse achado tem implicação prática direta: a escolha do coproduto deve considerar a fase produtiva e o sistema de alimentação, e não apenas o custo de aquisição.

Do ponto de vista nutricional, é importante qualificar a caracterização do DDGS enquanto suplemento "energético" nos estudos 3.3, 3.4 e 3.6: praticamente todo o amido do grão de milho, fração prontamente fermentável e, portanto, principal fonte de energia do cereal original, é convertido a etanol durante o processo fermentativo. Assim, o que permanece concentrado no coproduto não é o amido, mas sim a proteína e o óleo residuais do grão. A característica mais marcante do DDGS é, na verdade, seu elevado teor de proteína não degradada no rúmen (PNDR) da ordem de 55% a 70% da proteína bruta do DDGS, contra aproximadamente 30% no farelo de soja (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012), resultado da fermentação preferencial da fração proteica degradável pelas leveduras, que concentra a fração de sobrepasse no produto final. Essa maior disponibilidade de aminoácidos absorvíveis no intestino delgado, mais do que um suposto aporte energético do amido, já consumido na fermentação, provavelmente explica boa parte do desempenho superior observado nos animais suplementados com DDGS nos estudos a pasto. Some-se a isso a variabilidade no teor de extrato etéreo (EE) entre diferentes lotes de DDGS, decorrente da tecnologia de extração de óleo empregada na usina: quando o óleo do milho não é removido do destilado antes da secagem, o DDGS retém teor de gordura mais elevado (10 a 13% de EE), ao passo que usinas que adotam extração de óleo "back-end" produzem DDGS com menor teor de gordura residual (7 a 9% de EE), o que reduz o valor energético em cerca de 1,3% para cada ponto percentual de óleo removido (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012). Essa variação no teor de EE, e não o amido, já removido pela fermentação, constitui, portanto, a segunda característica determinante do valor nutricional do DDGS, e deveria ser considerada na interpretação dos resultados de

desempenho obtidos com esse coproduto nos itens 3.3, 3.4 e 3.6, especialmente quando a origem e o processo de extração de óleo do lote utilizado não são conhecidos. Cabe ressaltar, ainda, que a lisina é o aminoácido mais limitante nesse coproduto, e que o excesso de dano térmico durante a secagem industrial, identificável pelo teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), pode comprometer a disponibilidade real da proteína de sobrepasse, reforçando a importância do controle de qualidade do processamento como fator determinante do valor nutricional final do DDGS ofertado aos animais.

Já quando a comparação envolveu casca de soja e pele de amendoim associadas ao tanino condensado (3.13, 3.14 e 3.15), o padrão estatístico foi distinto: a casca de soja proporcionou maior consumo e digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, fibra e proteína bruta em relação à pele de amendoim ($p < 0,05$; digestibilidade de PB de 70,86% vs. 46,36%, $p < 0,001$), e os animais suplementados com pele de amendoim apresentaram maior consumo de nitrogênio (p Fonte = 0,001), sem que essa diferença se traduzisse em maior excreção, retenção ou eficiência de utilização do nitrogênio ($p > 0,05$ para todas essas variáveis) ou em diferenças de peso final e ganho médio diário ($p > 0,05$). Em nenhum desses três estudos o tanino condensado alterou os resultados ($p > 0,05$ em todas as variáveis avaliadas), o que sugere que, nas doses utilizadas (8 g/animal/dia), seu papel foi mais o de preservar o desempenho do que o de promover ganhos adicionais — resultado relevante, pois frequentemente se atribui ao tanino um efeito de melhoria da eficiência nitrogenada, hipótese que não se confirmou estatisticamente nestes experimentos.

No que se refere ao manejo de pastagens, os resultados reforçam que a intensificação via suplementação e adubação eleva a capacidade de suporte sem comprometer a estrutura do dossel forrageiro. Na estação seca (3.6), a taxa de lotação variou de 2,78 UA/ha no controle a 3,70 UA/ha com 0,75% de suplementação ($p = 0,028$), e o ganho por área acompanhou esse incremento (3,21 a 6,08 kg/ha/dia), evidenciando o efeito substitutivo da suplementação sobre o consumo de forragem. Esse padrão de intensificação também foi observado sob adubação nitrogenada (3.9), em que a taxa de lotação e o ganho por área foram superiores à testemunha em ambos os anos avaliados ($p \leq 0,006$), com a variação interanual (componente de variância de 0,207 e 0,122, para taxa de lotação e ganho por área) sistematicamente inferior ao residual (0,098 e 0,270), ou seja, o manejo da fertilidade do solo pesou mais

sobre a produtividade da pastagem do que a variabilidade climática entre os anos de avaliação.

A adubação nitrogenada, especificamente, mostrou efeitos que dependem da variável analisada e da fonte utilizada. A precipitação acumulada não influenciou a taxa de acúmulo nem a massa de forragem (3.1), mas a fonte de nitrogênio sim: a ureia superou a testemunha na taxa de acúmulo ($p = 0,0205$) e o sulfato de amônio na massa de forragem ($p = 0,0500$), sem diferenças significativas entre as fontes nitrogenadas entre si. Esse ganho produtivo, contudo, tem contrapartida ambiental relevante: as emissões de N2O diferiram significativamente entre fontes ($p < 0,0001$), variando de 5,1 mg N-N2O m^{-2} na ausência de adubação a 480,0 mg N-N2O m^{-2} com nitrato de amônio (quase cem vezes mais), com a ureia na posição intermediária mais favorável (107,5 mg N-N2O m^{-2}) entre as fontes efetivamente aplicadas (3.2). Em conjunto, os resultados de 3.1, 3.2 e 3.9 indicam que a ureia representa o melhor equilíbrio entre produtividade e impacto ambiental entre as fontes nitrogenadas avaliadas, o que reforça o interesse prático na pesquisa com bactérias fixadoras de nitrogênio (item 1.6) como estratégia complementar ou substitutiva à fertilização sintética, sobretudo às fontes com maior potencial de emissão.

Sobre a mitigação de gases de efeito estufa por meio de aditivos, os resultados foram mistos e reforçam a importância de avaliação estatística cuidadosa antes de qualquer recomendação prática. O bromofórmio (3.8) não alterou o pH ruminal ($p = 0,0982$) nem a concentração total de ácidos graxos voláteis ($p = 0,221$), mas modificou o perfil individual desses ácidos, aumentando o propionato (18,77% vs. 17,70%) e reduzindo o acetato (66,12% vs. 66,18%), o que indica redirecionamento do hidrogênio metanogênico sem prejuízo à homeostase ruminal. Já o aditivo comercial à base de microalgas vermelhas (Rumin8, 3.10) não reduziu significativamente a emissão de metano entérico, nem em g/dia ($p = 0,212$) nem em g/kg de GMD ($p = 0,187$), sugerindo que a dose (0,3054% do peso corporal) ou a frequência de consumo do aditivo foram insuficientes para produzir efeito mensurável em condições de pastejo. Tomados em conjunto, os estudos 3.2, 3.8 e 3.10 mostram que a mitigação de gases de efeito estufa na pecuária de corte depende fortemente do ajuste fino de dose, frequência e via de administração do aditivo, e que a fonte de nitrogênio (ureia) permanece, entre as estratégias avaliadas, a que apresentou a evidência estatística mais robusta e consistente de redução de emissões.

Quanto à conservação de forragem, a inoculação de silagem de milho com *Lactobacillus buchneri* apresentou resultados aparentemente contraditórios entre os dois estudos conduzidos: no primeiro (3.7), não houve efeito sobre FDN ($p = 0,864$), FDA ($p = 0,301$) ou digestibilidade in vitro em nenhum dos tempos de incubação avaliados ($p > 0,05$); no segundo (3.12), o inoculante alterou significativamente o teor de ácido acético ($p = 0,035$), sem afetar açúcares solúveis, ácidos graxos totais ou nitrogênio amoniacal ($p > 0,05$ para essas três variáveis). Essa aparente divergência se explica pelo fato de os dois estudos avaliarem desfechos distintos (fração fibrosa e digestibilidade, no primeiro caso, e perfil fermentativo e estabilidade aeróbia, no segundo), indicando que o *L. buchneri*, nas condições avaliadas, atua preferencialmente sobre o metabolismo fermentativo da silagem, sem repercussão direta sobre a composição fibrosa. Já os modelos preditivos desenvolvidos para peso final e peso de carcaça (3.11), com R^2 de 0,892 e 0,902, respectivamente, demonstraram elevada capacidade de estimativa a partir de variáveis de fácil mensuração (peso inicial, dias de cocho e dias de trato), representando uma ferramenta de apoio à tomada de decisão que pode reduzir a necessidade de pesagens frequentes em sistemas de confinamento comercial.

Em síntese, a experiência acumulada nesses estudos evidencia que a adoção de coprodutos, o ajuste da adubação nitrogenada e da suplementação, e o uso de aditivos mitigadores de metano são estratégias promissoras para a intensificação sustentável da pecuária de corte a pasto, mas cujos benefícios nem sempre se confirmam estatisticamente em todas as variáveis e sistemas avaliados. Essa constatação reforça a necessidade de embasar recomendações técnicas em análises estatísticas robustas e não apenas em médias brutas ou expectativas fisiológicas, de modo a orientar decisões de manejo que conciliem produtividade, eficiência nutricional e redução do impacto ambiental da atividade.

5. CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas ao longo do estágio nos estudos conduzidos no Setor de Forragicultura da FCAV/UNESP, evidenciam que a intensificação sustentável da bovinocultura de corte depende da combinação entre estratégias de manejo de pastagens e o uso racional de suplementos e aditivos alimentares. A terminação e a recria intensiva a pasto, associadas ao manejo adequado da altura do dossel

forrageiro e a ajustes na taxa de lotação, mostraram-se ferramentas eficazes para contornar a estacionalidade de produção característica das pastagens tropicais, permitindo maior aproveitamento da forragem disponível e ganhos de desempenho animal ao longo do ano.

O uso de coprodutos da agroindústria, como o farelo de amendoim, DDGS, a casca de soja, a pele de amendoim e a polpa cítrica, consolidou-se como alternativa nutricional e economicamente viável à substituição de ingredientes convencionais, contribuindo tanto para o desempenho quanto para a sustentabilidade dos sistemas de produção. De forma complementar, a inclusão de taninos condensados demonstrou potencial para melhorar a eficiência de uso do nitrogênio e mitigar a emissão de metano entérico, reforçando o papel dos aditivos fitogênicos como estratégia nutricional aliada à redução do impacto ambiental da atividade pecuária.

No âmbito do manejo da fertilidade do solo, a comparação entre diferentes fontes de fertilizante nitrogenado e a avaliação de bactérias fixadoras de nitrogênio como alternativa complementar à adubação convencional indicaram caminhos promissores para reduzir a dependência de insumos sintéticos e as perdas de nitrogênio por volatilização e lixiviação, sem comprometer a produtividade da pastagem. Complementarmente, a quantificação das emissões de metano entérico, óxido nitroso e amônia, por meio de técnicas como o gás traçador SF6 e câmaras estáticas, permitiu mensurar de forma objetiva o impacto ambiental das diferentes estratégias avaliadas, fornecendo subsídios para a tomada de decisão em sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis.

Em conjunto, os estudos acompanhados durante o estágio reforçam que a produção de bovinos de corte a pasto pode aliar intensificação produtiva, eficiência nutricional e mitigação de gases de efeito estufa, desde que sustentada por manejo técnico adequado das pastagens, uso estratégico de coprodutos e aditivos, e monitoramento contínuo dos indicadores ambientais, consolidando-se como um caminho viável para a sustentabilidade da bovinocultura de corte brasileira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDISU, S. Efeito da fonte de tanino dietético na fermentação ruminal e produção de gado: uma revisão. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). Beef Report 2024: perfil da pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2024. Disponível em: https://abiec.com.br.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). Beef Report 2025: perfil da pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2025. Disponível em: https://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2025-perfil-da-pecuaria-no-brasil/.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). Beef Report 2026: perfil da pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2026. Disponível em: https://abiec.com.br.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990.

ARAÚJO FILHO, H. D.; MALAFAIA, P.; CARVALHO, C. D.; GARCIA, F. Z.; SOUZA, V. D.; FERREIRA, R. L.; RISSO, T. L. Avaliação econômica da terminação de bovinos de corte a pasto, semiconfinados ou em confinamento com dieta de alto grão. Custos e Agronegócio, v. 15, p. 374-401, 2019.

BALYEA, R. L.; STEEVENS, B. J.; RESTREPO, R. J.; CLUBB, A. P. Variation in composition of by-product feeds. Journal of Dairy Science, v. 72, p. 2339-2345, 1989.

BARBOSA, R. M.; HOMEM, B. F. M.; TARSITANO, M. A. A. Custo de produção e lucratividade da cultura do amendoim no município de Jaboticabal, São Paulo. Revista Ceres, v. 61, p. 475-481, 2014.

BEAUCHEMIN, K. A.; SHRECK, A. L.; HUNERBERG, M.; MCALLISTER, T. A.; OKINE, E. K.; HARSTAD, O. M.; BENCHAAR, C. Invited review: A 100-Year Review: Methane reduction in dairy cattle with emphasis on rumen modifiers. Journal of Dairy Science, v. 105, n. 6, p. 4644-4667, 2022.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583 p.

BESHARATI, M.; MAGGIOLINO, A.; PALANGI, V.; KAYA, A.; JABBAR, M.; ESECELI, H.; LORENZO, J. M. Tannin in ruminant nutrition. Molecules, v. 27, n. 23, p. 8273, 2022.

BOLFE, É. L.; VICTORIA, D. de C.; SANO, E. E.; BAYMA, G.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; DE OLIVEIRA, A. F. Potential for agricultural expansion in degraded pasture lands in Brazil based on geospatial databases. Land, v. 13, n. 2, p. 200, 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Aditivos autorizados e proibidos para alimentação animal. Brasília, DF, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/aditivos. Acesso em: 18 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Agrostat Brasil. Brasília, 2026. Disponível em: https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat.

BRITO, J. M. Avaliação nutricional e metabólica de bovinos Nelore em terminação intensiva à pasto com aditivos. 2018. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2018.

CARDOSO, A. S.; BERNDT, A.; LEYTEM, B. J. R.; ALVES, I. D. N.; DE CARVALHO, L. H.; DE BARROS SOARES, S.; URQUIAGA; BODDEY, R. M. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. Agricultural Systems, v. 143, p. 86-92, 2016.

CARDOSO, A. S.; BARBERO, R. P.; ROMANZINI, E. P.; TEOBALDO, R. W.; ONGARATTO, F.; FERNANDES, M. H. M. R.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Intensification: a key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in Brachiaria grasslands. Sustainability, v. 12, n. 16, p. 6656, 2020.

CARDOSO, A. S.; LONGHINI, V. Z.; SINISCALCHI, D.; BERÇA, A. S.; ONGARATTO, F.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. Pasture management and greenhouse gases emissions. Bioscience Journal, v. 39, p. e39003, 2023.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). PIB do agronegócio brasileiro. Piracicaba: ESALQ/USP, 2025. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2024/25. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2025.

DALPIAN, A. S. M.; ALBUQUERQUE, E. B. de; RODRIGUES, J. de S. Análise da composição química para avaliar o uso do resíduo impureza mineral e vegetal do amendoim na alimentação de bovinos. South American Sciences, v. 1, n. 2, p. e2054, 2020.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. Anais [...]. Viçosa: SIMCORTE, 2010. p. 191-240.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; HUHTANEN, P. Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: a review based on Brazilian results. Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 4, p. 2829-2854, 2014.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

DUBEUX JR, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; MUIR, J. P.; TEDESCHI, L. O.; DOS SANTOS, M. V.; DA CUNHA, M. V.; DILORENZO, N. Sustainable intensification of livestock production on pastures. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, v. 25, n. 3-4, 2017.

EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p. 273-280, 2007.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The future of livestock in a changing climate. Roma: FAO, 2019.

FERRACINI, J. G.; LELIS, A. L. J.; POLLI, D.; GASPARIM, M. B.; FEBA, L. T.; DO PRADO, I. N.; MILLEN, D. D. Feedlot performance of Nellore bulls fed high-concentrate diets containing the association of tannins and saponins with sodium monensin. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 53, 2024.

FITRI, A.; YANZA, Y. R.; JAYANEGARA, A.; RIDWAN, R. Divergence effects between dietary Acacia and Quebracho tannin extracts on nutrient utilization, performance, and methane emission of ruminants: a meta-analysis. Animal Science Journal, v. 93, n. 1, p. e13765, 2022.

FONSECA, N. V. B. Intensificação sustentável da recria de tourinhos Nelore utilizando suplementos energéticos contendo tanino condensado. 2024. 108 f. Tese

(Doutorado em Ciência Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2024. Disponível em: https://hdl.handle.net/11449/257536. Acesso em: 22 jun. 2026.

FONSECA, N. V. B.; CARDOSO, A. da S.; BAHIA, A. S. R. de S.; MESSANA, J. D.; VICENTE, E. F.; REIS, R. A. Additive tannins in ruminant nutrition: an alternative to achieve sustainability in animal production. Sustainability, v. 15, n. 5, 2023.

FONSECA, N. V. B.; SILVA CARDOSO, A.; BERÇA, A. S.; DORNELLAS, I. A.; ONGARATTO, F.; SILVA, M. L. C.; REIS, R. A. Effect of different nitrogen fertilizers on nitrogen efficiency use in Nellore bulls grazing on Marandu palisade grass. Livestock Science, v. 263, p. 105012, 2022.

GOMES, D. I.; FIGUEIRAS, J. F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 2565-2573, 2011.

GOMES, R. C.; NUÑEZ, A. J. C.; MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. Brasília: Embrapa, 2015. Cap. 9, p. 121-150.

HARPER, K. J.; TAIT, L. A.; LI, X.; SULLIVAN, M. L.; GAUGHAN, J. B.; POPPI, D. P.; BRYDEN, W. L. Livestock industries in Australia: production systems and management. In: _____. Livestock: production, management strategies and challenges. [S.l.: s.n.], 2019. p. 79-136.

HASLAM, E. Plant polyphenols: vegetable tannins revisited. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

HEUZÉ, V.; TRAN, G.; BAUMONT, R.; LESSIRE, M.; LEBAS, F. Soybean hulls. Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO, 2023. Disponível em: https://www.feedipedia.org.

HINDERS, R. G. Soybean hulls for beef cattle. Lincoln: University of Nebraska Cooperative Extension, 2000.

HEUZÉ, V.; TRAN, G.; NOZIÈRES, M.; LESSIRE, M. Soybean hulls. Feedipedia, INRAE, CIRAD, AFZ and FAO, 2023. Disponível em: https://www.feedipedia.org/node/719 Acesso em: 19 de junho de 2026.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. Burnt Mill: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

HUANG, Q.; LIU, X.; ZHAO, G.; HU, T.; WANG, Y. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. Animal Nutrition, v. 4, p. 137-150, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Trimestral do Abate de Animais: resultados completos. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/46124-producao-pecuaria-atinge-recordes-historicos-em-2025. Acesso em: 30 jun. 2026.

INTERNATIONAL TRADE CENTRE (ITC). Trade Map: peanuts and peanut products. Geneva: ITC, 2025. Disponível em: https://www.trademap.org.

JALAL, H.; GIAMMARCO, M.; LANZONI, L.; AKRAM, M. Z.; MAMMI, L. M. E.; VIGNOLA, G.; CHINCARINI, M.; FORMIGONI, A.; FUSARO, I. Potential of fruits and vegetable by-products as an alternative feed source for sustainable ruminant nutrition and production: a review. Agriculture, v. 13, n. 2, p. 286, 2023.

JOUANY, J. P.; MORGAVI, D. P. Use of "natural" products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. Animal, nov. 2007.

KHOLIF, A. E.; OLAFADEHAN, O. A.; ANELE, U. Y. Tannins in ruminant feeding: effects of tannin type and dosage on rumen fermentation, production performance, health, and sustainability. Research in Veterinary Science, p. 106181, 2026.

LUDDEN, P. A.; CECAVA, M. J.; HENDRIX, K. S. The value of soybean hulls as a replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat. Journal of Animal Science, v. 73, n. 9, p. 2706-2711, 1995.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

MACHADO, L. A. Z.; LEMPP, B.; VALLE, C. B. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. In: PIRES, A. V. (Ed.). Bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ, 2010. v. 1, p. 375-417.

MAKMUR, M.; ZAIN, M.; SHOLIKIN, M. M.; JAYANEGARA, A. Modulatory effects of dietary tannins on polyunsaturated fatty acid biohydrogenation in the rumen: a meta-analysis. Heliyon, v. 8, p. e09828, 2022.

MALENICA, D.; KASS, M.; BHAT, R. Sustainable management and valorization of agri-food industrial wastes and by-products as animal feed: for ruminants, non-ruminants and as poultry feed. Sustainability, v. 15, n. 1, p. 117, 2023.

MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 176 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1010951. Acesso em: 21 jun. 2026.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. Anais [...]. Lavras: SBZ/ESAL, 1992. p. 188-219.

MIN, B. R.; SOLAIMAN, S. Comparative aspects of plant tannins on digestive physiology, nutrition and microbial community changes in sheep and goats: a review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v. 102, p. 1181-1193, 2018.

MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

MIRZAEI-AGHSAGHALI, A.; MAHERI-SIS, N. Nutritive value of some agro-industrial by-products for ruminants: a review. World Journal of Zoology, v. 3, n. 2, p. 40-46, 2008.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P. de; ARAÚJO, E. de L.; AMORIM, E. L. C. de. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. Química Nova, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MOORE, J. E.; BRANT, M. H.; KUNKLE, W. E.; HOPKINS, D. I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. Journal of Animal Science, v. 77, supl. 2, p. 122-135, 1999.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Casca de soja na alimentação de ruminantes. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

MOTTET, A.; DE HAAN, C.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G.; OPIO, C.; GERBER, P. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. Global Food Security, v. 14, p. 1-8, 2017.

MUIR, J. P.; TERRILL, T. H.; KAMISHA, K.; MOSJIDIS, J. A.; FOSTER, J. L.; MERKEL, R. C. Tannins in livestock and human nutrition. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, v. 4, n. 017, p. 1-12, 2009.

MUSATI, M.; MENCI, R.; LUCIANO, G.; FRUTOS, P.; PRIOLO, A.; NATALELLO, A. Temperate nuts by-products as animal feed: a review. Animal Feed Science and Technology, v. 305, p. 115787, 2023.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. Journal of Dairy Science, v. 90, supl. 1, p. E17-E38, 2007.

NAUMANN, H. D. et al. O papel dos taninos condensados na produção de animais ruminantes: avanços, limitações e direções futuras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, p. 929–949, 2017. https://doi.org/10.1590/s1806-92902-017001200009.

NEUMANN, M. et al. Degradabilidade e cinética ruminal de alimentos energéticos utilizados em dietas para ruminantes. *Ciência Animal Brasileira*, v. 22, e68993, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e68993. Acesso em: 23 jun. 2026.

NASCIMENTO, K. S.; BOMFIM, L. E. L. M.; COUTO, V. R. M.; SILVA, M. B.; LOPES, A. L. A.; FERNANDES, M. H. M. R.; MANELLA, M. Q.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; FERNANDES, J. J. R. Growth performance and carcass characteristics of bulls fed tannins associated or not with monensin. Translational Animal Science, v. 8, 2024.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, DC: National Academies Press, 2016.

NAUMANN, H. D.; TEDESCHI, L. O.; ZELLER, W. E.; HUNTLEY, N. F. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 46, p. 929-949, 2017.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura funcional nos trópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa. Anais [...]. Viçosa: SIMCORTE, 2008. p. 275-305.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Suplementação de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5., 2010, Viçosa. Anais [...]. Viçosa: UFV, 2010. p. 131-169.

PATRA, A. K. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. Environmental Monitoring and Assessment, v. 184, p. 1929-1952, 2012.

PEZENTE, J. H. S.; DEBORTOLI, E. C. Determinação de custos e análise de rentabilidade da terminação de bovinos de corte em sistema semiconfinado. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, v. 5, n. 3, p. e535009, 2024.

PORFÍRIO, G. Terminação intensiva a pasto avança e já é adotada por 15% dos pecuaristas. Canal Rural, 3 mar. 2026. Disponível em: https://www.canalrural.com.br/pecuaria/terminacao-intensiva-pasto-pecuaristas/. Acesso em: 22 jun. 2026.

REIS, R. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Avaliação de coprodutos do amendoim na nutrição de bovinos de corte. South American Sciences, v. 1, p. 1-8, 2020.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PASCOALOTO, J. R. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 147-159, 2009.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, M. V.; CASAGRANDE, D. R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 13, p. 642-655, 2012.

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; VIEIRA, B. R.; MORETTI, M. H. Manejo alimentar na terminação em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1., Piracicaba. Anais [...]. Piracicaba: [s.n.], 2011. p. 341-381.

RIBAS, M. N.; PÔSSAS, F. P. Utilização de casca de soja em dietas de ruminantes. 2010. Disponível em: http://www.cptcursospresenciais.com.br/artigos/bovinos/nutricao-debovinos/utilizacao-de-casca-de-soja-em-dietas-de-ruminantes. Acesso em: 23 jun. 2026.

RIGOBELLO, I. L. Emissão de gases de efeito estufa e amônia a partir das excretas de tourinhos Nelore submetidos à suplementação energética e taninos. 2022. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e

Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2022. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/236072. Acesso em: 22 jun. 2026.

RIGOBELLO, I. L.; CARDOSO, A. D. S.; FONSECA, N. V. B.; ONGARATTO, F.; SILVA, M. M.; BAHIA, A. S. R. D. S.; REIS, R. A. Emission of greenhouse gases and ammonia from the excreta of Nellore bulls submitted to energy and tannin supplementation. Atmosphere, v. 14, n. 7, p. 1112, 2023.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. (Ed.). The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker, 1981. cap. 9, p. 123-158.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, M. C. do B.; MORAIS, J. P. S.; SANTAELLA, S. T.; LEITÃO, R. C. Valorização de resíduos da agroindústria. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 2., 2011. Anais [...]. [S.l.: s.n.], 2011. v. 15, p. 257-286.

ROSA, P. P. da; NUNES, L. P.; CHESINI, R. G.; POZADA, T. N.; SILVA, G. F.; DA SILVA CAMACHO, J.; LOPES, A. A. Utilização de coprodutos industriais na alimentação de ruminantes: revisão bibliográfica. Revista Científica Rural, v. 21, n. 3, p. 387-407, 2019.

SAITO, C.; ASANO, S.; KATO, C.; KOBAYASHI, S.; MUSHA, A.; KURIBAYASHI, H.; KAJIKAWA, H. Nutritional values and antioxidative activities of whole peanuts and peanut skins for ruminant feeds. Animal Science Journal, v. 87, n. 1, p. 54-60, 2016.

SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S.; CATTELAN, J. W.; BARBOSA, J. C.; REZENDE, R. C. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 3, p. 1258-1268, 2002.

SILVA, T. H.; MAGNANI, E.; DE ANDRADE, J. G. P.; AMÂNCIO, B. R.; MEURER, G. W.; REOLON, H. G.; BRANCO, R. H. Evaluation of increasing levels of condensed tannin extracted from Acacia mearnsii on performance, carcass traits, meat quality, methane emission, and health of finishing Nellore bulls. Animal Feed Science and Technology, v. 315, p. 116046, 2024.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (SINDIRAÇÕES). Setor de alimentação animal deve crescer 3% em 2025. São Paulo, 2025. Disponível em: https://www.sindiracoes.org.br. Acesso em: 18 jun. 2026.

SINISCALCHI, D.; CARDOSO, A. D. S.; CORRÊA, D. C. D. C.; FERREIRA, M. R.; ANDRADE, M. E. B.; DA CRUZ, L. H. G.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Effects of condensed tannins on greenhouse gas emissions and nitrogen dynamics from urine-treated grassland soil. Environmental Science and Pollution Research, v. 29, p. 85026-85035, 2022.

SOLDADO, D.; BESSA, R. J. B.; JERÓNIMO, E. Condensed tannins as antioxidants in ruminants: effectiveness and action mechanisms to improve animal antioxidant status and oxidative stability of products. Animals, v. 11, p. 3243, 2021.

SOLLENBERGER, L. E.; CHERNEY, D. J. R. Evaluating forage production and quality. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Ed.). Forages: the science of grassland agriculture. Ames: Iowa State University Press, 1995. v. 2, p. 97-110.

STRASSBURG, B. B. N.; LATAWIEC, A. E.; BARIONI, L. G.; NOBRE, C. A.; SILVA, V. P.; VALENTIM, J. F.; VIANNA, M.; ASSAD, E. D. When enough should be enough: improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. Global Environmental Change, v. 28, p. 84-97, 2014.

SUN, X.; DOU, Z.; SHURSON, G. C.; HU, B. Bioprocessing to upcycle agro-industrial and food wastes into high-nutritional value animal feed for sustainable food and agriculture systems. Resources, Conservation and Recycling, v. 201, p. 107325, 2024.

TEDESCHI, L. O.; RAMÍREZ-RESTREPO, C. A.; MUIR, J. P. Developing a conceptual model of possible benefits of condensed tannins for ruminant production. Animal, v. 8, n. 7, p. 1095-1105, 2014.

TEOBALDO, R. W.; CARDOSO, A. D. S.; BRITO, T. R.; LEITE, R. G.; ROMANZINI, E. P.; GRANJA-SALCEDO, Y. T.; REIS, R. A. Response of phytogenic additives on enteric methane emissions and animal performance of Nellore bulls raised in grassland. Sustainability, v. 14, p. 9395, 2022.

U.S. GRAINS COUNCIL. A guide to distiller's dried grains with solubles (DDGS). 3. ed. Washington, DC: USGC, 2012.

URIO, G. S. Dietas de fontes de fibra não forrageira com redução de amidos para bovinos confinados. 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

VALADARES FILHO, S. C.; LOPES, S. A.; SARAIVA, T. D. et al. CQBAL 4.0: tabelas brasileiras de composição de alimentos para ruminantes. Viçosa: UFV, 2023. Disponível em: http://www.cqbal.com.br.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, L. F. C. E.; GIOMBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. BR-Corte: exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados. Viçosa: UFV, 2016.

VALLE, P. A. C. B.; VALE, W. G.; BARRETO, L. M. G. et al. Diagnóstico comparativo do desempenho produtivo de bovinos de corte em sistema de terminação intensiva a pasto. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 9, p. 64313-64326, 2022.

VALENTE, T. N. P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; GOMES, D. I.; FIGUEIRAS, J. F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 2565-2573, 2011.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, L. C.; VIEIRA, D. J. C.; GRAZZIOTIN, R. C. B.; POLETTI, G.; VIEGAS, J.; PEROTTONI, J.; BERMUDES, R. F. Utilização de DDG e WDG na nutrição de ruminantes. In: COSTA, E. J. X. (Ed.). Zootecnia de precisão: desafios e aplicações. [S.l.: s.n.], 2021. p. 151-169.

WEST, J. W.; HILL, G. M.; UTLEY, P. R. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, v. 76, n. 2, p. 590-599, 1993.

XAVIER, I. M. Terminação intensiva de bovinos de corte suplementados a pasto na época da seca no norte do Mato Grosso. 2018. 153 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2018.