

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

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE SUPLEMENTAÇÃO
ENERGÉTICA SOBRE OS PARÂMETROS RUMINAIS DE
TOURINHOS NELORE**

Isadora Alves Dornellas

Orientador: Ricardo Andrade Reis

Coorientadora: Natalia Vilas Boas Fonseca

Jaboticabal – SP

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

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE SUPLEMENTAÇÃO
ENERGÉTICA SOBRE OS PARÂMETROS RUMINAIS DE TOURINHOS
NELORE**

Isadora Alves Dornellas

Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica)
apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como
parte das exigências para graduação em Zootecnia.

Jaboticabal - SP
2º Semestre/2024

D713a

Dornellas, Isadora Alves

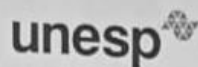
Avaliação de diferentes fontes de suplementação energética sobre os parâmetros ruminais de tourinhos Nelore / Isadora Alves Dornellas. -- Jaboticabal, 2024
37 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Ricardo Andrade Reis

Coorientadora: Natália Vilas Boas Fonseca

1. AGCC. 2. Capim Marandu. 3. Energia. 4. Ruminantes. 5. Tanino condensado. I.
Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus Jaboticabal



NOME COMPLETO DO AUTOR: Isadora Alves Dornellas

TÍTULO DO TRABALHO ACADÊMICO:

**"AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA
SOBRE OS PARÂMETROS RUMINAIS DE TOURINHOS NELORE"**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis
Coorientador (se houver): Dr. Natália Vilas Boas Fonseca

Área de Concentração: Zootecnia

Data da defesa: 14/11/2024

(X) Aprovado
() Reprovado

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
RICARDO ANDRADE REIS
Data: 14/11/2024 13:23:42-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente
DEBORA SINICALCHI
Data: 16/11/2024 11:01:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Me. Débora Sinicalchi
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
ANDRESSA SCHOLZ BERÇA
Data: 27/11/2024 07:56:12-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Andressa Scholz Berça
Nutron - Cargill

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: / /

Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte
Chefe do Departamento

OFERECIMENTOS

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso aos meus pais, Donizeti e Célia, e a todos os meus familiares, cuja presença, apoio incondicional e orações me deram força e coragem ao longo dessa jornada. Sem vocês, esta conquista não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus primeiramente e sobre todas as coisas, pela força, coragem, fé, e saúde que tem me dado ao longo desses anos de graduação. Obrigada por ter me sustentado de pé e não me fazer desistir dos meus sonhos.

Agradeço ao meu orientador, Professor Prof^o Dr^o Ricardo Andrade Reis, por sua orientação valiosa e por acreditar em mim durante todo o processo de elaboração deste trabalho. Seus conhecimentos foram essenciais para o desenvolvimento das ideias apresentadas.

Aos meus colegas de curso, especialmente Xodó, Carlos Eduardo, Mai-duas, Xô-pomba, Is-tuart, Maria Vitória, Karina, Camila e Dorimê, agradeço pelas trocas de experiências e pelo companheirismo.

Aos pós-graduandos (Natália, Andressa, Débora, Maria Luisa, Izabela, Matheus, Isadora e Verônica), em que tive o prazer de ajudá-los em seus experimentos.

Aos integrantes do UNESFOR por fazer meu cotidiano ser mais leve, pela confiança e aprendizados compartilhados.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro para desenvolvimento desta pesquisa (Processo 2021/05488-8).

À minha coorientadora Natália, pela paciência, perseverança, apoio, companheirismo, ensinamentos e amizade que me concedeu nesses anos. Obrigada pela profissional e inspiração que é para mim.

Ao professor Matheus, pelas aulas ministradas, pelo incentivo e por não me deixar desistir dessa linda e inspiradora profissão que é a Zootecnia. Sou grata também aos colegas e professores da APTA de Colina.

Aos meus pais, Donizeti e Célia, aos meus irmãos, Diego, Brendo e Yasmin, às minhas cunhadas Geise e Gabriela e aos meus sobrinhos Liz, Louise e Emanuel, por serem meu combustível na busca por este título. Vocês são a razão para continuar lutando e eternamente devo minha gratidão. Obrigada por tudo apoio e orações feitas a mim. Obrigada por fazerem de mim quem eu sou hoje.

Por fim, agradeço a FCAV de Jaboticabal e ao corpo docente presente nela, que foram fundamentais para a minha formação acadêmica.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Pecuária Nacional e Manejo de Pastagens	3
2.2. Suplementação Energética	5
2.2.1. <i>Casca de soja (CS)</i>	7
2.2.2. <i>Pele de amendoim (PA)</i>	8
2.2.3. <i>Grão de sorgo (GS)</i>	9
2.3. Tanino Condensado na Nutrição de Ruminantes	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Caracterização do local de origem dos dados e período experimental	13
3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos	14
3.3. Manejo das pastagens e animais.....	15
3.4. Parâmetros ruminais	17
3.5. Análises estatísticas.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO.....	23
6. RESUMO.....	24
7. SUMMARY	25
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química dos suplementos utilizados na fase de recria durante o período das águas.....	14
Tabela 2. Ingestão de matéria seca e tanino condensado na suplementação mineral ou suplementação energética, contendo ou não tanino condensado em bovinos em pastejo durante o período das águas.....	15
Tabela 3. Massa de forragem, oferta de forragem, frações morfológicas, composição química e fracionamento dos compostos nitrogenados de pastos de capim Marandu no período experimental.	17
Tabela 4. Efeitos do fornecimento de suplemento mineral ou suplemento energético, contendo ou não tanino condensado no pH, N-NH ₃ (mg/dL) e proporção de acetato, propionato, butirato, isovalerato, valerato (% do total) e relação acetato:propionato em bovinos em pastejo durante o período das águas.....	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação das concentrações de N-NH ₃ (mg N/dL) nos diferentes horários de coleta.....	20
Figura 2. Variação do pH nos diferentes horários de coleta	20
Figura 3. Variações do pH e concentrações de N-NH ₃ (mg/dL) em diferentes horários de coleta.....	20
Figura 4. Concentrações médias de N-NH ₃ (mg/dL) no tratamento controle com sal mineral e as fontes energéticas	20

1. INTRODUÇÃO

Dentre as técnicas utilizadas para elevar a eficiência e produtividade na pecuária de corte, destacam-se o manejo das pastagens, a adubação nitrogenada (GALINDO et al., 2018, LEITE et al., 2021, FONSECA et al., 2022), suplementação da dieta para corrigir as deficiências nutricionais do pasto e uso de animais com potencial genético (ROMANZINI et al., 2018, DALLANTONIA et al., 2021, HOFFMANN et al., 2021; BERÇA et al., 2023).

Pastos mantidos sob lotação contínua e eficientemente manejados, com ajuste da taxa de lotação determinada por critério de manejo, seja altura, massa ou oferta de forragem, proporcionam contínua ingestão de folhas jovens pelos animais, de modo que a digestibilidade da forragem consumida seja elevada (REIS et al., 2012, HOFFMANN et al., 2021; FONSECA et al., 2024).

Gramíneas tropicais manejadas com intensivas doses de nitrogênio (N) (150 a 500 kg N ha⁻¹) apresentam de 40 a 50% dos compostos nitrogenados na forma solúvel (JOHNSON et al., 2001; DELEVATTI et al., 2019, LEITE et al. 2021, FONSECA et al., 2022), podendo ter perdas excessivas de compostos nitrogenados no ambiente ruminal na forma de amônia (NH₃), e excreção via urina, gerando déficit proteico em relação às exigências para ganhos elevados. Contudo, a suplementação energética pode ser uma estratégia para maximizar a utilização de N da forragem e aumentar a síntese de proteína microbiana (POPPI & McLENNAN, 1995, FERRARI et al., 2021, DE OLIVEIRA et al., 2022).

Em dietas com altos teores de proteína solúvel, uma das alternativas que pode modular a fermentação ruminal e o metabolismo consiste no uso de fontes alimentares taniníferas, podendo contribuir para aumentar a produção de proteína metabolizável, consequentemente aumentar a eficiência de uso de nitrogênio (EUN) pelo animal e reduzir a NH₃ ruminal, contribuindo para intensificação sustentável da produção de bovinos de corte (DICK, 2018; FONSECA et al., 2023; FONSECA et al., 2024).

Os taninos condensados (TC), são classificados como polímeros de flavonoides, formam complexos com proteínas insolúveis em água, ocasionando no aumento de síntese de proteína microbiana pela diminuição da degradação ruminal da proteína devido

à formação de complexos (proteína – tanino), diminuindo a reciclagem de N ruminal, além de efeito inibitório direto na população metanogênica reduzindo a produção de hidrogênio (H_2) e, conseqüentemente, na produção de metano (FONSECA et al., 2023).

O grão de sorgo e a pele de amendoim são fontes de tanino condensado (3 e 6% respectivamente), então, quando introduzidas na alimentação de ruminantes apresentam efeitos potenciais para aumentar o fluxo de proteína para o intestino (WEST et al., 1993; BUSO et al., 2011; REIS & FERNANDES, 2020; FONSECA et al., 2024). A casca de soja não possui TC em sua composição, apresenta alto teor de fibra em detergente neutro (FDN), baixo teor de proteína, lignina e carboidratos solúveis, é rica em polissacarídeos fermentáveis, podendo ser classificada como uma fibra rapidamente fermentável (WOO et al., 2019).

Com o crescimento da pecuária de corte e parte da economia do país apoiada nesse setor, com influências econômicas e sustentáveis globais, o Brasil carece de informações e dados relacionados aos efeitos dos coprodutos da agroindústria sobre a intensificação por meio do manejo das pastagens e suplementação, visando o aumento da produção e qualidade da forragem, resultando em maior produtividade.

A hipótese desta pesquisa foi que a suplementação energética otimizaria a utilização do pasto com alto teor de proteína solúvel por promover maior e mais rápida captura de NH_3 ruminal proveniente da forragem, aumentando a eficiência de uso do N- NH_3 no rúmen. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de três fontes de suplemento energético (casca de soja, pele de amendoim e grão de sorgo) e o tratamento controle com sal mineral sobre os parâmetros ruminais de tourinhos Nelore recriados em pastos de capim Marandu durante a estação chuvosa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Pecuária Nacional e Manejo de Pastagens

A demanda global por carne deverá ultrapassar 200 milhões de toneladas até 2050 (RAHMAN, 2016), impulsionada pelo crescimento populacional, que deverá atingir 9,91 bilhões de pessoas em 2050 (FAO, 2019). Nesse contexto, o Brasil se destaca por ser projetado para suprir 21% dessa demanda (ABIEC, 2024). Em 2023, o país consolidou-se como o segundo maior produtor de carne bovina do mundo, com uma produção de 10,6 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC), representando 13,8% da produção mundial. Além disso, o Brasil detém o maior rebanho bovino do mundo, com 197,2 milhões de cabeças, correspondendo a 12% do rebanho global (ABIEC, 2024).

A bovinocultura de corte se destaca por sua importância econômica para o Brasil, desempenhando um papel fundamental na composição do Produto Interno Bruto (PIB). Em 2023, o setor gerou uma receita de US\$ 10,55 bilhões, alcançando um dos maiores faturamentos da história. O Brasil também se consolidou como um dos principais exportadores mundiais de carne bovina, com 2,29 milhões de toneladas exportadas, abastecendo 157 países em todos os continentes. Esses dados ressaltam a relevância da pecuária brasileira no cenário global, segundo informações da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, 2024).

Em 2023, o Brasil registrou o maior abate de bovinos de sua história, totalizando 41,96 milhões de cabeças. Desses animais, 83,4% foram produzidos exclusivamente a pasto, enquanto 16,6% passaram por terminação em confinamento, somando cerca de 6,9 milhões de cabeças (ABIEC, 2024). No entanto, é importante destacar que, no sistema brasileiro, a maioria dos bovinos terminados em confinamento passa as fases de cria e recria em pastagens (AROEIRA et al., 2021; SILVA et al., 2019).

Com características favoráveis para produção de forrageiras tropicais durante o verão, o Brasil possui condições adequadas para a produção de gado em pastagens. As variações na composição química e estrutural da forrageira se deve a sazonalidade da produção, onde 70 a 80% do seu crescimento é na estação chuvosa e o restante (20 a 30%) na estação seca (REIS et al., 2012; BARBERO et al., 2017; de JESUS et al., 2021; BERÇA et al., 2021).

As pastagens cobrem aproximadamente 24% da superfície terrestre e representam 67% das terras agrícolas produtivas, de acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO, 2021). No Brasil, 19% da área total de terra é destinada exclusivamente a pastagens, somando 161 milhões de hectares. Embora essa área tenha sido reduzida em 16% nos últimos 30 anos, a produtividade aumentou em 172% nesse período (CNI, 2021). A produção a pasto desempenha papel crucial na sustentabilidade, pois contribui para a regulação do ciclo global do carbono e constitui a principal e mais econômica fonte de alimentação para a pecuária (ALI et al., 2014; CARDOSO et al., 2023).

Forrageiras de alta qualidade devem, em princípio, fornecer nutrientes necessários para atender às exigências nutricionais dos animais em pastejo. No entanto, nem sempre existe um equilíbrio adequado entre essas exigências e a disponibilidade de nutrientes, o que pode comprometer o potencial de ganho de peso dos animais (BERÇA et al., 2021; VALADARES et al., 2019). Portanto, a adoção de estratégias de manejo da forrageira pode maximizar o aproveitamento da área utilizada pelos animais, promovendo um uso mais eficiente dos recursos disponíveis e potencializando a produção animal (BARBERO et al., 2015).

O manejo adequado das pastagens tem um impacto significativo na redução da intensidade das emissões de metano, um gás de efeito estufa, podendo diminuir essas emissões entre 22% e 35%, contribuindo de forma efetiva para mitigar os GEEs (Gases do Efeito Estufa) carbono emitido por ruminantes (BEAUCHEMIN et al., 2020; de CONGIO et al., 2021). Além disso, o manejo correto influencia positivamente o desempenho dos animais em pastejo, principalmente em função da massa de forragem disponível.

A qualidade da forragem consumida está diretamente relacionada ao seu valor nutritivo, determinado pela composição química (como teor de proteína bruta (PB), teor de fibras e digestibilidade) e pela capacidade de ingestão da forragem (TEDESCHI et al., 2019).

De maneira geral, o manejo de pastagens consiste em um conjunto de práticas destinadas a modificar a morfologia das plantas ou retardar sua maturidade, com o objetivo de otimizar tanto a produção forrageira quanto a produtividade animal por hectare (REIS et al., 2012; PAULINO et al., 2004).

Casagrande et al. (2011) relataram a importância do manejo do pasto de capins tropicais, com base na altura do dossel sobre as respostas de plantas e animais. A adoção da altura como critério do manejo permite o controle da massa de forragem e da taxa de lotação que, por sua vez, favorece a determinação simultânea da qualidade e da quantidade de forragem e a manutenção da sustentabilidade do sistema. Barbero et al. (2015) e Koscheck et al. (2020) verificaram que em sistema de pastejo manejados sob lotação contínua e carga variável em pastos de capim marandu, a altura de manejo ideal para manter elevados ganhos individuais e por área é de 25 cm.

Pastos mantidos sob lotação contínua e manejados com ajuste da taxa de lotação determinada por critério de manejo, como a interceptação luminosa de 95%, altura, massa ou oferta de forragem, proporcionam contínua ingestão de folhas jovens pelos animais, de modo que a digestibilidade da forragem consumida seja elevada (REIS et al., 2012; HOFFMANN et al., 2021; BERÇA et al., 2023b) deste modo, conhecer a estrutura do dossel e o valor nutritivo da forragem, considerando suas variações durante o ano, é fundamental para expressar seu potencial forrageiro (JAGUARIBE et al., 2019).

Estudos conduzidos com o capim marandu manejados a 25 cm de altura e adubados com 180 kg N ha⁻¹ ano, evidenciaram alta produção de folhas, acarretando baixos valores de componentes da fração fibrosa indigestível (FDNi em torno de 16%), altos valores de carboidratos não fibrosos (CNF em torno de 18,9%), valores de fibra em detergente neutro livre de cinzas e proteína (FDNcp) de 56% e valores de PB de 13,5% (DELEVATTI et al., 2019, BERÇA et al., 2023b). O aumento do teor de proteína em pastos adubados também foi observado por LEITE et al. (2021) e FONSECA et al. (2022).

2.2. Suplementação Energética

Aliada ao manejo do pasto, a suplementação da dieta é uma estratégia empregada para melhorar o desempenho animal, através da associação da quantidade e qualidade da forragem disponível, e da quantidade e características dos suplementos fornecidos (REIS et al., 2009).

Conhecer a estrutura do dossel forrageiro, o valor nutritivo da forragem e considerar suas variações durante o ano, é de fundamental importância para formulação dos suplementos, visando potencializar a utilização dos substratos energéticos e proteicos

na dieta total, aumentar o aporte de nutrientes, otimizar o consumo e digestibilidade da forragem e, conseqüentemente, o desempenho animal (SALES et al., 2008).

Segundo Poppi & McLennan (2007), o principal objetivo da nutrição de bovinos em pastejo é suprir os requerimentos dos microrganismos ruminais, principalmente no que se refere ao fornecimento de N. Assim, a suplementação de animais em pastejo consiste em uma ferramenta auxiliar que permite corrigir as deficiências de nutrientes da forragem para maximizar sua utilização pelos microrganismos ruminais, potencializando o ganho de peso do animal e, assim, o desempenho animal (POPPI & McLENNAN, 2007).

A alta degradabilidade dos compostos nitrogenados das gramíneas tropicais manejadas intensivamente com doses elevadas de N, somada ao alto conteúdo de carboidratos estruturais de lenta degradação da forragem promovem falta de sincronismo entre N e esqueletos de carbono oriundos da degradação dos carboidratos no rúmen, comprometendo a EUN e a síntese de proteína microbiana (DETMANN et al., 2014).

Esta condição, no entanto, pode gerar perdas excessivas de compostos nitrogenados no ambiente ruminal na forma NH_3 pela urina, podendo proporcionar déficit proteico em relação às exigências para ganhos elevados (POPPI et al., 1997), que, além de resultar em perdas econômicas, pode ser prejudicial ao meio ambiente através das perdas de N na forma de NH_3 volatilizada, emissão de óxido nitroso e lixiviação de nitrato (HISTROV et al., 2013).

Para contornar este problema, a suplementação energética pode ser uma estratégia, maximizando a utilização do N da forragem e a síntese de proteína microbiana. Isso ocorre em função do suprimento de energia metabolizável (EM) que, aliado a quantidades satisfatórias de proteína degradável no rúmen (PDR) da forragem, pode capturar o excesso de N no rúmen ao fornecer substrato fermentável (HARPER et al., 2019), que propiciará melhor sincronismo entre a disponibilidade de energia e de NH_3 no rúmen e, conseqüentemente, promoverá maior desempenho animal (POPPI & McLENNAN, 1995; DETMANN et al., 2005; LEITE et al., 2022; FONSECA et al., 2024). Nesses casos, o fornecimento estratégico de suplementos pode resultar em um ganho adicional de aproximadamente 0,200 a 0,250 kg/animal/dia durante o período chuvoso (FERRARI et al., 2021; FONSECA et al., 2024).

2.2.1. Casca de soja (CS)

Segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), o Brasil produzirá cerca 312,3 milhões de toneladas de soja na safra de 2023/2024, o que resulta em aproximadamente 26 milhões de toneladas de casca de soja.

A casca de soja (*Glycine max*) é um subproduto amplamente utilizado na alimentação de ruminantes, originando-se do tegumento que envolve os grãos de soja. Esse subproduto resulta do processamento do grão inteiro de soja, o qual, por meio da quebra dos grãos, tem suas cascas separadas por aspiração. A cada 100 kg de grãos, aproximadamente 8 kg de casca de soja são obtidos (GOMES et al., 2012; SILVA, 2004).

Entre os subprodutos dessa cultura, a casca de soja e o farelo de soja são os mais utilizados na alimentação animal. A CS é utilizada como base de dietas de animais em função de sua alta aceitabilidade e da redução de custos em rações. A casca de soja é classificada como um ingrediente energético devido ao seu alto teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), além de possuir uma baixa quantidade de lignina (cerca de 2%), o que confere à casca uma elevada digestibilidade in vitro (aproximadamente 90%) (MORAIS, 2020).

Embora apresente elevados teores de FDN, a fração fibrosa da casca de soja é altamente digestível, devido à presença de uma fina película rica em pectina, que compõe cerca de 30% dos carboidratos solúveis, conferindo-lhe alta digestibilidade (ZAMBOM et al., 2001). Um estudo realizado por SILVA et al. (2004) demonstrou que a digestibilidade in vitro do FDN da casca de soja atingiu 85,65%, enquanto a digestibilidade in vitro da matéria seca (MS) foi de 76,88%.

De acordo com Restle et al. (2004), a casca de soja, devido ao seu elevado teor de FDN, foi inicialmente considerada como uma alternativa para substituir a fração volumosa da dieta de ruminantes. No entanto, a composição química da casca, associada à sua taxa de degradação e elevada digestibilidade da FDN, contribui para a estabilidade do pH ruminal, evitando variações bruscas. Além disso, ela favorece elevada produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, devido à excelente fermentabilidade da fibra (BACH et al., 1999; SANTOS et al., 2008).

2.2.2. *Pele de amendoim (PA)*

O Brasil ocupa a 11^a posição no ranking mundial quanto a produção de amendoim, sendo Jaboticabal – SP a região responsável por produzir um quarto do total do produto exportado. De acordo com a CONAB (2022), a produção brasileira de amendoim registrou cerca de 746,7 mil toneladas de amendoim no ciclo 2021/2022.

O amendoim (*Arachis hypogaea*) é composto por uma casca externa (21-29%) e pelas próprias amêndoas (71-79%), onde as sementes correspondem a 69-73%, o germe 2,0-3,5% e a casca fina, mais comumente chamado de pele de amendoim com 2,0-3,0% (DALPIAN et. al., 2020).

Segundo Saito et al. (2016), o amendoim inteiro e a pele de amendoim, podem ser usados nas dietas de alta energia e proteína para ruminantes, onde o último pode ser considerado um alimento com funções antioxidantes. Como citado por Fernandes (2020), estudos mostraram que a PA possui um alto conteúdo de compostos fenólicos como flavonóides, ácidos fenólicos e procianidinas.

A pele de amendoim possui alto teor de fibras, proteína bruta (PB) e agentes taniníferos, que são propícios para a implementação em dietas de ruminantes (RIGOBELLO et. al., 2023; FONSECA et. al., 2024). McBrayer et al. (1983) utilizaram a proteína animal (PA) em níveis de até 10% na dieta de novilhos confinados e observaram que o desempenho não foi significativamente afetado. No entanto, em dietas contendo 20% de PA, verificou-se uma redução no ganho médio diário, bem como uma diminuição na digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, apesar da menor excreção de nitrogênio urinário.

Ademais, assim como o restante dos produtos resultantes do processamento do amendoim, a PA pode estar contaminada com aflatoxinas e por esta razão, sua inclusão é limitada a taxas inferiores a 10% da dieta (Dalpian & Rodrigues, 2023).

Rigobello et. al. (2023), concluíram que a inclusão da PA a 0,3% do PC na suplementação de bovinos, não alterou as emissões totais de metano e óxido nítrico do solo, e além disto, não houve variação na volatilização de amônia.

2.2.3. Grão de sorgo (GS)

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é o quarto cereal mais produzido no Brasil e o quinto mais cultivado mundialmente, ficando atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada (PEREIRA FILHO & RODRIGUES, 2015; AGUIAR et al., 2023). Por apresentar características de plantas xerófilas, ou seja, adaptadas a clima quente, com alta tolerância e estresses hídricos e com baixa exigências em fertilidade do solo, a produção de sorgo se torna viável em regiões semiáridas e áridas (SANTOS; GRANGEIRO, 2013). Diferente da maioria das gramíneas tropicais, o sorgo necessita em média de 250 a 400g de água para produzir 1g de matéria seca (TABOSA et al., 1999).

O sorgo tem se destacado como uma alternativa na alimentação animal como fonte energética, sendo utilizado principalmente na substituição do milho nas dietas (FAUSTINO et al., 2018). A digestibilidade e, consequentemente, o desempenho animal podem variar em função de fatores como a variedade (genótipo) e as técnicas de processamento aplicadas ao sorgo (HIBBERD et al., 1985). Em termos de valor nutricional, o sorgo pode atingir entre 85% e 100% do valor do milho, com o custo econômico variando cerca de 90% do valor do milho, de acordo com o sistema de produção dos Estados Unidos (PEDERSEN et al., 2000).

O grão inteiro possui baixa degradabilidade, mas quando triturado ou moído consiste em uma fonte mais barata de energia nas dietas em comparação ao milho, possuindo menos energia e mais proteína, que varia entre 9% e 13%, de acordo com os diversos híbridos existentes (GOES et al., 2013).

Alves Filho et al. (2001) avaliaram o uso do grão de sorgo na suplementação de novilhos em pastagem cultivada e observaram um desempenho superior dos animais, com um ganho de 1,262 kg/animal/dia, em comparação ao grão de aveia preta, que resultou em um ganho de 1,063 kg/animal/dia.

A digestibilidade da matéria seca aumentou em 28,7% quando houve a inclusão de GS na dieta de novilhos, comparado ao consumo de farelo de girassol (PEIRIS et al., 1998). Krysl et al. (1989) concluíram que a suplementação de 0,5 kg/animal/dia de GS em novilhos aumentou a digestibilidade da matéria orgânica, embora não tenha influenciado o consumo ou a fermentação ruminal, quando comparado à suplementação com farelo de soja.

2.3. Tanino Condensado na Nutrição de Ruminantes

Os taninos na dieta de bovinos são classificados como aditivos fitogênicos e são compostos secundários encontrados em diversas partes das plantas, incluindo caules, cascas, folhas, flores e sementes (PUCHALA et al., 2005; HONAN et al., 2021). Esses polifenóis apresentam pesos moleculares variando entre 500 e 3000 daltons, e têm a capacidade de formar complexos com proteínas e polissacarídeos (FRUTOS et al., 2004; TONTINI et al., 2021).

Os taninos são compostos polifenólicos, subdivididos em tanino condensado (TC) e taninos hidrolisável (TH). Os taninos hidrolisáveis são facilmente fracionados por tratamento com água quente, substâncias ácidas, básicas ou enzimas, liberando açúcares e ácidos fenólicos. Por terem ligações mais fracas com proteínas, são mais facilmente absorvidos no trato digestivo e consequentemente tem um potencial de toxicidade maior para os animais (MUELLER HARVEY, 2006), porém agem diretamente na população de microrganismos metanogênicos (Jayanegara et al., 2015). Em contraste, os taninos condensados possuem uma estrutura química que lhes confere maior resistência à degradação, com estruturas poliméricas flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol com alta capacidade de se ligarem a proteínas, podendo diminuir a degradabilidade da proteína no rúmen (NAUMANN et al., 2017; WAGHORN, 2008).

Considerando que apenas uma fração do TC totalmente natural é biologicamente ativa, quando sua concentração ultrapassa 6% da matéria seca (MS) da dieta, pode atuar como um fator antinutricional, causando danos à parede do intestino, reduzindo a ingestão alimentar, a digestibilidade da fibra e, consequentemente, o desempenho animal (MCALLISTER et al., 2005; PAGÁN-RIESTRA et al., 2010; BERÇA et al., 2023). Assim, as doses recomendadas variam entre 2% e 4% da MS, de forma a proporcionar benefícios ao animal, especialmente em relação à fermentação ruminal e redução das emissões de GEE (MARTIN et al., 2009).

Existem dois mecanismos de mitigação de CH₄ em ruminantes por meio da inclusão de CT: 1) indiretamente por meio de uma redução na fermentação da fibra ruminal, que diminui as formações de H₂ e acetato, e 2) diretamente por meio da inibição do crescimento de metanogênicos (BERÇA et al., 2023).

De acordo com Jayanegara et al. (2012), a adição de concentrações de tanino superiores a 20 g/kg de matéria seca ingerida (MSI) pode reduzir a ingestão de matéria

seca (IMS), o que, por conseguinte, comprometeria o desempenho animal. Por outro lado, Fonseca et al. (2024) observaram que bovinos suplementados com pele de amendoim e grão de sorgo, que contêm 8 e 4 g/kg de taninos condensados (TC) na matéria seca ingerida, respectivamente, não apresentaram alterações na IMS, nem no ganho médio diário dos animais.

Do ponto de vista nutricional, os TC são particularmente relevantes, pois são mais abundantes nos alimentos dos ruminantes e apresentam a capacidade de formar complexos com proteínas verdadeiras solúveis, conhecido como “*by-pass*”, protegendo-as da degradação ruminal e facilitando sua absorção no duodeno, além de diminuir as emissões de CH₄ (CARULLA et al., 2005; GRAINGER et al., 2009; KU-VERA et al., 2020; FONSECA et al., 2023, SINISCALCHI et al., 2022).

Os complexos formados entre taninos e proteínas/polissacarídeos são estáveis e insolúveis em pH entre 3,5 e 7,0, devido à formação de ligações de hidrogênio (formando os complexos no rúmen). Essa dissociação ocorre principalmente no abomaso, onde o pH é inferior a 3,5 (YANZA et al., 2021). Por outro lado, os complexos de proteína com taninos hidrolisáveis podem ser dissociados por algumas bactérias ruminais, indicando que esses complexos são parcialmente reversíveis, enquanto a dissociação dos complexos proteína-taninos condensados é mais difícil (YUSIATI et al., 2018).

O TC apresenta diversos efeitos no animal, como atividades antifúngicas e antibacterianas, além de efeitos antinutricionais, que compromete a sua ingestão e a digestibilidade dos alimentos, devido a sua adstringência que reduz a aceitabilidade pelos animais (NAUMANN et al., 2017; FONSECA et al., 2023; FONSECA et al., 2024). Foi observado em caprinos leiteiros, por Nascimento et al. (2021), que a inclusão de TC (em até 25 g/kg de MSI) na dieta resultou na redução da ingestão de matéria seca, possivelmente pela adstringência que diminui a aceitabilidade do alimento.

De acordo com estudo realizado por McMahon et al. (2000), quando houve baixos níveis de TC na dieta (2,3 – 3,5% da MSI), de modo a não interferir na digestibilidade e aceitabilidade da dieta, pode melhorar a EUN. Em um estudo que utilizou uma dieta à base de milho em flocos a vapor enriquecidos com extrato de taninos condensados em três níveis (0, 0,5 e 1,0% da dieta, com base na matéria seca), observou-se uma diminuição linear na digestibilidade aparente do amido à medida que o tanino condensado foi incluído (EBERT et al., 2017).

Quando complexos entre tanino-proteínas ou tanino-polímeros (amido, celulose, hemicelulose e pectina) não são desfeitos, eles passam intactos pelo trato digestório e são excretados nas fezes (MAHANANI et al., 2020), influenciando negativamente a digestão dos alimentos, por afetar a degradação das frações fibrosas e proteica do alimento. Os efeitos antinutricionais dos taninos se devem também à complexação dos taninos com proteínas endógenas e enzimas secretadas (ABOAGYE e BEAUCHEMIN, 2019).

Em bovinos, foi avaliado 3% de TC na dieta com base na matéria seca e observou-se que o consumo foi influenciado (2,3 kg/dia para dietas com alta forragem e 1,2 kg/dia para dietas com baixa forragem), entretanto a digestibilidade da MS e dos nutrientes não foram afetadas. Ainda, a inclusão de TC diminuiu a relação acetato:propionato e melhorou a eficiência alimentar da dieta de alta forragem. As concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal foram reduzidas, sem diminuir a produção de leite, significando que menos N foi perdido no rúmen na forma de amônia, devido a diminuição da degradação da proteína pelos microrganismos (DSCHAAK et al., 2011).

Marcelino (2019) observou que a inclusão de 7,2, 21,6 e 36g/kg de TC na MSI, diminuiu o consumo de matéria seca (CMS), e as concentrações de N-NH₃, concentrações molares de AGCC, a relação acetato:propionato e pH não foram influenciadas em nenhuma das inclusões após quatro horas de alimentação. Conforme citado pelos autores Makkar et al., (1995) e Waghorn & Shelton (1997), os efeitos do TC condensado não refletem nos parâmetros de fermentação ruminal, como pH, AGCC's e N-NH₃, quando as taxas são inferiores a 50g/kg de MS ingerida.

A avaliação de três níveis de extrato de tanino de Quebracho (0%, 1% e 2% da MS da dieta) demonstrou que a concentração de butirato aumentou conforme o incremento na inclusão do suplemento de tanino, conforme relatado por Beauchemin et al. (2007a). Esse fato é corroborado pela meta-análise realizada por Berça et al. (2023), na qual se observa que o tanino condensado (TC) aumenta a proporção molar de propionato e butirato (Tavendale et al., 2005; Orzuna-Orzuna et al., 2021). Além disso, de acordo com Vogels et al. (1980), o aumento nas proporções de AGCC's, como o ácido acético e o butírico, pode ser associado à presença de protozoários, o que facilita a transferência de H₂ para as arqueias, por meio de uma interação sinérgica entre metanogênicos e ciliados.

Mezzomo (2010) incluiu 4 g/kg de TC na MSI de bovinos e observou uma redução na taxa de ingestão e na digestibilidade ruminal da proteína bruta (PB), sem afetar o consumo dos animais. Além disso, foi registrado um aumento na EUN, enquanto o pH ruminal permaneceu dentro da faixa normal (entre 6,3 e 7,4). De maneira semelhante, as concentrações de amônia e ácidos graxos voláteis totais não apresentaram diferenças significativas com a adição de TC às dietas. No entanto, o ácido propiônico foi o único composto que sofreu alteração devido à inclusão de TC.

Fonseca et al. (2024) investigaram alimentos ricos em taninos condensados, como a pele de amendoim e o grão de sorgo (8 e 4 g/kg de TC na MSI, respectivamente), e concluíram que esses ingredientes têm potencial para aumentar a EUN em pastagens tropicais de alta qualidade. Além disso, observaram que esses alimentos podem reduzir a digestibilidade da matéria seca sem comprometer o desempenho animal, a diversidade de microrganismos ruminais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do local de origem dos dados e período experimental

Os procedimentos experimentais estão de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Protocolo nº 4208/2020.

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) que pertence à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Jaboticabal/SP, localizada a 21°15’58” Sul, 48°18’58” Oeste e 595 m de altitude.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho-escuro eutrófico (EMBRAPA, 2013). O clima observado na região é classificado conforme o sistema de Köppen, sendo do tipo Aw (tropical, caracterizado por invernos secos).

A área do experimento é de 13,0 hectares, sendo 1 ha destinado à área reserva e 12 ha designado as avaliações dos efeitos dos tratamentos. Esta área foi dividida em 13

piquetes, dotados de cochos (40 cm lineares por animal) e bebedouros. O curral de manejo é circular, contendo tronco de contenção equipado de balança digital.

Os pastos são formados por *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A adubação de correção dos pastos foi realizada previamente ao período de adaptação dos animais, sendo determinada de acordo com os resultados de análise do solo, seguindo recomendações do Boletim Técnico 100 (VAN RAIJ et al., 1997). A adubação nitrogenada de todos os piquetes ocorreu durante período experimental, sendo realizada em 3 aplicações à lanço de 50 kg N ha⁻¹ ano, totalizando 150 kg N ha⁻¹ ano.

O experimento foi conduzido durante as fases de recria dos animais em dois anos. O período experimental compreendeu 112 dias em cada ano avaliado (4 períodos de 28 dias). O primeiro ano do experimento foi realizado de dezembro de 2020 a abril de 2021 e o segundo ano foi realizado de dezembro de 2021 a abril de 2022.

3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento quadrado latino duplo (DQL) 4x4, considerando 4 tratamentos e 4 períodos de 28 dias. Os tratamentos constaram: 1 – suplementação energética a 0,3% do peso corporal (PC) com pele de amendoim; 2 – suplementação energética a 0,3% do PC com grão de sorgo; 3 – suplementação energética a 0,3% do PC com casca de soja; 4 – controle, fornecimento de sal mineral *ad libitum*.

Os suplementos foram fornecidos diariamente as 09:00 h, sendo os suplementos energéticos fornecidos na proporção de 0,3% do peso corporal (PC), dos quais foram realizados ajustes semanais na quantidade ofertada. O suplemento mineral foi fornecido *ad libitum*.

A composição química dos suplementos fornecidos pode ser observada na tabela abaixo (tabela 1). Após, são apresentados os dados sobre a ingestão de matéria seca e tanino condensado, bem como os cálculos referentes ao fornecimento de TC, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 1. Composição química dos suplementos utilizados na fase de recria durante o período das águas.

Item	Tratamentos			
	CO	PA	GS	CS
<i>Proporção dos ingredientes (%MS)</i>				
Pele de amendoim	-	95,0	-	-

Grão de sorgo	-	-	95,0	-
Casca de soja	-	-	-	95,0
Sal mineral ¹	100,0	-	-	-
Premix mineral ²	-	5,0	5,0	5,0
Composição química dos suplementos (%MS)				
Matéria orgânica	-	90,4	92,3	97,3
Tanino condensado	-	6,4	3,0	0,0
FDNi ³	-	20,3	5,8	5,5
FDN ⁴	-	45,3	30,8	70,7
FDA ⁵	-	38,6	11,5	53,9
Proteína Bruta	-	18,7	10,9	11,5
Extrato Etéreo	-	17,6	3,5	1,0
CNF ⁶	-	13,7	66,0	20,5
NDT ⁷	-	94,0	80,2	55,0

CO: tratamento controle, fornecimento de suplemento mineral *ad libitum*; PA: suplementação energética 0,3% do PC com pele de amendoim peletizada; GS: suplementação energética 0,3% do PC com grão de sorgo moído; CS: suplementação energética 0,3% do PC com casca de soja; PB: Proteína Bruta; ¹Níveis de garantia: 135/171 g/kg Ca; 90 g/kg P; 10 g/kg Mg; 40 g/kg S; 125 g/kg Na; 1,67 g/kg Cu; 1,29 g/kg Mn; 6,20 g/kg Zn; 124 mg/kg I; 1,0 g/kg Co; 32 mg/kg Se.; ²Níveis de garantia: 96,4/114,3 g/kg Ca; 77,3 g/kg P; 29,6 g/kg S; 222,2 g/kg I; 11,1 g/kg Mg; 157,1 g/kg Na; 135 g/kg Cu; 17,8 g/kg Mn; 185,2 g/kg Zn; 8,0 g/kg Co; 2,6 g/kg Se.; ³Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; ⁴Fibra insolúvel em detergente neutro; ⁵Fibra insolúvel em detergente ácido; ⁶Carboidratos não fibrosos; ⁷Nutrientes Digestíveis Totais.

Tabela 2. Ingestão de matéria seca e tanino condensado na suplementação mineral ou suplementação energética em bovinos em pastejo durante o período das águas.

Variáveis	Tratamento			
	CO	PA	GS	CS
Ingestão de nutrientes				
IMS (kg/d)	7,08	7,35	7,36	7,33
IMS (%PC)	2,23	2,26	2,25	2,26
TC (g/kg MSI)	0	8	4	0

CO: tratamento controle, fornecimento de suplemento mineral *ad libitum*; PA: suplementação energética 0,3% do PC com pele de amendoim peletizada; GS: suplementação energética 0,3% do PC com grão de sorgo moído; CS: suplementação energética 0,3% do PC com casca de soja; IMS: ingestão de matéria seca em quilos por dia; MSI: matéria seca ingerida; TC: tanino condensado; PC: peso corporal.

3.3. Manejo das pastagens e animais

Foram utilizados oito tourinhos Nelore *Bos taurus indicus* canulados no rúmen, com peso médio inicial (PMI) de 250 kg, distribuídos em delineamento quadrado latino duplo 4x4. Realizou-se a identificação com brincos numerados e o manejo sanitário dos animais, antes do início do período experimental.

Os pastos de capim Marandu foram manejados a 25 cm de altura, em sistema de lotação contínua e taxa de lotação variável, empregando a técnica put and take stocking, proposta por Mott & Lucas (1952). A altura de manejo foi adotada com base em estudos realizados por Barbero et al. (2015) e Koschesk et al. (2020) que relataram elevados ganhos individuais e por área, quando adotaram este critério de manejo em capim Marandu.

A altura média do dossel foi avaliada a cada 7 dias, a partir de medições de 80 pontos aleatórios por hectare com auxílio de uma bengala graduada, ajustando a lotação e mantendo a altura do pasto em 25 cm (Barthram, 1985).

A estimativa da massa de forragem (MF) foi realizada por meio de cortes e coletas de três amostras de forragem em pontos representativos (altura média) em cada piquete. A forragem foi cortada rente ao solo em área delimitada por aro circular de 0,25m². As amostras foram pesadas inicialmente, depois sub amostradas em 2 partes, sendo uma para determinação da composição morfológica dos pastos, separadas manualmente em material morto (folha e colmo), colmos verdes (bainha foliar e colmo) e folhas verdes, e uma para estimativa da disponibilidade de massa seca total (MST, kg MS ha⁻¹) de forragem de cada piquete. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55° C por 72h e posteriormente pesadas. A oferta de forragem foi calculada em função da MF e da carga animal em cada piquete.

A determinação da composição química da forragem foi realizada a partir de amostras do pasto que representam a fração consumida pelos animais. Tais amostras foram coletadas a cada 28 dias através do método "*hand-plucking*" (Halls, 1954) que consiste em colher a forragem após prévia observação do hábito de pastejo dos animais. As amostras frescas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72h. Após a pré-secagem, todas as amostras de forragem, foram processadas e quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), constituintes da fração fibrosa por espectroscopia na região de luz do infravermelho próximo, NIRS (Near Infrared Spectrometer), utilizando-se espectrômetro modular FT-NIR, modelo NIRFlex® N500, marca Büchi Labortechnik AG (Flawil, Suíça). O fracionamento de N foi determinado seguindo o sistema Cornell (Sniffen et al., 1992).

A massa e oferta de forragem, frações morfológicas, composição química e fracionamento dos compostos nitrogenados de pastos de capim Marandu estão descritos na tabela abaixo (Tabela 3).

Tabela 3. Massa de forragem, oferta de forragem, frações morfológicas, composição química e fracionamento dos compostos nitrogenados de pastos de capim Marandu no período experimental.

Variáveis	Tratamento			
	CO	PA	GS	CS
Massa de Forragem (t MS/ha)	6,9	7,8	7,4	7,3
Oferta de forragem (kg.MS/kg PC)	4,7	4,1	4,1	4,7
Folha Verde (%)	38	39	41	40
Colmo Verde (%)	30	29	28	28
Material Morto (%)	31	32	31	32
<i>Composição Química (%MS)</i>				
Matéria Orgânica	92,1	92,2	92,2	92,2
FDNcp ¹	59,1	59,2	59,2	58,5
FDN ²	65,9	66,4	65,9	65,4
FDNi ³	16,9	18,0	18,0	17,9
FDA ⁴	31,8	33,2	32,9	32,6
Proteína Bruta	14,4	14,4	14,7	14,9
<i>Fracionamento dos compostos nitrogenados (%PB)</i>				
A	33,2	33,5	34,1	35,5
B1+B2	35,3	35,4	36,3	34,4
B3	19,8	20,7	19,4	20,2
C	11,7	10,4	10,2	9,9

CO: tratamento controle, fornecimento de suplemento mineral *ad libitum*; PA: suplementação energética 0,3% do PC com pele de amendoim peletizada; GS: suplementação energética 0,3% do PC com grão de sorgo moído; CS: suplementação energética 0,3% do PC com casca de soja; ¹Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ²Fibra insolúvel em detergente neutro; ³Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; ⁴Fibra insolúvel em detergente ácido.

3.4. Parâmetros ruminiais

As avaliações do pH, concentração de N-NH₃ e de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC's) foram realizadas a partir de amostras de líquido ruminal dos animais canulados, coletadas nos seguintes horários: 0 horas (antes da suplementação), 3, 6, 9 e 12 horas após a suplementação, nos dias 26, 27 e 28 de cada período experimental, que durou 28 dias. Após essas coletas via cânula ruminal, as amostras do conteúdo ruminal

foram imediatamente filtradas através de 3 camadas de gaze para obtenção do líquido ruminal.

Para avaliação do N-NH₃, alíquotas de 50 mL de líquido ruminal foram amostradas, fixadas com 1 mL de ácido sulfúrico (1:1) e armazenadas à -20°C para posterior análise pelo método de Kjeldahl (FENNER, 1965). O pH dos líquidos ruminais foram medido através de um potenciômetro digital. A análise de AGCC's foram realizadas a partir de amostras concentradas de fluido ruminal, seguindo a metodologia de Serafim et al. (2021) em um sistema de cromatografia líquida.

3.5. Análises estatísticas

Os dados foram analisados considerando um delineamento quadrado latino duplo 4 x 4, sendo o tratamento considerado como fixo, ano, período, animal, interação período x animal (quadrado) e o erro do modelo considerados aleatórios. Foram incluídas medidas repetidas no tempo (horários de coleta), sendo, os horários de coleta e sua interação com os tratamentos efeitos fixos, ano, período, animal, a interação período x animal (quadrado), e os resíduos do modelo considerados efeitos aleatórios.

Inicialmente os dados foram analisados quanto a normalidade dos resíduos e homocedasticidade das variâncias. Para a análise, a estrutura da matriz de covariância dos erros que se ajusta aos dados foi escolhida conforme o critério de Akaike corrigido (AICc). Os dados foram analisados utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS (versão 9.2). Os tratamentos foram comparados usando o teste de Tukey ($p > 0,05$) usando o PROC MIXED de SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi encontrada interação entre os fatores tratamento x horário de coleta em nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$). Os tratamentos avaliados não influenciaram o pH ruminal ($p = 0,082$), as concentrações de N-NH₃ ruminais foram menores nos animais consumindo PA e CO, sendo que, o tratamento CO foi igual aos demais ($p = 0,011$). A proporção dos AGCC e a relação acetato:propionato não foi influenciada pelos tratamentos avaliados ($p > 0,05$; Tabela 3).

A inclusão de TC não influenciou o pH ruminal, conforme também foi observado por Teobaldo et al. (2023). Esse fato pode ser justificado pela diminuição do pH ruminal

logo após a suplementação, ocorrendo predominantemente após rápida digestão dos alimentos, devido às taxas de degradação elevadas (BERÇA et al., 2023b; RSKOV, 1986).

De modo geral, os valores de pH ruminal apresentam-se maiores antes da suplementação (0 horas = 6,56), e descaíram gradativamente conforme os horários de coleta foram aumentando, apresentando médias de 6,45, 6,46, 6,34 e 6,15 nas 3, 6, 9 e 12 horas após a suplementação, respectivamente ($p < 0,001$).

De acordo com Van Soest (1994), pH com valores inferiores a 6,20 podem inibir a taxa de digestão, devido a inibição de bactérias celulolíticas, além de aumentar o tempo de colonização para a degradação da parede celular da forragem, o que não foi observado entre os tratamentos avaliados.

A concentração de N-NH₃ ruminal foi menor nos animais consumindo PA e CO, sendo que o tratamento CO foi igual aos demais ($p = 0,011$). A média de concentração de N-NH₃ (mg N/dL) entre os tratamentos foi de 15,08 no tratamento controle, 13,07 no tratamento PA, 15,66 no tratamento GS e 15,68 no tratamento CS. Houve um pico nessa concentração nos animais de todos os tratamentos após 9 horas de suplementação e valores baixos da concentração antes da suplementação (0 horas) e após 12 horas do fornecimento (Tabela 4).

Os dados de parâmetros ruminais (pH, AGCC's e N-NH₃) estão descritos na tabela (Tabela 4) e figuras (Figura 1, 2, 3 e 4) abaixo.

Tabela 4. Efeitos do fornecimento de suplemento mineral ou suplemento energético, contendo ou não tanino condensado no pH, N-NH3 (mg/dL) e proporção de acetato, propionato, butirato, isovalerato, valerato (% do total) e relação acetato:propionato em bovinos em pastejo durante o período das águas.

Variáveis	Tratamento				Horário de Coleta					EPM	<i>p</i> -Valor	<i>p</i> -Valor	<i>p</i> -Valor
	CO	PA	GS	CS	0	3	6	9	12		Trat.	Horário	Trat. X Hor.
pH	6,31	6,35	6,32	6,35	6,56 ^a	6,45 ^b	6,46 ^b	6,34 ^c	6,15 ^d	0,056	0,082	<0,001	0,478
N-NH ₃ (mg/dL)	15,08 ^{ab}	13,70 ^b	15,66 ^a	15,68 ^a	12,89 ^c	15,84 ^b	15,61 ^b	17,48 ^a	13,11 ^c	0,852	0,011	<0,001	0,406
AGCC (% do total)													
Acetato	64,43	63,38	64,95	63,32	65,26	61,65	64,48	65,08	65,51	3,087	0,251	0,061	0,072
Propionato	18,08	20,23	18,52	18,78	16,52	19,85	19,67	19,66	18,76	5,489	0,991	0,111	0,553
Butirato	9,99	10,31	10,21	11,01	8,99	10,56	10,99	10,37	9,01	2,654	0,628	0,597	0,983
Isovalerato	2,97	3,04	3,01	2,95	2,17	2,98	3,09	2,99	2,75	1,987	0,998	0,657	0,478
Valerato	3,98	4,79	3,09	3,93	3,89	4,08	4,82	4,99	4,79	2,987	0,879	0,589	0,987
Acetato:Propionato	3,56	3,13	3,51	3,37	3,95	3,11	3,28	3,31	3,49	4,451	0,229	0,052	0,054

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, fornecimento de suplemento mineral *ad libitum*; PA: suplementação energética 0,3% do PC com pele de amendoim peletizada; GS: suplementação energética 0,3% do PC com grão de sorgo moído; CS: suplementação energética 0,3% do PC com casca de soja; EPM: erro padrão da média.

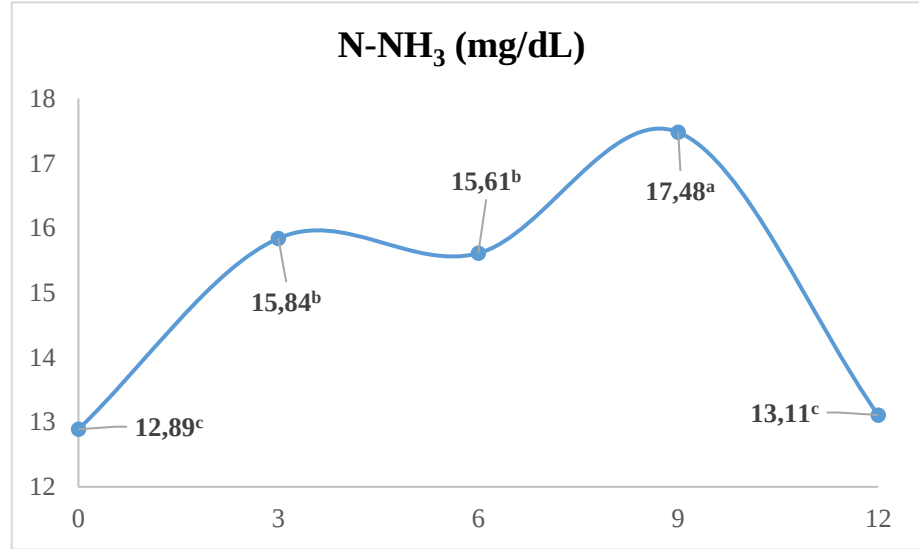


Figura 1. Variação das concentrações de N-NH₃ (mg N/dL) nos diferentes horários de coleta.

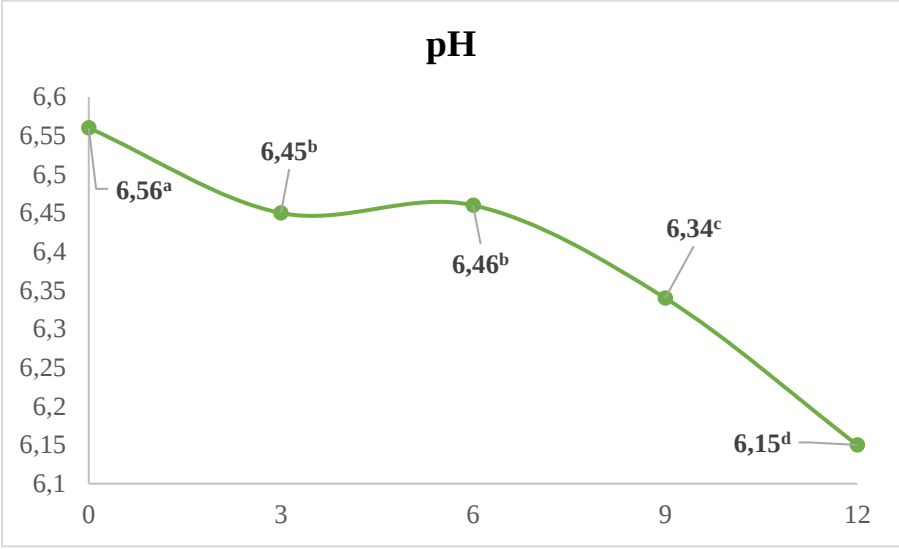


Figura 2. Variação do pH nos diferentes horários de coleta.

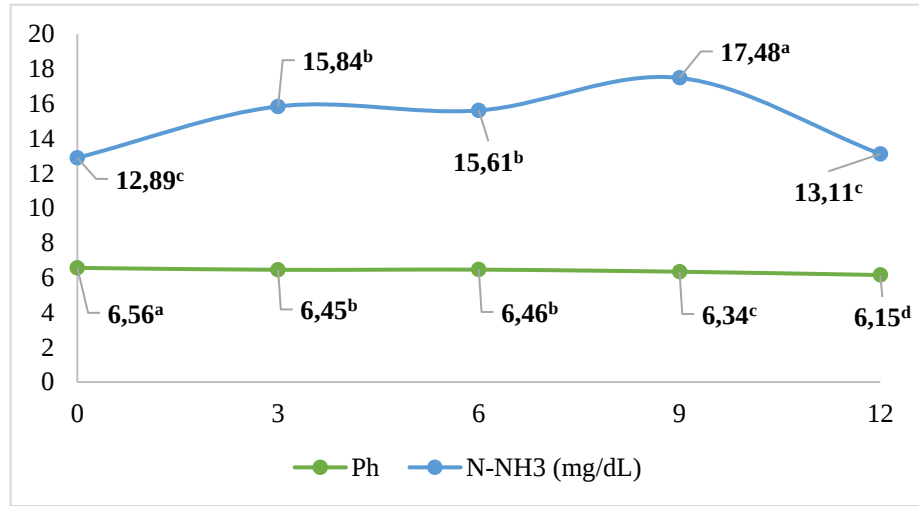


Figura 3. Variações do pH e concentrações de N-NH₃ (mg/dL) em diferentes horários de coleta

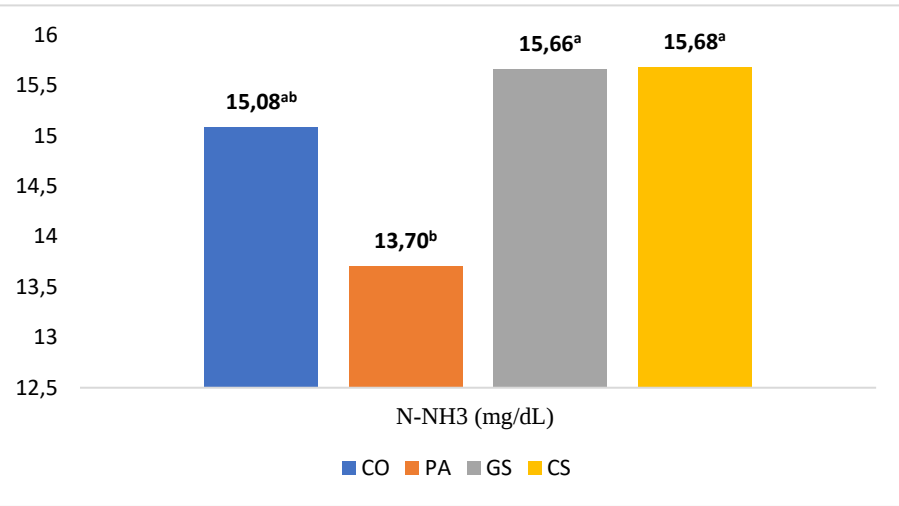


Figura 4. Concentrações médias de N-NH₃ (mg/dL) no tratamento controle com sal mineral e as fontes energéticas

A concentração de N-NH₃ próxima a 15 mg/dL é compatível com o valor preconizado como necessário para a maximização na produção de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (DETMANN et al., 2014). Concentrações de 8 mg/dL são suficientes para o fornecimento de compostos nitrogenados aos microrganismos fibrolíticos, no entanto, não são suficientes para o animal hospedeiro (DETMANN et al., 2009), corroborando com os dados encontrados neste trabalho, em que todos os tratamentos as concentrações de N-NH₃ foram superiores a 8 e próximos de 15 mg/dL.

Quando ocorre captura do N em excesso da forragem de alto valor nutritivo, há redução nas concentrações de N-NH₃ no rúmen (DETMANN et al., 2009). Estudos indicam, que quando adicionado TC na dieta, a quantidade de NH₃ ruminal também é reduzida (HILL et al., 1986, FONSECA et al., 2024). A redução da degradabilidade da proteína no rúmen por conta do complexo tanino - proteína diminui a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen (FONSECA et al., 2023), fato que explica uma menor concentração de N-NH₃ mg/dL no fluido ruminal dos animais consumindo PA, em comparação aos animais recebendo suplementos energéticos GS e CS. Entretanto, a concentração de N-NH₃ dos animais consumindo suplemento mineral foi igual aos animais mantidos nos demais tratamentos, fato atribuído à composição dos suplementos energéticos (presença de NDT) e consequentemente, maior sincronismo entre energia e proteína no rúmen.

Carvalho et al. (2021) observaram mudanças nos teores de N-NH₃ decorrente a doses de inclusão de TC (4, 8 e 12% da MS), sendo que, quando incluso na dieta de ruminantes reduzem as concentrações de N-NH₃ no fluido ruminal, melhorando a utilização das proteínas e aumentando a retenção de N pelo animal, como também foi observado neste estudo. Cieslak et al. (2012) relataram mudanças na fermentação ruminal ao avaliar o efeito da inclusão de tanino na dose de 2 g/kg na MS da dieta e observou-se redução de 35% concentração de amônia ruminal.

O pico de N-NH₃ obtido no período entre 9 e 12h após suplementação, pode ser explicado pelo fato de que as concentrações de N-NH₃ oscilam em função da quantidade e a taxa de degradação da fonte proteica utilizada na alimentação dos animais (SILVA, 2020). Esse pico de N-NH₃, além de ser influenciado pelo tempo e período de pastejo, é influenciado também pelos teores de PB da dieta.

Com a inclusão de suplemento, pode ocorrer redução da concentração e taxa de produção do acetato, como relatado por Annison e Armstrong (1970); Sutton et al.,

(2003), no entanto esse fato não ocorreu nesse estudo, pois as médias de ácido acético no rúmen dos animais de todos os tratamentos foram semelhantes, apresentado valores em torno de 60% do total de AGCC.

Segundo Mota et al. (2010) a degradação da celulose e hemicelulose resulta em maior proporção de acetato, enquanto que com a degradação dos carboidratos solúveis, ocorre a elevação na produção de propionato. No entanto, neste estudo, a forragem apresentou alto valor nutritivo em todos os tratamentos, devido as condições de manejo adotadas (Tabela 2). Tal fato pode ter influenciado nos resultados obtidos do tratamento controle a apresentarem os mesmos valores médios de AGCC em relação aos animais dos tratamentos suplementados energeticamente com 0,3% PC conforme relatado por Ferrari et al. (2021) e Leite et al. (2022). Esses estudos observaram que a suplementação energética a 0,3% do PC em pastagens tropicais de alta qualidade não afetou os níveis de AGCC no rúmen. Entretanto, Teobaldo et al. (2023) relataram que a suplementação energética a 0,3% do PC, tem sido utilizada em dietas de bovinos para obter efeitos benéficos, como menor relação acetato:propionato.

Visto que, o principal ácido graxo de cadeia curta produzido quando os animais consomem dieta com alto teor de fibra é o acetato, seguido de propionato e butirato, a análise dos dados revela que a proporção dos AGCC e a relação acetato:propionato não foi influenciada pelos tratamentos avaliados ($p > 0,05$).

De acordo com os resultados apresentados, a relação de acetato, propionato e butirato está dentro das variações 75:15:10 a 40:40:20 proposto por Bergman et al. (1990). As proporções de AGCC ruminal avaliadas no presente experimento também estão dentro da faixa proposta por Coelho da Silva e Leão (1979), onde o acetato varia de 54 a 74%, o propionato de 16 a 27% e o butirato de 6 a 15%.

Em estudos de Jayanegara et al. (2015) e Huang et al. (2018) foi evidenciado que TCs são capazes de formar complexos com fibras, impedindo a ação das bactérias Gram-positivas e, consequentemente reduzindo a formação de ácido acético (BROUCEK, 2018). Foi avaliado a inclusão de 30 g/kg de TC na MS dieta em bovinos em pastejo, e como resultado houve diminuição da relação acetato:propionato (DSCHAAK et al., 2011). Já Cieslak et al. (2012) avaliaram o efeito de 2 g/kg na MS dieta e observaram que a concentração total de ácidos graxos de cadeia curta não foi afetada, como encontrado neste trabalho, em que não ocorreu diferença na produção de AGCC e nem na relação acetato:propionato.

Possivelmente, a quantidade de TC presente nos tratamentos desse estudo, PA e GS (8 e 4 g/kg na MS ingerida respectivamente) não foi suficiente para alterar a proporção de AGCC no rúmen dos animais.

5. CONCLUSÃO

Em forragens de capim Marandu com alto valor nutritivo, o uso de suplementação energética com PA a 0,3% PC propiciou maior captura do N da forragem, reduzindo as concentrações de N-NH₃ no rúmen, no entanto, a proporção dos AGCC e a relação acetato:propionato não foi influenciada.

6. RESUMO

Pastos de gramíneas forrageiras tropicais manejados intensivamente e adubados com nitrogênio (N) apresentam altas proporções de compostos nitrogenados solúveis, a suplementação energética com tanino condensado (TC) pode ser uma estratégia para maximizar a utilização do N da forragem. A utilização de TC ocasiona redução na degradação ruminal da proteína devido à formação de complexos (proteína – tanino). Objetivou-se avaliar os efeitos de três fontes de suplemento energético contendo ou não TC e o tratamento controle com sal mineral sobre os parâmetros ruminais de tourinhos Nelore recriados em pastos de capim Marandu durante a estação chuvosa. O experimento de campo foi desenvolvido no Setor de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP. Foram utilizados 8 tourinhos Nelore canulados no rúmen, com peso médio inicial de 250 kg, distribuídos em delineamento quadrado latino duplo 4x4. Os tratamentos avaliados foram: 1 – suplementação energética a 0,3% do peso corporal (PC) com pele de amendoim; 2 – suplementação energética a 0,3% do PC com grão de sorgo; 3 – suplementação energética a 0,3% do PC com casca de soja; 4 – tratamento controle (CO), fornecimento de sal mineral *ad libitum*. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), usando o Proc Mixed do SAS (2008). A concentração de N-NH₃ ruminal foi menor nos animais consumindo PA (13,7 mg/dL) e CO (15,08 mg/dL), sendo que o tratamento CO foi igual aos demais ($p = 0,011$), com 15,66 mg/dL e 15,68 mg/dL para GS e CS, respectivamente. A proporção dos AGCC e a relação acetato:propionato não foi influenciada pelos tratamentos avaliados. Conclui-se que, a suplementação energética 0,3% PC com a pele de amendoim propiciou maior utilização do nitrogênio da forragem, reduzindo as concentrações de N-NH₃ no rúmen.

Palavras-chave: AGCC, capim Marandu, energia, ruminantes, tanino condensado

7. SUMMARY

Intensively managed tropical forage grass pastures fertilized with nitrogen (N) present high proportions of soluble nitrogen compounds. Energy supplementation with condensed tannin (CT) may be a strategy to maximize the use of forage N. The use of CT causes a reduction in ruminal protein degradation due to the formation of complexes (protein-tannin). The objective of this study was to evaluate the effects of three sources of energy supplement containing or not CT and the control treatment with mineral salt on the ruminal parameters of Nellore bulls reared on palisade grass pastures during the rainy season. The field experiment was developed in the Forage Sector of the Faculty of Agricultural and Veterinary Sciences FCAV/UNESP. Eight Nellore bulls cannulated in the rumen, with an average initial weight of 250 kg, distributed in a 4x4 double Latin square design were used. The evaluated treatments were: 1 – energy supplementation at 0.3% of body weight (BW) with peanut skin; 2 – energy supplementation at 0.3% of BW with sorghum grain; 3 – energy supplementation at 0.3% of BW with soybean hulls; 4 – control treatment (CO), supply of mineral salt *ad libitum*. The means were compared by the Tukey test ($p < 0.05$), using the Proc Mixed of SAS (2008). The ruminal N-NH₃ concentration was lower in animals consuming PA (13.7 mg/dL) and CO (15.08 mg/dL), and the CO treatment was equal to the others ($p = 0.011$), with 15.66 mg/dL and 15.68 mg/dL for GS and CS, respectively. The proportion of SCFA and the acetate:propionate ratio was not influenced by the evaluated treatments. It is concluded that energy supplementation of 0.3% PC with peanut skin provided greater utilization of forage nitrogen, reducing N-NH₃ concentrations in the rumen.

Keywords: AGCC, condensed tannin, energy, palisade grass, ruminants

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELA, N. Sub-acute ruminal Acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global perspective. *Achievements in the life sciences*, n. 10, 187- 196, 2016. ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Censo Agropecuário, 2024.

ABOAGYE, I.A.; BEAUCHEMIN, K.A. Potential of molecular weight and structure of tannins to reduce methane emissions from ruminants: A review. *Animals* 2019, 9, 856.

AGUIAR, E. V. D., QUEIROZ, V. A. V., MENEZES, C. B. D., & CAPRILES, V. D. (2023). SORGO NUTRE: Estudo empírico para definir as condições do processo de cocção para a inserção do sorgo na alimentação do brasileiro.

ALI, I., CAWKWELL, F., GREEN, S. & DWYER, N. Application of statistical and machine learning models for grassland yield estimation based on a hypertemporal satellite remote sensing time series. *Int. Geosci. Remote Sens. Symp (IGARSS)* (2014).

ALVES FILHO, D. C., RESTLE, J., ARBOITTE, M. Z., PEIXOTO, L., NEUMMAN, M., CARRILHO, C., & MISSIO, R. L (2001). Produção de machos superprecoce em condições de pastagem cultivada de inverno com suplementação de grão de aveia ou sorgo. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.

ANNISON, E. F. Volatile fatty acid metabolism and energy supply. *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*, p. 422-436, 1970.

ARIZA, P.; BACH, A., STERN, M.D.; HALL, M.B. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. *Journal of Animal Science*, n.79, p.2713-2718, 2001.

AROEIRA, C.N.; FEDDERN, V.; GRESSLER, V.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; HOPKINS, D.L. A review on growth promoters still allowed in cattle and pig production. *Livestock Science*, Volume 247, 2021.

AVILA, A. S. Taninos condensados de acácia negra (*Acacia mearnsii*) na alimentação de ruminantes. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 75p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2018.

BACH, A.; YOON, I.K.; STERN, M.D. et al. Effects of type of carbohydrate supplementation to lush pasture on microbial fermentation in continuous culture. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.153-160, 1999

BARBERO, R. P., MALHEIROS, E. B., NAVE, R. L., MULLINIKS, J. T., DELEVATTI, L. M., KOSCHECK, J. F., ... & REIS, R. A. (2017). Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. *Agricultural Systems*, 153, 23-31.

BARBERO, R. P.; ARAUJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. *Animal Feed Science and Technology*, v. 209, p. 110-118, 2015.

BEAUCHEMIN, K. A., UNGERFELD, E. M., ECKARD, R. J. & WANG, M. Fifty years of research on rumen methanogenesis: Lessons learned and future challenges for

mitigation. *Animal* 14, S2–S16 (2020).

BEAUCHEMIN, KA, MCGINN, SM, MARTINEZ, TF, MCALLISTER, TA, 2007b. Uso de extrato de tanino condensado de árvores de quebracho para reduzir emissões de metano do gado. *J. Anim. Sci.* 85 (8), 1990– 1996

BEELEN, P. M., BERCHIELLI, T. T., OLIVEIRA, S. G., MEDEIROS, A. N., MARTINS, A. D. S., BEELEN, R. N., & ARAÚJO FILHO, J. A. Efeito de altas concentrações de tanino condensado sobre parâmetros ruminais, colonização microbiana e atividade endoglucanase em caprinos. In: BLAXTER, K. L. (Ed.). *The energy metabolism of ruminants*. London: Hutchinson, p. 1-6, 2006.

BERÇA, A. S., CARDOSO, A.d. S, FONSECA, N. V. B., POPPI, D. P., TEDESCHI, L. O., MICHELETTI, I. R. C., MEIRELES, W. R., RUGGIERI, A. C., & REIS, R. A. Effect of diurnal feeding times and sources of energy supplementation to optimise rearing of F1 Angus× Nellore young bulls. *Animal Production Science*, 63(6), 579-595, 2023.

BERÇA, A. S., ROMANZINI, E. P., DA SILVA CARDOSO, A., FERREIRA, L. E., D'AUREA, A. P., FERNANDES, L. B., & REIS, R. A. (2021). Advances in pasture management and animal nutrition to optimize beef cattle production in grazing systems. In *Animal feed science and nutrition-production, health and environment*. IntechOpen.

BERGMAN, EN Contribuições energéticas de ácidos graxos voláteis do trato gastrointestinal em várias espécies. *Revisões fisiológicas*, v. 70, n.2, pág.567-590, 1990.

BODDEY RM, MACEDO R, TARRÉ RM, FERREIRA E, OLIVEIRA OC, REZENDE CP, CANTARUTTI RB, PEREIRA JM, ALVES BJR, URQUIAGA S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline. *Agriculture, Ecosystems e Environment*. 2004; 103:389-403.

BROUCEK, J. Options to methane production abatement in ruminants: A review. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, Lahore, v. 28, n. 2, p. 348-364, 2018.

CAMARGO, K. D. V., MESSANA, J. D., SILVA, L. G., GRANJA-SALCEDO, Y. T., DIAS, A. V. L., ALVES, K. L. G. C., GONÇASLVES, P. H., SOUZA, W. A., REIS, R. A., & BERCHIELLI, T. T. (2022). Intake, metabolism parameters, and performance of growing beef cattle on pasture supplemented with different rumen undegradable protein with different amino acid profile. *Animal Feed Science and Technology*, 286, 115258.

CARDOSO, A. D. S., BARBERO, R. P., ROMANZINI, E. P., TEOBALDO, R. W., ONGARATTO, F., FERNANDES, M. H. M. D. 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*, 12(16), 6656, 2020.

CARREGA, M. F. C. DaS.; DANTAS, A. Metano ruminal e o uso de taninos condensados como estratégia de mitigação. *Nucleus Animalium*, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2017.

CARULLA, J. E., KREUZER, M., MACHMÜLLER, A., & HESS, H. D. (2005). Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Australian journal of agricultural research*, 56(9), 961-970.

CARVALHO T. B. De.; ZEN S. De. The beef cattle chain in Brazil: evolution and trends. *Revista iPecege*, v.3, n.1, p.85-99. 2017.

CARVALHO, D.T.Q., LUCENA, A.R.F., NASCIMENTO, T.V.C., MOURA, L.M.L., MARCELINO, P.D.R., QUEIROZ, M.A.A., MORAES, S.A., GOIS, G.C., MENEZES, D.R., 2021. Condensed tannins extracted from Quebracho affect the fermentation profile, nutritional quality and in vitro gas production of pornunça (*Manihot spp*) silages. *J. Agric. Sci.* 159, 339–348.

CASAGRANDE, D.R.; RUGGIERI, A.C.; MORETTI, M.H.; BERCHIELLI, T.T.; VIEIRA, B.R.; ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.10, p.2074-2082, 2011.

CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. *Journal of Animal Science*, Savoy, v. 75, p. 533-542, 1997.

CIESLAK, A., ZMORA, P., PERS-KAMCZYC, E., & SZUMACHER-STRABEL, M. (2012). Effects of tannins source (*Vaccinium vitis idaea* L.) on rumen microbial fermentation in vivo. *Animal feed science and technology*, 176(1-4), 102-106.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEAO, M. I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livrocere, 1979.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. (2024). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Sétimo levantamento - Safra 2023/24. *Conab*, v. 11, n. 7, p. 1-117.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Plano de retomada da indústria: uma nova estratégia, focada em inovação, competitividade, descarbonização, inclusão social e crescimento sustentável. Brasília: CNI, 2023. 241 p. il.

COSTA, D. F. A. Respostas de bovinos de corte à suplementação energética em pastos de capim-marandu submetidos a intensidades de pastejo rotativo durante o verão. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COSTA, D. F. A., CORREIA, P. S., DOREA, J. R. R., DE SOUZA, J., DE SOUZA CONGIO, G. F., PIRES, A. V., MALAFAIA, P. A. M., DROUILLARD, J., DIAS, C. T. S., LUCHIARI-FILHO, A., & SANTOS, F. A. P. Strategic supplementation of growing cattle on tropical pastures improves nutrient use and animal performance, with fewer days required on the finishing phase. *Animal Production Science*, 61(5), 480-493, 2020.

COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; CARVALHO, I.P.C.; MONTEIRO, L.P. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p. 1788-1798, 2011.

DA SILVA CARDOSO, A., LONGHINI, VZ, BERÇA, AS, ONGARATTO, F., SINISCALCHI, D., REIS, RA, & RUGGIERI, AC (2022). Manejo de pastagens e emissões de gases de efeito estufa. *Jornal de Biociências* , 38 (e38099), 1981-3163.

DALLANTONIA, E. E., DA ROCHA FERNANDES, M. H. M., DA SILVA CARDOSO, A., LEITE, R. G., FERRARI, A., ONGARATTO, F., LAGE, J. F., BALSALOBRE, M. A. Á., & REIS, R. A. Performance and greenhouse gas emission of Nellore and F1

Angus× Nellore yearling bulls in tropical production systems during backgrounding and finishing. *Livestock Science*, 251, 104646, 2021.

DALPIAN ASM, DE ALBUQUERQUE EB, DE SOUZA RODRIGUES J (2020) Análise da composição química para avaliar o uso do resíduo impureza mineral e vegetal do amendoim na alimentação de bovinos. *South American Sciences* 1(2), 2054-2054

DE ARAÚJO, T.L.D.R.; DA SILVA, W.L.; BERÇA, A.S.; CARDOSO, A.d.S.; BARBERO, R.P.; ROMANZINI, E.P.; REIS, R.A. Effects of Replacing Cottonseed Meal with Corn Dried Distillers' Grain on Ruminal Parameters, Performance, and Enteric Methane Emissions in Young Nellore Bulls Reared in Tropical Pastures. *Animals*, 11, 2959, 2021.

DE JESUS FLF, SANCHES AC, DE SOUZA DP, MENDONÇA FC, GOMES EP, SANTOS RC, DA SILVA JLB. Seasonality of biomass production of irrigated Mombaça 'Guinea grass'. *Acta Agriculturae Scandinavica, Soil e Plant Science*. 2021;1-9.

DE OLIVEIRA, A. A., ROMANZINI, E. P., COSTA, D. F. A., BARBERO, R. P., AZENHA, M. V., LAGE, J. F., REIS, R. A. Citrus Pulp Replacing Corn in the Supplement Decreased Fibre Digestibility with No Impacts on Performance of Cattle Grazing Marandu Palisade Grass in the Wet-Dry Transition Period. *Animals*, 12(7), 822, 2022.

DE SOUZA CONGIO, G. F., BANNINK, A., MOGOLLÓN, O. L. M., JAURENA, G., GONDA, H., GERE, J. I., COLABORADORES DO PROJETO METANO DA AMÉRICA LATINA, & HRISTOV, A. N. (2021). Enteric methane mitigation strategies for ruminant livestock systems in the Latin America and Caribbean region: A meta-analysis. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127693.

DE TONISSI, R. H.; GOES, B.; LAMBERTUCCI, D. M.; DA SILVA BRABES, K. C.; ALVES, D. D. Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 11, n. 2, 2008.

DELEVATTI, L.M.; CARDOSO, A.S.; BARBERO, R.P.; LEITE, R.G.; ROMANZINI, E.P.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2019.

DETMANN, E., PAULINO, M. F., MANTOVANI, H. C., VALADARES FILHO, S. D. C., SAMPAIO, C. B., DE SOUZA, M. A., LAZZARINI, Í., & DETMANN, K. S. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. *Livestock Science*, 126(1-3), 136-146, 2009.

DETMANN, E., PAULINO, M. F., VALADARES FILHO, S. D. C., CECON, P. R., ZERVOUDAKIS, J. T., CABRAL, L. D. S., GONÇALVES, L. C., & VALADARES, R. F. D. (2005). Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1380-1391.

DETMANN, E.; VALENTE, É. E.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science*, v. 162, p. 141-153, 2014.

DICK, MILENE. "Sustentabilidade dos sistemas brasileiros de produção em pastagem de bovinos de corte." 149-149, 2018.

DSCHAAK, C. M.; WILLIAMS, C. M.; HOLT, M. S.; EUN, J.-S.; YOUNG, A. J.; MIN, B. R. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, Champaign, v. 94, p. 2508-2519, 2011.

EBERT PJ, BAILEY EA, SHRECK AL, JENNINGS JS, COLE NA. Effect of condensed tannin extract supplementation on growth performance, nitrogen balance, gas emissions, and energetic losses of beef steers. *J Anim Sci*. 2017 Mar;95(3):1345-1355.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: EMBRAPA, p. 353, 2013.

EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. D. C.; GALATI, R. L.; WATANABE, P. H.; BIAGIOLI, B.; & FATURI, C. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 569-575, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT www.fao.org/faostat (2019).

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT www.fao.org/faostat (2021).

FAUSTINO, T. F.; SILVA, N. C. D. e; LEITE, R. F.; SILVA, F. F. G.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. de. Utilização da silagem de grão de sorgo reidratado na alimentação animal. *Nucleus Animalium*, v. 10, n. 2, p. 47-60, 2018.

FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *Journal of Dairy Science*, v. 48, p. 249-251, 1965.

FERNANDES, A. C. F. (2020). Exploring in vitro the antiglycant effect, digestive enzyme inhibitor and anti-inflammatory of phenolic extracts from agro-industrial residue= Explorando in vitro o efeito antiglicante, inibidor de enzimas digestivas e anti-inflamatório de extratos fenólicos de resíduos agroindustriais (Doctoral dissertation, [sn]).

FERRARI, A. C., LEITE, R. G., FONSECA, N. V., ROMANZINI, E. P., CARDOSO, A. D. S., BARBERO, R. P., COSTA, D. F. A., RUGGIERI, A. C., & REIS, R. A. Performance, nutrient use, and methanogenesis of Nelore cattle on a continuous grazing system of *Urochloa brizantha* and fed supplement types varying on protein and energy sources. *Livestock Science*, 253, 104716, 2021.

FONSECA, N. V. B., CARDOSO, A. D. S., BAHIA, A. S. R. D. S., MESSANA, J. D., VICENTE, E. F., & REIS, R. A. Additive tannins in ruminant nutrition: An alternative to achieve sustainability in animal production. *Sustainability*, 15(5), 4162, 2023.

FONSECA, N. V. B., DA SILVA CARDOSO, A., BERÇA, A. S., DORNELLAS, I. A., ONGARATTO, F., SILVA, M. L. C., RUGGIERI, A. C., & REIS, R. A. Effect of different nitrogen fertilizers on nitrogen efficiency use in Nelore bulls grazing on Marandu palisade grass. *Livestock Science*, 105012, 2022.

FONSECA, N. V. B., DA SILVA CARDOSO, A., GRANJA-SALCEDO, Y. T., SINISCALCHI, D., CAMARGO, K. D. V., DORNELLAS, I. A., SILVA, M. L. C., DEL VECCHIO, L. D. S., GRIZOTTO, R. K., & REIS, R. A. (2024). Effects of condensed tannin-enriched alternative energy feedstuff supplementation on performance, nitrogen

utilization, and rumen microbial diversity in grazing beef cattle. *Livestock Science*, 287, 105529.

FRUTOS, P., HERVAS, G., GIRÁLDEZ, F. J., & MANTECÓN, A. R. (2004). Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2), 191–202.

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA, F. MCM.; DUPAS, E.; CARVALHO, FDC. Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(4),31-40, 2018.

GOES, R. H. D. T., SILVA, L. H. X. D., & SOUZA, K. A. D. (2013). Alimentos e alimentação animal. *Coleção Cadernos Acadêmicos*.

GOES, R. H. T. B; LAMBERTUCCI, D. M; BRADES, K. C. S; ALVES, D. D. Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, v. 11, n. 2, p. 129-197, jul./dez, 2008.

GOMES, I. P. O.; THALER NETO, A.; MEDEIROS, L. A.; ORSOLIN, V.; PERES NETO, E.; SEMMELMANN, C. E. N. Níveis de casca de soja em rações concentradas para bezerros de raças leiteiras. *Archives of Veterinary Science*, v. 17, p. 52-57, 2012.

GUIMARÃES, L. J., DA SILVA, I. G., DE SOUZA, T. C., DE SOUZA ZANIBONI, H. M., ZUNDT, M., FACTORI, M. A., & AMBIEL, A. C. (2023). SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE BOVINOS DE CORTE PARA MELHOR DESEMPENHO ANIMAL E ECONÔMICO: REVISÃO. *Revista Puxirum: Abordagem Multidisciplinar em Ciências Agrárias*, 1(2).

HARPER, K., QUIGLEY, S. P., ANTARI, R., SAHAT PANJAITAN, T. A. N. D. A., & POPPI, D. P. (2019). Energy supplements for leucaena. *Tropical Grasslands-Forrajões Tropicales*, 7(2), 182-188.

HASLAM, E. (1989). *Plant polyphenols: vegetable tannins revisited*. Cambridge University Press. Hobson, P. N., & Stewart, C. S. (2012). *Rumen microbial ecosystem* (2nd ed.). Blackie Academic & Professional

HIBBERD, C.A.; WAGNER, D.G.; HINTZ, R.L. et al. Effect of sorghum grain variety and reconstitution on site and extent of starch and protein digestion in steers. *Journal of Animal Science*, v.61, p.702-712, 1985.

HILL, G. M.; UTLEY, P. R.; NEWTON, G. L (1986). Digestibility and utilization of ammonia-treated and urea-supplemented peanut skin diets fed to cattle. *Journal of animal science*, v. 63, n. 3, p. 705-714.

HOFFMANN, A., BERÇA, A. S., CARDOSO, A. D. S., FONSECA, N. V. B., SILVA, M. L. C., LEITE, R. G., RUGGIERI, A. C., & REIS, R. A. (2021). Does the effect of replacing cottonseed meal with dried distiller's grains on Nellore bulls finishing phase vary between pasture and feedlot?. *Animals*, 11(1), 85.

HOFFMANN, A., CARDOSO, A. S., FONSECA, N. V. B., ROMANZINI, E. P., SINISCALCHI, D., BERNDT, A., RUGGIERI, A. C., & REIS, R. A (2021). Effects of supplementation with corn distillers' dried grains on animal performance, nitrogen balance, and enteric CH4 emissions of young Nellore bulls fed a high-tropical forage diet. *Animal*, 15(3), 100155.

- HONAN, M.; FENG, X.; TRICARICO, J.M.; KEBREAB, E. Feed additives as a strategic approach to reduce enteric methane production in cattle: Modes of action, effectiveness and safety. *Anim. Prod. Sci.* 2021, 62, 1303–1317.
- HOOVER, W.H. Fatores químicos envolvidos na digestão da fibra ruminal. *Journal of Dairy Science* 69(10), 2755–2766, 1986.
- 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*, 4(2), 137-150, 2018.
- JAGUARIBE, T. L., SOARES, N. A., RODRIGUES, P. R., BELLAN, J., PACIULLO, D. S. C., MORENZ, M. J. F., & GOMIDE, C. D. M. (2019). Estrutura do dossel, massa de forragem e produção de leite em pastagem de cultivares de *Brachiaria* sp. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE, 23., 2019, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019.(Embrapa Gado de Leite. Documentos, 234).
- JAYANEGARA, A., LEIBER, F., KREUZER, M., (2012). Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 96, 365–375.
- JAYANEGARA, A.; GOEL, G.; MAKAR, H. P. S. and BECKER, K (2015). Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 209:60-68.
- JOHNSON, C. R.; REILING, B. A.; MISLEVY, P.; HALL, M. B (2001). Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *Journal Animal Science*, Albany, v. 79, p. 2439-2448.
- KIRO, R.P (2017). Assessment of the rumen fluid of a bovine patient. *Dairy Veterinary Science Journal* 2:555588.
- KOSCHECK, J. F. W., ROMANZINI, E. P., BARBERO, R. P., DELEVATTI, L. M., FERRARI, A. C., MULLINI, J. T., MOUSQUER, C. J., BERCHIELLI, T. T., & REIS, R. A. (2020). How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation?. *Animal Production Science*, 60(9), 1201-1209.
- KU-VERA JC, JIMÉNEZ-OCAMPO R, VALENCIA-SALAZAR SS, MONTOYA-FLORES MD, MOLINA-BOTERO IC, ARANGO J, GÓMEZ-BRAVO CA, AGUILAR-PÉREZ CF, SOLORIO-SÁNCHEZ FJ (2020) Papel dos metabólitos secundários das plantas na mitigação do metano entérico em ruminantes. *Front Vet Sci* 7:584.
- LEITE, R. G., CARDOSO, A. D. S., FONSECA, N. V. B., SILVA, M. L. C., TEDESCHI, L. O., DELEVATTI, L. M., RUGGIERI, A. C., & REIS, R. A (2021). Effects of nitrogen fertilization on protein and carbohydrate fractions of Marandu palisadegrass. *Scientific Reports*, 11(1), 1-8.
- LEITE, R. G., HOFFMANN, A., ROMANZINI, E. P., DELEVATTI, L. M., FERRARI, A. C., FONSECA, N. V. B., BARBERO, R. P., CARDOSO, A. S., & REIS, R. A. (2022). Zebu cattle fed dry distiller's grain or cottonseed meal had greater nitrogen utilization efficiency than non-supplemented animals. *Tropical Animal Health and Production*, 54(2), 119.

- MAHANANI, M.M.P.; KURNIAWATI, A.; HANIM, C.; ANAS, M.A.; YUSIATI, L.M (2020). Effect of (*Leucaena leucocephala*) leaves as tannin source on rumen microbial enzyme activities and in vitro gas production kinetics. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., 478, 012088.
- MAKKAR, HP, BECKER, K., ABEL, HJ, & SZEGLETTI, C. (1995). Degradação de taninos condensados por micróbios do rúmen expostos a taninos de quebracho (QT) na técnica de simulação do rúmen (RUSITEC) e efeitos do QT em processos fermentativos no RUSITEC. *Journal of the Science of Food and Agriculture* , 69 (4), 495-500.
- MALAFIA, P., CABRAL, L. D. S., VIEIRA, R. A. M., COSTA, R. M., & CARVALHO, C. D. (2003). Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. *Livestock Research for Rural Development*, 15(12), 1-32.
- MARCELINO, P. D. R. (2019). Parâmetros ruminais de bovinos alimentados com dietas contendo níveis de extrato de Acácia negra.
- MARTIN C, MORGAVI DP, DOREAU M (2009). Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. *Animal*. 4:351-365.
- MCALLISTER, TA, MARTINEZ, T., BAE, HD, MUIR, AD, YANKE, LJ, JONES, GA(2005). Caracterização de taninos condensados purificados de forrageiras de leguminosas: produção de cromóforos, precipitação de proteínas e efeitos inibitórios na digestão de celulose. *J. Chem. Ecol.* 31 (9), 2049–2068.
- MCMAHON, L. R., MCALLISTER, T. A., BERG, B. P., MAJAK, W., ACHARYA, S. N., POPP, J. D., COULMAN, B. E., WANG, Y., & CHENG, K. J. (2000). A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Canadian Journal of Plant Science*, 80(3), 469-485.
- MEZZOMO, R. (2010). Inclusão de tanino condensado em dietas com alto teor de concentrado para bovinos de corte.
- MOORE, J. E., & HOVELAND, C. S. (1980). Crop quality storage and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 61-91.
- MORELLI, M.; NOVELLI, T. I.; VICENZI, R.; PALHARES, J. C. P (2017). Influência do uso de coprodutos no balanço de nutrientes de bovinos em confinamento. In: Embrapa Pecuária Sudeste. Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 5., 2017, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Concórdia, SC: Sbera; Embrapa Suínos e Aves.
- MOTT, G. O.; LUCAS, H. L (1952). The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: International Grassland Congress, 6°, Pennsylvania. Anais...Pennsylvania State College. p.1380-1395.
- MUELLER-HARVEY I (2006) Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *J Sci Food Agric* 86:2010–2037.
- MULLER, L. D.; FALES, S. L (1998). Supplementation of cool-season grass pastures for dairy cattle. *Grass for dairy cattle*. Wallingford: CAB International, Cap. 13, p. 335-350.
- NASCIMENTO, T. V. C., OLIVEIRA, R. L., MENEZES, D. R., DE LUCENA, A. R. F., QUEIROZ, M. Á., LIMA, A. G. V. O., RIBEIRO, R. D. X., & BEZERRA, L. R. (2021).

Effects of condensed tannin-amended cassava silage blend diets on feeding behavior, digestibility, nitrogen balance, milk yield and milk composition in dairy goats. *Animal*, 15(1), 100015.

NAUMANN, HD; TEDESCHI, LO; ZELLER, WE; HUNTLEY, NF (2017). O papel dos taninos condensados na produção animal de ruminantes: Avanços, limitações e direções futuras. *Rev. Bras. Zootec.* 46, 929–949.

OLIVEIRA, A.A (2014). Manejo do pasto de capim Marandu e suplementação com diferentes fontes de energia na recria de tourinhos Nelore. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - UNESP, 2014. 135p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária.

OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T (2007). Potencialidades da utilização de taninos na conservação de forragens e nutrição de ruminantes-revisão. *Archives of Veterinary Science*, p. 1-9.

ORZUNA-ORZUNA, JF, DORANTES-ITURBIDE, G., LARA-BUENO, A., MENDOZA-MARTÍNEZ, GD, MIRANDA-ROMERO, LA, HERNÁNDEZ-GARCÍA, PA (2021). Efeitos da suplementação de taninos na dieta sobre o desempenho do crescimento, fermentação ruminal e emissões entéricas de metano em bovinos de corte: uma metanálise. *Sustainability* 13 (13), 7410.

PAGAN-RIESTRA, S., MUIR, JP, LAMBERT, BD, TEDESCHI, LO, REDMON, LA (2010). Desaparecimento de fósforo e outros nutrientes de plantas contendo taninos condensados usando a técnica de saco de náilon móvel. *Anim. Feed Sci. Technol.* 156, 19–25

PAULINO MF, FIGUEIREDO DD, MORAES EHBK, PORTO MO, SALES MF, ACEDO TS, VALADARES FILHO SDC (2004). Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. *Simpósio de produção de gado de corte*. 4:93-144.

PAULINO, M.F., DETMANN, E., VALENTE, E.E.L., BARROS, L.V., (2008). Nutrição de bovinos em pastejo. In: *Proceedings of the 4th Symposium on Strategic Management of Pasture*, Viçosa, MG, Brazil. p.131–169.

PEDERSEN, J.F.; MILTON, T.; MASS, R.A (2000). A twelve-hour in vitro procedure for sorghum grain feed quality assessment. *Crop Science*, v.40, p.204-208.

Peiris H, Elliott R, Norton BW (1998) Substitution of sorghum grain for molasses increases the live weight gain of steers given molasses-based diets. *Journal of Agricultural Science* 130,199-204.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. Sorgo – o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília/DF, 2015.

POPPI, D. McLENNAN, S.R (2007). Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação protéica e energética. In: SANTOS, F.A.P. MOURA, J.C. FARIA, V.P. (ed.). *Simpósio sobre Bovinocultura de Corte: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte*. 6, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, p. 163-181.

POPPI, D.P., McLENNAN, S.R., BEDIYE, S., DE VEGA, A., ZORRILLA-RIOS, J (1997). Forage quality: strategies for increasing nutritive value of forages. In *International Grassland Congress*, v.18, p.307-322.

- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R (1995). Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *Journal of Animal Science*, v.73, p.278-290..
- PUCHALA, R., MIN, B. R., GOETSCH, A. L., & SAHLU, T. (2005). The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *Journal of Animal Science*, 83(1), 182–186.
- RAHMAN, M.H (2016). Exploring sustainability to feed the world in 2050. *Journal of Food Microbiol.* 10.20936/JFM/160102.
- REIS R.R.; RUGGIERI A.C.; OLIVEIRA A.A.; AZENHA M.V.; CASAGRANDE D.R (2012). Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, p. 642-655.
- REIS RA, RUGGIERI AC, CASAGRANDE DR, PÁSCOA AG (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*; 38:147-159.
- REIS, R. A.; FERNANDES, M. H. M. R (2020). Avaliação de coprodutos do amendoim na nutrição de bovinos de corte, v. 1, p. 1- 8.
- RESTLE, J., FATURI, C., ALVES FILHO, D. C., BRONDANI, I. L., SILVA, J. H. S. D., KUSS, F., MARQUES DOS SANTOS, C. V., & FERREIRA, J. J. (2004). Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 1009-1015.
- RIGOBELLO, I.L., CARDOSO, A.D.S, FONSECA, N.V.B., ONGARATTO, F., SILVA, M.M., BAHIA, A.S.R.D.S., DORNELLAS, I.A.; REIS, R.A (2023). Emissão de Gases de Efeito Estufa e Amônia das Excretas de Touros Nelore Submetidos à Suplementação Energética e Tanínica. *Atmosfera*,14(7), 1112.
- ROMANZINI E.P.; BERNARDES P.A.; MUNARI D.P.; REIS R.A.; MALHEIROS E.B (2018). A review of three important points that can improve the beef cattle productivity in Brazil. *Animal Husbandry, Dairy and Veterinary Science*, v.2, n.3, p.1-4.
- SAITO C, ASANO S, KATO C, KOBAYASHI S, MUSHI A, KURIBAYASHI H, KAJIKAWA H (2016) Nutritional values and antioxidative activities of whole peanuts and peanut skins for ruminant feeds. *Animal Science Journal* 87(1), 54-60.
- SALES, M. F. L., PAULINO, M. F., VALADARES FILHO, S. D. C., PORTO, M. O., MORAES, E. H. B. K. D., & BARROS, L. V. D. (2008). Urea levels in multiple supplements for finishing beef cattle on palisade grass pasture during the rainy to dry transition. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 1704-1712.
- SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T (2013). Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v.7, n.2, p.49-55.
- SANTOS, J. W. D., CABRAL, L. D. S., ZERVOUDAKIS, J. T., SOUZA, A. L. D., ABREU, J. G. D., & BAUER, M. D. O. (2008). Casca de soja em dietas para ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 2049-2055.
- SEIGLER, D. S. (2003). Phytochemistry of *Acacia*—sensu lato. *Biochemical Systematics and Ecology*, 31(8), 845–873.

SILVA BAN (2004) A casca de soja e sua utilização na alimentação animal. Revista Eletrônica Nutritime 1(1), 59-68.

SILVA D C, KAZAMA R, FAUSTINO J O, ZAMBOM M A, SANTOS G T, BRANCO A F (2004). Digestibilidade “in vitro” e degradabilidade “in situ” da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão. Acta Scientiarum. Animal Sciences. Apr; 26(4): 501-506.

SILVA, A.P.; ZOTTI, C.A.; CARVALHO, R.F.; CORTE, R.R.; CÔNSOLO, N.R.B; SILVA, S.L.; LEME, P.R (2019). Effect of replacing antibiotics with functional oils following an abrupt transition to high-concentrate diets on performance and carcass traits of Nellore cattle. Animal Feed Science and Technology, Volume 247, Pages 53-62.

SILVA, J. N. P. D (2020). Efeito da substituição do farelo de soja por farelo de girassol nos parâmetros ruminais de vacas girolando. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2020. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba.

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 (2022). Effects of condensed tannins on greenhouse gas emissions and nitrogen dynamics from urine-treated grassland soil. Environmental Science and Pollution Research, 29(56), 85026-85035.

SUTTON, JD, DHANOA, MS, MORANT, SV, FRANCE, J., NAPPER, DJ, & SCHULLER, E. (2003). Taxas de produção de acetato, propionato e butirato no rúmen de vacas leiteiras lactantes que receberam dietas normais e de baixa forragem. Journal of dairy science, 86 (11), 3620-3633.

TABOSA, J. N., LIMA, G. S., LIRA, M. A., TAVARES FILHO, J. J., BRITO, A. R. M. B., & RITA, M. (1999). Programa de melhoramento de sorgo e milheto em Pernambuco. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Brasília, 1, 29. TAVENDALE, MH, MEAGHER, LP, PACHECO, D., WALKER, N., ATTWOOD, GT, SIVAKUMARAN, S., (2005). Produção de metano a partir de incubações in vitro no rúmen com Lotus pedunculatus e Medicago sativa, e efeitos de frações de tanino condensado extraíveis na metanogênese. Anim. Feed Sci. Technol. 123, 403–419.

TEAM, R. C. R (2018). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.

TEDESCHI, L. O., MOLLE, G., MENENDEZ, H. M., CANNAS, A. & FONSECA, M. A (2019).. The assessment of supplementation requirements of grazing ruminants using nutrition models. Transl. Anim. Sci. 3, 811–823.

TEOBALDO RW., CARDOSO ADS., BRITO TR., LEITE RG., ROMANZINI EP., GRANJA-SALCEDO YT., REIS RA (2022). Response of Phytogenic Additives on Enteric Methane emissions and animal performance of Nellore bulls raised in grassland. Sustainability 14(15), 9395.

TEOBALDO, R.W., GRANJA-SALCEDO, Y.T., CARDOSO, A.D.S., CONSTANCIO, M.T.L., BRITO, T.R., ROMANZINI, E.P., REIS, R.A. (2023). The impact of mineral and energy supplementation and phytogenic compounds on rumen microbial diversity and nitrogen utilization in grazing beef cattle. Microorganisms 11, 810.

- TONTINI, J. F., SILVA, J. A. D., FARIAS, M. D. S., & POLI, C. H. E. C. (2021). Respostas na fisiologia da digestão ruminal ao uso de taninos na alimentação de ruminantes. *Pubvet. Londrina*. Vol. 15, n. 3 (mar. 2021), a780, p. 1-14.
- VALADARES FILHO S, SILVA FAZ, BENEDETI PDB, PAULINO MF, CHIZZOTTI ML (2019). Nutrient requirements of beef cattle in tropical climates. *EAAP Scientific Series*.
- VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M (1997). Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, p.285.
- VAN SOEST, P. J. (1994). *Ecologia nutricional de ruminantes*. Cornell University Press.
- VIEIRA, B. R., AZENHA, M. V., CASAGRANDE, D. R., COSTA, D. F. A., RUGGIERI, A. C., BERCHIELLI, T. T., & REIS, R. A (2017). Ingestive behavior of supplemented Nellore heifers grazing palisadegrass pastures managed with different sward heights. *Animal Science Journal*, 88(4), 696-704.
- VIEIRA, L. V., SCHMIDT, A. P., BARBOSA, A. A., DE OLIVEIRA FEIJÓ, J., BRAUNER, C. C., RABASSA, V. R., CORRÊA, M. N., SCHMITT, E., & DEL PINO, F. A. B. (2020). Utilização de taninos como aditivo nutricional na dieta de ruminantes. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 23(1cont).
- WAGHORN G (2008) Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production – progress and challenges. *Anim Feed Sci Technol* 147:116–139.
- WAGHORN, G. C.; SHELTON, I. D (1995). Effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* value of ryegrass (*Lolium perenne*) fed to sheep. *Journal of Agricultural Science*, v. 125, n. 2, p. 291-297.
- YANZA, YR; FITRI, A.; SUWIGNYO, B.; HIDAYATIK, N.; KUMALASARI, NR; IRAWAN, A.; JAYANEGARA, A (2021). A utilização do extrato de tanino como aditivo dietético na nutrição de ruminantes: uma meta-análise. *Animais*, 11, 3317.
- YUSIATI, LM; KURNIAWATI, A.; HANIM, C.; ANAS, MA (2018). Capacidade de ligação de proteínas de diferentes forragens tanino. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 119, 012007.
- ZAMBOM M A, SANTOS G T, MODESTO E C, ALCALDE C R, GONÇALVES G D, SILVA D C, SILVA K T, FAUSTINO J O (2001). Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. *Acta Scientiarum*. 23(4): 937-943.