



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

MARIA EDUARDA SILVA DE PAIVA

**CONSUMO DE NUTRIENTES E PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL
EM CABRITOS SUPLEMENTADOS COM EXTRATO DE MARMELEIRO (*Croton
blanchetianus*)**

AREIA
2025

MARIA EDUARDA SILVA DE PAIVA

**CONSUMO E PARAMETROS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL EM CABRITOS
SUPLEMENTADOS COM EXTRATO DE MARMELEIRO (*Croton blanchetianus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito final à obtenção
do título de Bacharela em Zootecnia, pela
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de
Medeiros

Coorientador: Msc. Alex Rodrigues de
Sousa

**AREIA
2025**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P149c Paiva, Maria Eduarda Silva de.

Consumo de nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal em cabritos suplementados com extrato de marmeleiro (*Croton blanchetianus*) / Maria Eduarda Silva de Paiva. - Areia:UFPB/CCA, 2025.

40 f. : il.

Orientação: Ariosvaldo Nunes de Medeiros.

Coorientação: Alex Rodrigues de Sousa.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Zootecnia. 2. Aditivo fitogênico. 3. Ingestão. 4. Metabolismo ruminal. 5. Caprinos. I. Medeiros, Ariosvaldo Nunes de. II. Sousa, Alex Rodrigues de. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(02)

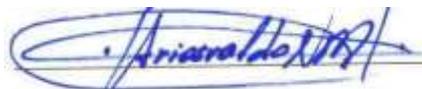
MARIA EDUARDA SILVA DE PAIVA

**CONSUMO DE NUTRIENTES E PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL
EM CABRITOS SUPLEMENTADOS COM EXTRATO DE MARMELEIRO (*Croton
blanchetianus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito final à
obtenção do título de Bacharelado em
Zootecnia, pela Universidade Federal da
Paraíba.

Aprovada em 17/07/2025.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros Orientador –
UFPB



Dra. Beatriz Dantas Oliveira Fernandes Examinadora
– UFPB



Dr. Juraci Marcos Alves Suassuna Examinador –
UFPB

À minha amada família, pelo amor incondicional, por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidei, e por fazerem dos meus sonhos, os seus.

Dedico!

AGRADECIMENTO

Sou profundamente grata a Deus pelo dom da vida, pela força nos momentos difíceis, pela sabedoria concedida, pelas oportunidades que surgiram, pelas conquistas alcançadas e por me guiar, com amor e propósito, na realização deste sonho.

Aos meus pais, Maria Josielma Ferreira da S. Paiva e Francisco dos Anjos de Paiva e, ao meu irmão Miguel Silva de Paiva, pelo imensurável carinho e esforços dedicados em todos os momentos da minha vida, sempre almejando pelo meu êxito. Vocês contribuíram muito para este objetivo ser alcançado. É imensurável o amor que tenho por vocês.

Aos meus avós, Vó Antônia, Vô Zé, Vó Luzia e Vô Antônio, meu mais profundo agradecimento. Obrigada por todo amor, pelos ensinamentos passados com palavras e com gestos, pelas orações sinceras e por sempre se preocuparem tanto comigo. Vocês são parte essencial da pessoa que me tornei. Cada lembrança que guardo é um abraço no coração. Amo vocês imensamente e levo cada um comigo, para sempre.

Aos meus tios e tias, Maria Joseane, Maria Josilene, Maria Juvanice, José Venícios, Maria Juliana, Maria Antônia, Maria Aldecir, Maria Aldenize (*in memoriam*), Aderson (*in memoriam*), José Almir, Aldemir e Luiz Antônio meu mais sincero agradecimento por todo o amor, apoio e cuidado. Vocês foram abrigo nos dias difíceis e impulso nos momentos de conquista. Aos meus primos e primas, vocês foram sinônimo de aconchego e alegria em cada reunião familiar. As lembranças dos finais de semana juntos, nas minhas idas ao RN, aquecem meu coração e me fazem lembrar o quanto a família é um lar onde quer que a gente esteja. Sou profundamente grata por tê-los em minha vida.

À Marcos Felipe, por ser presença constante, pelo apoio nos desafios e por celebrar comigo cada conquista. Obrigada por todo apoio, amor, ensinamentos e companheirismo, que foram essenciais para essa realização.

À Nani Germinia, que me acompanhou de perto do início ao fim da graduação, compartilhando cada conquista, dificuldade, alegria e lágrimas, sendo o elo mais próximo de família que tive nessa caminhada. Obrigada por contribuir de forma tão significativa para a minha construção profissional e pessoal.

Aos amigos que fiz durante essa jornada, Irber, Humberto, Halysson, Luis, Arthur, Wagner, Albertino, Beatriz Azevedo, Gabriela Souto, Maria Isabelly e John Ygor, agradeço pela amizade, pelo incentivo, companheirismo e pelas grandes contribuições para a minha formação. Cada um de vocês tornou essa caminhada mais leve, significativa e inesquecível.

Aos meus amigos e companheiros do grupo de estudos Nutriaridus, Juraci, Alidiell, Cláudio, Gabrielle, Irís, Luana, Madalena, Neilson, Suzy, Emylle, Hudson e Shara, agradeço pelas companhias descontraídas, por compartilharem experiências e conhecimentos, contribuindo para construção da profissional que estou me tornando.

Ao meu orientador, Professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros, por me acolher no Nutriaridus e por ser, em toda a essência, um verdadeiro mestre. Agradeço por sua seriedade, orientação, paciência, incentivo e por todo o aprendizado compartilhado ao longo desta jornada.

Ao meu coorientador, Alex Rodrigues, por todas as sugestões e contribuições imprescindíveis para o enriquecimento deste trabalho, e por ter aceitado essa importante missão de me acompanhar durante essa jornada.

Tem pessoas que vêm ao mundo para trazer alegria, e você é uma delas. Meu agradecimento à Dra. Beatriz Dantas, por todo apoio, dedicação, incentivo, amizade e por ser uma verdadeira inspiração como zootecnista. Sua presença fez toda a diferença nesta caminhada, inspirando-me a seguir firme e confiante. Obrigada por tudo e por tanto.

A todos os técnicos e funcionários que contribuíram diretamente para a minha formação: Jorge (Boi), Marcilon, Tiago, Alexandre, Netinho, Neto, Marciene, Rafael de Paula, Paulo e Jota Sales. Sou grata pelo apoio, atenção e dedicação que me foram prestadas.

A todos que contribuíram de alguma forma no meu crescimento profissional e pessoal durante toda essa jornada.

A todos, minha gratidão!

“Animal Experimental: sob o nosso controle, ele cresce, depende e confia. Respeito haja, enquanto vivo, pois não será em vão seu sacrifício”.

Ivan B. M. Sampaio

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do extrato de marmeleiro (*Croton blanchetianus*) sobre o consumo de nutrientes e os parâmetros da fermentação ruminal de cabritos. O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa em Pequenos Ruminantes da Estação Experimental, localizada no município de São João do Cariri-PB, vinculada ao Centro de Ciências Agrárias, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba. Foram utilizados 30 cabritos machos não castrados, mestiços (Saanen × Alpino Americano), com sete dias de idade e peso corporal (PC) médio de $3,70 \pm 0,3$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. Os tratamentos consistiram na inclusão de diferentes doses de extrato de marmeleiro (EM): T1 - dieta padrão (controle) sem EM; T2 - dieta padrão + 15 mg de extrato EM/kg de PC; T3 - dieta padrão + 30 mg de extrato EM/kg de PC. O experimento teve duração de 92 dias, sendo os sete primeiros dias de adaptação ao manejo e às instalações. Os cabritos foram alojados em baias individuais, suspensas e de madeira, equipadas com bebedouro e comedouro. A dieta padrão apresentava uma relação volumoso:concentrado de 15:85 fornecida entre o 20º e 46º dias de idade, sendo posteriormente ajustada para uma relação 30:70. Foram avaliadas variáveis relacionadas ao consumo dos animais durante a fase de cria e o início da recria, bem como os parâmetros de fermentação ruminal no final do período experimental. As análises de variância foram realizadas, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A inclusão do extrato de marmeleiro não afetou ($P > 0,05$) o consumo de matéria seca nem dos principais nutrientes da dieta ao longo do período experimental. No entanto, foram observadas alterações nos parâmetros da fermentação ruminal. Houve aumento significativo nas concentrações de nitrogênio amoniacal ($P = 0,009$) e de isovalérico ($P = 0,041$), além de tendência de aumento no butirato ($P = 0,098$) com os níveis crescentes do EM. A relação acetato:propionato também apresentou aumento ($P = 0,006$), sugerindo modulação no padrão fermentativo ruminal. Conclui-se que a inclusão de extrato de marmeleiro (*Croton blanchetianus*), até a dose de 30 mg/kg de peso corporal não altera o consumo de matéria seca e nutrientes em cabritos. Entretanto, modifica o padrão de fermentação ruminal, aumentando as concentrações de nitrogênio amoniacal, isovalérico e relação acetato:propionato.

Palavras-chave: aditivo fitogênico; ingestão; metabolismo ruminal; caprinos.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of marmeleiro (*Croton blanchetianus*) extract on nutrient intake and ruminal fermentation parameters in goat kids. The experiment was conducted at the Unidade de Pesquisa em Pequenos Ruminantes da Estação Experimental, located in the municipality of São João do Cariri, Paraíba, and linked to the Centro de Ciências Agrárias, Campus II, of the Universidade Federal da Paraíba. Thirty uncastrated male crossbred goat kids (Saanen × Alpine American), with an average body weight (BW) of 3.70 ± 0.3 kg and seven days of age, were used in a completely randomized design with three treatments and ten replications. The treatments consisted of different doses of marmeleiro extract (ME): T1 – standard diet (control) without ME; T2 – standard diet + 15 mg of ME/kg BW; T3 – standard diet + 30 mg of ME/kg BW. The experiment lasted 92 days, including seven days of adaptation to handling and facilities. The animals were housed in individual suspended wooden pens equipped with drinkers and feeders. The standard diet had a roughage:concentrate ratio of 15:85 from days 20 to 46 of age and was later adjusted to a 30:70 ratio. Variables related to intake during the suckling and early post-weaning phases were evaluated, as well as ruminal fermentation parameters at the end of the experimental period. Analysis of variance was performed, and means were compared using Tukey's test at a 5% significance level. The inclusion of marmeleiro extract did not affect ($P > 0.05$) dry matter or nutrient intake during the experimental period. However, changes in ruminal fermentation parameters were observed. There was a significant increase in ammonia nitrogen concentration ($P = 0.009$) and isovaleric acid ($P = 0.041$), as well as a trend toward increased butyrate ($P = 0.098$) with increasing levels of ME. The acetate:propionate ratio also increased ($P = 0.006$), suggesting a modulation in the ruminal fermentation pattern. It is concluded that the inclusion of marmeleiro (*Croton blanchetianus*) extract up to a dose of 30 mg/kg of body weight does not alter dry matter or nutrient intake in goat kids. However, it modifies the ruminal fermentation pattern by increasing ammonia nitrogen, isovaleric acid, and the acetate:propionate ratio.

Keywords: phytogenic additive; intake; ruminal metabolism; goats.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Prospecção fitoquímica do extrato etanólico de <i>Croton blanchetianus</i>	22
Tabela 2. Composição fenólica dos extratos etanólicos de <i>Croton blanchetianus</i>	22
Tabela 3. Proporção dos ingredientes (% MS) presentes nas dietas adotadas durante o experimento.	24
Tabela 4. Consumo médio diário de matéria seca e dos nutrientes da ração de cabritos suplementados com níveis de extrato de <i>Croton blanchetianus</i> - 2 fase (40° ao 70° dia experimental).	26
Tabela 5. Consumo médio diário de matéria seca e dos nutrientes da dieta de cabritos suplementados com níveis de extrato de <i>Croton blanchetianus</i> no início da recria (71° ao 85° dia experimental).	27
Tabela 6. Potencial hidrogeniônico, nitrogênio amoniacal, concentração e proporção molar de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) de líquido ruminal de cabritos suplementados com níveis de extrato de <i>Croton blanchetianus</i>	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC	Ácidos Graxos de Cadeia Curta
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CHOt	Carboidratos Totais
CMS	Consumo de Matéria Seca
CNF	Carboidratos Não Fibrosos
EE	Extrato Etéreo
EM	Extrato de Marmeleiro
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GMD	Ganho Médio Diário
LAANA	Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
NAR	Nitrogênio Amoniacal Ruminal
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PC	Peso Corporal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 FERMENTAÇÃO RUMINAL.....	14
2.2 MODULADORES DA FERMENTAÇÃO	15
2.3 INFLUÊNCIA DOS FITOQUÍMICOS SOBRE O CONSUMO E PARÂMETROS FERMENTATIVOS	17
2.4 MARMELEIRO (<i>Croton blanchetianus</i>)	19
3. METODOLOGIA	21
3.1 COMITÊ DE ÉTICA DE USO DE ANIMAIS E ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.2 COLHEITAS DE PLANTAS	21
3.3 PREPARAÇÃO DO EXTRATO.....	21
3.4 QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS.....	22
3.5 ANIMAIS, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIETAS	22
3.6 ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICA	23
3.7 DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DOS NUTRIENTES	24
3.8 DETERMINAÇÃO DOS PARAMETROS RUMINAIS.....	24
3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Uma das metas a serem atingidas nos sistemas de produção animal é a modulação do ambiente ruminal, com o objetivo de melhorar a conversão de alimentos em produtos de origem animal consumíveis (Souza *et al.*, 2016). Nos últimos anos esse aprimoramento tem sido alcançado por meio da otimização das formulações alimentares e da inclusão de aditivos que promovem alterações no ambiente ruminal (Geraci *et al.*, 2012). Os microrganismos presentes no rúmen atuam na degradação de carboidratos e proteínas provenientes da alimentação, por meio do processo fermentativo, obtendo assim os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Como resultado dessa fermentação, ocorre a produção de ácidos graxos de cadeia curta e de proteína microbiana, que constituem as principais fontes de nutrientes para os ruminantes (Kozloski, 2011).

A busca por extratos de plantas para serem utilizados como aditivos na alimentação animal tem se tornado cada vez mais comum (Mendel *et al.*, 2017; Reddy *et al.*, 2020; Lucio-Raíz *et al.*, 2024). Isso ocorre principalmente devido às restrições ao uso de aditivos antimicrobianos comerciais, os quais estão diretamente relacionados ao aumento da transmissão de genes de resistência. Assim, há uma demanda crescente por compreender o impacto dos compostos secundários de plantas sobre o consumo de ração e processo de fermentação ruminal, visando desvendar os efeitos desses compostos na microbiota ruminal, produção de ácidos graxos, mitigação de metano, e na otimização do desempenho animal (Medjekal *et al.*, 2017; Oh *et al.*, 2017; Lucio-Raíz *et al.*, 2024).

Metabolitos Secundários de Plantas (MPS), como saponinas, taninos e óleos essenciais, têm demonstrado eficácia como reguladores da fermentação ruminal (Kozloski *et al.*, 2012; Cieslak *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2015). Dickhoefer *et al.* (2016) verificaram redução na razão acetato:propionato com o aumento dos níveis de inclusão de taninos condensados de quebracho na dieta de ruminantes. Além disso, Kholif *et al.* (2018) observaram um aumento no consumo de matéria seca e de nutrientes em cabras lactantes suplementadas com níveis crescentes de extrato de *Moringa oleifera*, evidenciando benefícios no desempenho produtivo associados ao uso de MSP. Entretanto, a eficácia da utilização de extratos vegetais como aditivos na nutrição de ruminantes pode ser variável, pois fatores de estresse, como seca, salinidade, flutuações de temperatura e radiação UV, influenciam significativamente a produção de compostos bioativos (Bhattacharya; Pal, 2025).

O *Croton blanchetianus*, popularmente conhecido como “marmeleiro”, é uma planta nativa do semiárido brasileiro, pertencente à vegetação da Caatinga. Trata-se de uma planta de

porte variável, apresentando hábito arbustivo e podendo atingir o desenvolvimento de pequena árvore. Sua composição é caracterizada por uma ampla variedade de compostos secundários, incluindo flavonoides, alcaloides, terpenos, taninos condensados, açúcares redutores, derivados cinâmicos, saponinas e esteroides (Freitas *et al.*, 2020).

Com base na composição química do extrato de folhas de Marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill), que incluem taninos, flavonoides, saponinas, o extrato dessa planta pode ser considerado um potencial aditivo fitogênico, para modulação do ambiente ruminal. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de diferentes níveis do extrato do Marmeleiro (*Croton blanchetianus*) sobre o consumo de nutrientes e os parâmetros da fermentação ruminal em cabritos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FERMENTAÇÃO RUMINAL

O desenvolvimento dos ruminantes é marcado por mudanças significativas no metabolismo e no sistema digestivo desde o nascimento até o desaleitamento (Becharka *et al.*, 1998). Esse processo se divide em fases distintas, inicialmente, na fase pré-ruminante, os animais se alimentam exclusivamente de leite, sendo a glicose e a proteína as principais fontes energéticas, nesta fase, o abomaso atua como principal órgão digestivo (Dondé, 2021).

Segundo Drackley (2008), com a introdução gradual de alimentos sólidos, como concentrados e volumosos, tem início a fase de transição, caracterizada pelo desenvolvimento morfológico e funcional do rúmen, incluindo a instalação da microbiota fermentativa. Posteriormente, estabelece-se a fase ruminante propriamente dita, que ocorre após o desaleitamento e é marcada pela maturação completa da cavidade ruminal. A fermentação dos alimentos no rúmen promove a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que passam a representar a principal fonte energética para os animais em crescimento (Dondé, 2021). Já a proteína utilizada pelo animal é proveniente tanto da microbiota ruminal quanto da fração que escapa da degradação no rúmen, denominada proteína “by-pass” (Bittar *et al.*, 2016).

O adequado estabelecimento e a funcionalidade do rúmen dependem da presença de uma microbiota diversa e metabolicamente ativa, composta por protozoários, fungos, bactérias e arqueas que vivem em simbiose com o hospedeiro. Sua atividade é essencial para o aproveitamento dos nutrientes (Mizrahi, 2013). Os principais AGCC, acetato, propionato e butirato representam cerca de 60 a 80% da energia metabolizável dos ruminantes (Stradiotti Júnior *et al.*, 2004). Além disso, são produzidos compostos nitrogenados que posteriormente podem ser utilizados para a síntese de proteína microbiana, vitaminas (como K e do complexo B), e gases como o metano e dióxido de carbono oriundo das atividades das arqueas metanogênicas e outras vias fermentativas (Owens e Goetsch, 1993).

Diversos parâmetros podem ser utilizados para avaliar a eficiência e o equilíbrio do ambiente ruminal. Dentre eles, o pH, é utilizado como um indicativo de estabilidade ruminal, embora possa variar de acordo com o tipo de alimento ingerido pelo animal, a sua taxa de degradação e as vias fermentativas empregadas durante o processo (Nagaraja e Titgemeyer, 2006). Outro produto importante é o nitrogênio amoniacal (N-NH₃), cuja presença no rúmen está diretamente correlacionada com a síntese de proteína microbiana (Pengpeng e Tan, 2013). A análise desse parâmetro permite avaliar o equilíbrio entre o a proteína degradada com a concentração de carboidratos fermentáveis, que fornecem energia para os microrganismos.

Segundo Ahvenjärvi *et al.* (2018), mais de 50% do nitrogênio utilizado na síntese de proteína microbiana é oriundo do N-NH₃.

Por fim, durante esse processo ocorre a produção de gases como CO₂ e CH₄, com maior destaque ao último por representar uma grande parcela de perda de energia, variando de 2 e 12% da energia bruta total consumida, além de contribuir para as emissões de gases de efeito estufa (Van Soest, 1994).

2.2 MODULADORES DA FERMENTAÇÃO

O crescimento acelerado da população mundial tem pressionado os sistemas de produção animal a aumentarem a sua eficiência, especialmente diante da crescente demanda por proteína de origem animal, cuja procura deverá dobrar até 2050 (Henchion *et al.*, 2017). Para atender a essa demanda sem comprometer a sustentabilidade dos sistemas produtivos, torna-se essencial adotar estratégias que maximizem o aproveitamento dos nutrientes e melhorem a eficiência alimentar (Rangel *et al.*, 2008).

Apesar de eficiente, a fermentação ruminal apresenta limitações como a perda energética decorrente da produção entérica de metano e a degradação inadequada da proteína (Pinto, 2025). Para mitigar essas perdas, estratégias têm sido desenvolvidas visando modular a fermentação ruminal, favorecendo os processos benéficos e reduzindo efeitos indesejáveis (Silveira *et al.*, 2013). Essa modulação pode ser promovida por meio da formulação de dietas específicas e da utilização de aditivos que alteram a dinâmica microbiana ruminal (Geraci *et al.*, 2012).

A dieta é um dos principais moduladores do ambiente ruminal, pois influencia diretamente a composição da microbiota e os produtos da fermentação. Dietas ricas em concentrado, por exemplo, reduzem o pH ruminal, favorecendo as bactérias aminolíticas que atuam eficientemente em um pH próximo de 5,6 (Antunes *et al.*, 2011). A alta concentração desses carboidratos não fibrosos, geram uma maior produção de propionato, um AGCC que atua como aceptor de hidrogênio limitando a disponibilidade de H₂ no meio para utilização da metanogênese (Haque, 2018).

Por outro lado, dietas ricas em carboidratos fibrosos favorecem a ação das bactérias celulolíticas responsáveis pela produção de acetato e butirato. Essas bactérias exigem um pH mais elevado, entre 6,2 e 6,7, para um melhor desempenho (Van Soest, 1994). A fermentação desses carboidratos contribui significativamente na geração de H₂ e CO₂, que são utilizados pelas bactérias metanogênicas para produção do metano (Kamra, 2005). A metanogênese,

embora biologicamente necessária, representa uma perda de 2% a 12% da energia bruta da dieta e ainda contribui para as emissões de gases de efeito estufa (Johnson; Johnson, 1995).

Os aditivos zootécnicos se destacam por contribuírem para a eficiência nutricional e o desempenho produtivo dos ruminantes, mantendo a sanidade e o bem-estar animal, principalmente em sistemas intensivos (Smeti *et al.*, 2018). Segundo a Instrução Normativa nº 44/2015 do MAPA, aditivos são substâncias, microrganismos ou produtos adicionados intencionalmente à alimentação animal, que não são ingredientes, mas servem para melhorar o desempenho dos animais sadios e as características dos alimentos ou produtos de origem animal (BRASIL, 2015).

Entre os aditivos utilizados, os ionóforos estão entre os mais difundidos. No rúmen, esta substância tem o potencial de promover alterações na comunidade microbiana, selecionando as bactérias gram-negativas que são produtoras de ácido succinato, propiônico e fermentam ácido láctico, inibindo o crescimento dessas bactérias responsáveis pela produção de acetato, butirato, láctico e H₂ (Reis *et al.*, 2006).

Apesar dos resultados positivos, a utilização desses produtos tem sofrido restrições por seu uso indiscriminado, devido aos riscos à saúde pública com a possibilidade de causar resistência à ação terapêutica dos antibióticos para saúde humana e pelos níveis de toxicidade ao animal (Santos, 2016; Jafari *et al.*, 2019). Além disso, o mercado consumidor tem demonstrado estar cada vez mais preocupado com a segurança alimentar dos produtos adquiridos e/ou consumidos. Diante disso, pesquisas vêm sendo executadas avaliando alternativas naturais aos antibióticos, como os aditivos de origem vegetal (Neto *et al.*, 2020).

O uso de extratos vegetais que possuem em sua composição metabólitos secundários, como fenóis e flavonoides, tem se destacado como alternativa natural para melhorar o desempenho animal e a qualidade dos produtos (Ataides, 2015). Quando utilizados adequadamente, esses compostos têm mostrado efeitos positivos na nutrição de bovinos e cordeiros (Salem, 2010; Paniagua *et al.*, 2019; Lobo *et al.*, 2020). Welter (2018), por exemplo, ao avaliar o uso de óleo essencial de orégano e extrato tanífero de acácia negra na alimentação de cordeiros confinados, observou que o extrato de acácia negra reduziu o desempenho produtivo, mas melhorou a qualidade da fração lipídica e o perfil antioxidante da carne (Welter, 2018).

2.3 INFLUÊNCIA DOS FITOQUÍMICOS SOBRE O CONSUMO E PARÂMETROS FERMENTATIVOS

As plantas produzem uma grande diversidade de compostos químicos que desempenham papéis fundamentais na sua evolução e nas interações com o ambiente. Esses compostos, estão classificados em metabólicos primários e secundários (Pacheco; Amorim, 2020). Os primários são aqueles envolvidos nas funções vitais das plantas (crescimento, desenvolvimento e reprodução). Em contrapartida, o secundário é derivado do metabolismo primário, que por sua vez tem o potencial de formar vários compostos orgânicos com grande atividade biológica (Delbone; Lando, 2010). Com isso, desempenhando um papel de proteção vegetal contra insetos e microrganismos, atuar como atrativo a polinizadores por sua cor, odor e sabor (Saraiva, 2018).

A ampla diversidade de MSPs decorre da interação entre planta e o meio ambiente. A concentração dessas substâncias está relacionada a diversos fatores, como a partes da planta (sementes, folhas, ramos, raízes ou cascas), época e local de colheita, índice de chuva, temperatura e as técnicas utilizadas durante a extração dessas substâncias (Gobbo-Neto; Lopes, 2007; Ganguly, 2013). A classificação desses compostos está diretamente ligada a suas estruturas químicas, portanto, dividido em três principais grupos compostos nitrogenados, compostos fenólicos e terpenos (Hussein; El-anssary, 2019).

Os compostos nitrogenados, incluindo alcaloides, glucosinolatos, glicosídeos cianogênicos e aminoácidos não proteicos, apresentam caráter alcalino devido à presença de átomos de nitrogênio (Calabro, 2015; Meneses *et al.*, 2020). Nos ruminantes, além de sua toxicidade, esses compostos reduzem a palatabilidade das forragens, diminuindo a ingestão e a digestibilidade, devido à sua ação antimicrobiana sobre a microbiota ruminal (Oliveira *et al.*, 2007).

Os compostos fenólicos englobam uma ampla diversidade química, incluindo taninos, flavonoides e lignina. Possuem em sua estrutura um anel aromático com uma hidroxila funcional, que contribuem para integridade estrutural da planta, bem como defesa contra herbívoros e patógenos (Kumar *et al.*, 2025). Os taninos são classificados em taninos hidrolisados (TH) e taninos condensados (TC). A diferença entre eles é observada pela estrutura química do composto e pela capacidade da mesma ser hidrolisada ou não. Sua presença nas plantas confere fator limitante nos herbívoros, devido ao sabor adstringente, odor característico e potencial tóxico, promovendo uma redução no consumo dos animais (Lima Junior *et al.*,

2010). No entanto, em níveis controlados, exercem atividades bioativas benéficas, como modulação ruminal, ação antioxidante e efeito antimicrobiano (Vilaça *et al.*, 2025).

No rúmen, os TC formam complexos estáveis com a fibra, o que dificulta a ação das bactérias celulolíticas, promovendo uma menor produção de ácido acético, N-NH₃ e H₂, resultando, portanto, em uma menor digestibilidade da fibra (Dentinho; Bessa, 2016; Broucek, 2018). Esse mecanismo ocorre com as proteínas, que ao formar complexos, essa junção reduz a degradação pelos microrganismos e aumenta a disponibilidade de proteínas para digestão no intestino delgado (Muller-Harvey, 2006).

Estudos reforçam esses efeitos, segundo Oh *et al.* (2017) o uso do extrato de ginkgo reduziu a emissão de metano em 53%, sem alterar a produção total de AGCC. Norris *et al.* (2020), por sua vez, observaram que a inclusão de taninos de quebracho em uma dieta de alta qualidade reduziu a excreção urinária de N e a concentração de N-NH₃, com um aumento linear na concentração total de AGCC.

O consumo pelos animais pode ser afetado pela presença de taninos, de acordo com Brutti (2017), para ruminantes fontes de alimentos com até 6% na matéria seca de TC, tem efeito semelhante aos antibióticos, manipulando o ambiente ruminal, promovendo assim, benefícios à nutrição. Contudo, em níveis mais altos podem afetar o consumo. Vale salientar que a redução pode estar relacionada a diversos fatores, principalmente pela redução da palatabilidade do alimento, tendo em vista a característica de sabor amargo e adstringente provocada pelo tanino devido a sua capacidade de se ligar às proteínas salivares (Naumann *et al.*, 2017).

Os Flavonoides são compostos químicos que possuem grupos hidroxila e anéis aromáticos em sua estrutura molecular (Angelo e Jorge, 2007). No reino vegetal, proporcionam defesa contra microrganismos, insetos e raios UV. Possui ação farmacológica por seu potencial antiviral, antitumoral, anti-inflamatória e antioxidante (Santos e Rodrigues, 2017). Nos ruminantes, podem apresentar efeito sobre a modulação ruminal por seu potencial antibacteriano especialmente sobre as bactérias gram-positiva (Oskoueian *et al.*, 2013; North *et al.*, 2019). Estudo de Sommai *et al.* (2021), avaliando o extrato de folhas de *Alternanthera sissoo* em diferentes concentrações, sobre parâmetros da fermentação ruminal *in vitro*, demonstrou redução na produção de CH₄ e favoreceu a produção de propionato, sem prejuízo à concentração total de AGCC. Além disso, promoveu alteração na microbiota do rúmen por reduzir a população de protozoário. Já Qi *et al.* (2017) relataram que ovinos suplementados com flavonoides extraídos do *Allium mongolicum* obtiveram um aumento no ganho médio diário de peso e no consumo de matéria seca.

As saponinas apresentam propriedades tensoativas ou detergentes devido ao fato de a parte osídica da molécula ser solúvel em água, enquanto a sapogenina é lipossolúvel. Essas características permitem a formação de espuma estável em soluções aquosas, de maneira semelhante aos sabões (Savage, 2003; Yáñez-Ruiz e Belanche, 2020). Podem atuar como moduladores da fermentação no rúmen, pois atuam como agentes defaunantes, ou seja, inibem o crescimento de protozoários. Com isso, há maior produção de proteína microbiana, o que aumenta a quantidade de proteína disponível no intestino (Berchielle, 2006). Medjekal *et al.* (2017), utilizando *Nigella sativa* observaram uma redução de 20% no metano, que foi atribuído ao efeito dos taninos nas bactérias metanogênicas ou por ação das saponinas sobre a população dos protozoários.

2.4 MARMELEIRO (*Croton blanchetianus*)

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, caracterizada por uma vegetação de predominância endêmica, com uma composição vegetal de espécies xerófitas, lenhosas, espinhosas, decíduas e semidecíduas, com domínios de árvores e arbustos extremamente adaptados ao estresse hídrico (Araújo *et al.*, 2007; Mendes *et al.*, 2017). Este bioma ocupa grande parte região do Nordeste do Brasil, abrangendo estados como Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Piauí, além do norte de Minas Gerais (Andrade *et al.*, 2005), sendo inserida em um ambiente de incidência baixa e irregular de chuva, com altas temperaturas e radiação solar e o solo com alto índice salino (Dombroski *et al.*, 2011; Mutti *et al.*, 2019).

Devido a sua grande variedade florística, esse bioma torna-se de grande importância para o fornecimento de alimentação para os rebanhos dessa região (Santos *et al.*, 2011). Dentre as espécies destacam-se as do gênero *Croton*, consideradas a segunda mais abundante dentro da família Euphobiaceae. As plantas desse gênero são conhecidas por sua ampla diversidade de metabólitos secundários, sendo responsáveis por uma grande atividade biológica, como seus efeitos antimicrobiano, anti-inflamatórios e analgésicos (Coy-Barrera *et al.*, 2025). Por essa razão, são amplamente utilizadas na medicina popular. Esses efeitos, estão relacionados aos seus diferentes fitoquímicos, como é o caso dos flavonoides, taninos, alcaloides e terpenoides dentre outros (Okokon e Nwafor, 2010; Díaz *et al.*, 2019).

O *Croton blanchetianus*, popularmente conhecido por “marmeleiro preto”, é uma espécie de arbusto, típica do Nordeste do Brasil. Segundo Freitas *et al.* (2020), o extrato etanólico obtido das folhas dessa espécie apresenta em sua composição quantidades expressivas de alcaloides, açúcares redutores, derivados cinâmico, flavonoides, saponinas, taninos condensados, terpenos

e esteroides. Estudos indicam que as atividades antimicrobiana e antiparasitária do marmeleiro são atribuídas à presença dos compostos fenólicos e terpenos (Aquino *et al.*, 2017; Freitas *et al.*, 2020). Além disso, Rodrigues *et al.*, 2016 avaliando o potencial antioxidante do marmeleiro correlacionaram essa atividade à presença de compostos fenólicos pertencentes a classes dos taninos e flavonoides identificados após a análise fitoquímica.

3. METODOLOGIA

3.1 COMITÊ DE ÉTICA DE USO DE ANIMAIS E ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi conduzido de acordo com os padrões éticos e aprovado pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (Protocolo nº 6977210622).

A pesquisa foi realizada na Unidade de Pesquisa em Pequenos Ruminantes da Estação Experimental de São João do Cariri (EESJC), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), no município de São João do Cariri – PB. A unidade está localizada nas coordenadas 07°23'27" de latitude Sul e 36°31'58" de longitude Oeste, altitude de 458m, e segundo a classificação de Köppen (1936), o clima é caracterizado como semiárido quente. O experimento teve duração de 85 dias, sendo composto pelas fases de aleitamento (70 dias) e pós-aleitamento (15 dias).

3.2 COLHEITAS DE PLANTAS

Para realização do estudo, foram coletados folhas e ramos de marmeleiro (*Croton blanchetianus*) em uma área de Caatinga pertencente à EESJC, durante os horários das 08:00 às 10:00 horas e das 15:00 às 17:00 horas. Imediatamente após a colheita, o material coletado foi transportado ao Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) do CCA/UFPB, onde foi pré-seco em estufa de circulação forçada de ar (± 40 °C) e moído em moinho de faca tipo Willey (Modelo MA 580, Marconi Ltda., Piracicaba, Brasil), usando peneira com crivo de 5 mm para posterior preparação dos extratos e determinação dos compostos secundários.

3.3 PREPARAÇÃO DO EXTRATO

O extrato de marmeleiro (EM) foi preparado no Laboratório de Fitoquímica do Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos (IPEFarM / UFPB – João Pessoa/PB – Brasil), através de maceração exaustiva, durante 72 horas utilizando o etanol como solvente. Após o líquido extrativo ser obtido, este foi concentrado em rotaevaporador modelo R-210, na rotação 3 e a uma temperatura de 45 °C e em seguida armazenado sob refrigeração. Posteriormente foi realizado a triagem fitoquímica (Tabela 1) de acordo com metodologia proposta por Matos (1997) e Souza e Silva (2006), observando-se a presença e/ou ausência dos metabólitos secundários.

Tabela 1. Prospecção fitoquímica do extrato etanólico de *Croton blanchetianus*

Extrato	Classes de constituintes							Sap
	Alcaloides		Est	Taninos		Flavonoides		
	May	Drag		Gel	FeCl	Mag	Fluo	
<i>Croton blanchetianus</i>	-	-	++	+++	++	++	+++	+

May – Mayer; Dra – Dragendorff; Est – Esteroides; Gel – Gelatina à 0,5%; FeCl – Cloreto férrico à 2%; Mag – Fita de Magnésio; Fluo – Fluorescência; Sap – Saponinas.

Presença forte (+++ ou ***), presença média (++ ou **), presença fraca (+ ou *) ausente ou resultado inconclusivo (-).

3.4 QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS

A quantificação dos principais compostos secundários do extrato de marmeleiro foi realizada no LAANA do CCA/UFPB em Areia-PB, Brasil. Foram quantificados os compostos fenólicos totais e taninos totais pelo método Folin-Ciocalteu e taninos condensados pelo método butanol-ácido (Tabela 2).

Tabela 2. Composição fenólica dos extratos etanólicos de *Croton blanchetianus*

<i>Croton blanchetianus</i>	
<i>Composto secundário</i>	
Fenólicos totais ¹	248,22
Taninos totais ²	181,00
Taninos condensados ²	69,61

¹mg ácido gálico/gMS; ²mg ácido tânico/gMS;

3.5 ANIMAIS, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIETAS

Foram utilizados 30 cabritos machos não castrados, mestiços (Saanen x Alpina Americano), com sete dias de idade e peso corporal (PC) médio de $3,7 \pm 0,3$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram formados a partir da inclusão de doses do extrato de marmeleiro (*Croton blanchetianus*), da seguinte forma: Tratamento 1 - dieta padrão sem EM; Tratamento 2 - dieta padrão + 15 mg de EM/kg de PC; Tratamento 3 - dieta padrão + 30 mg de EM/kg de PC.

Durante a fase de aleitamento (1° ao 70° dia experimental), os cabritos foram aleitados com 1.000 mL de leite de cabra/animal/dia e foram alimentados inicialmente com uma dieta padrão contendo relação volumoso/concentrado de 15:85 (13° ao 39° dia experimental). A partir do 40° dia, a relação foi ajustada para 30:70, conforme descrito na Tabela 3. Na fase inicial da recria (71° ao 85° dia experimental), manteve-se a dieta com relação volumoso:concentrado de 30:70. As rações foram formuladas para permitir ganhos de 150g/animal/dia de acordo com as recomendações do NRC (2007).

O EM foi fornecido diariamente em cápsulas de gelatina durante o aleitamento da tarde, utilizando um aplicador oral. Os animais não suplementados com o EM receberam cápsulas vazias, para retirar o efeito do manejo. Foram realizadas pesagens semanais dos animais em jejum durante todo o período experimental para ajuste das doses do extrato. Cada animal foi alojado em gaiolas individuais, dispostas em galpão aberto, com acesso a bebedouros e comedouros individuais, com fornecimento de dieta na forma de mistura completa e água *ad libitum*.

3.6 ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICA

As análises químicas das amostras de ingredientes foram realizadas no LAANA do CCA/UFPB. Para isso, as amostras foram pré-secas a 55 °C por 72 h, em estufa de circulação de ar forçado e moídas em moinho de faca, com peneiras de crivo de 1 mm e analisadas de acordo com a Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2019). Foram analisados a MS (método 934.01), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB, método 954.01), extrato etéreo (EE; método 920.39). A Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) foram determinadas de acordo com metodologia proposta por Van Soest *et al.* (1991), utilizando o analisador de fibra da ANKOM (ANKOM²⁰⁰ Fibre Analyzer - ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA). Os carboidratos totais (CHOt) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados segundo as equações propostas por Sniffen *et al.* (1992) e Van Soest *et al.* (1991).

A composição físico-química do leite de cabra foi determinada a partir dos seguintes métodos: teores de proteína pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2003), lipídeos (método de Goldfish (IAL, 2008)), e lactose (soluções de Fehling (IAL, 2008)). Os sólidos totais foram obtidos após amostra permanecer por 24 horas em estufa de 105 °C. A proporção e composição química da ração experimental pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3. Proporção dos ingredientes (% MS) presentes nas dietas adotadas durante o experimento.

Ingredientes	Dieta Sólida (g/kg)	
	15:85	30:70
Feno de Tifton	150,0	300,0
Farelo de Soja	260,0	210,0
Milho Moído	512,0	430,0
Melaço	30,0	20,0
Óleo de Soja	30,0	10,0
Suplemento Mineral ¹	10,0	20,0
Calcário Calcítico	8,0	1,0
	Composição química (g/kg)	
Matéria Seca	869,1	872,3
Matéria Mineral	54,8	72,7
Proteína Bruta	196,4	173,5
Extrato Etéreo	61,0	38,2
Fibra em Detergente Neutro	234,6	333,6
Carboidratos Não Fibrosos	452,7	381,3
Carboidratos Totais	687,4	714,0

¹Suplemento vitamínico mineral (nutriente/kg de suplemento): vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30 mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em Ácido Cítrico a 2 % (min.).

3.7 DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DOS NUTRIENTES

A alimentação foi oferecida *ad libitum* duas vezes ao dia, sendo 60% fornecida às 8 horas e 40% às 16 horas. Para determinar o consumo voluntário, as sobras foram coletadas e pesadas diariamente. O consumo de matéria seca (CMS) foi então calculado pela diferença entre a quantidade de ração oferecida e a quantidade de sobra de cada animal. A quantidade de ração fornecida foi ajustada com base na ingestão voluntária do animal, levando em consideração uma estimativa de sobra de aproximadamente 10%.

Amostras de ingredientes e sobras foram coletadas durante o período experimental, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -18 °C para posteriores análises químicas.

3.8 DETERMINAÇÃO DOS PARAMETROS RUMINAIS

A coleta do conteúdo ruminal foi realizada manualmente após o abate e a evisceração, com amostras retiradas em três locais distintos. A digesta foi filtrada utilizando-se gaze e o líquido resultante foi homogeneizado antes da medição do pH, feita com um potenciômetro digital (PHTEK). Após a medição do pH, foram retiradas duas alíquotas de 50 mL do líquido ruminal e armazenadas a -18 °C em frascos separados. Uma das alíquotas foi acidificada com

1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para análise subsequente de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), enquanto a outra foi destinada à análise de AGCC. Para determinação da concentração de NAR, as amostras foram descongeladas e, em seguida, misturadas à solução de ácido tricloroacético (TCA) a 10% (p/v) na proporção de 10:1 (v/v), ou seja, foi adicionado 1 mL de TCA para cada 10 mL de líquido ruminal. As amostras foram centrifugadas a 1000 x g por 10 minutos e submetidas à destilação, conforme descrito por Detmann *et al.* (2012) (método INCT-CA N-007/1). Para análise dos AGCC, as amostras contendo ácido metafosfórico foram descongeladas à temperatura ambiente e centrifugadas a 13.000 rpm por 20 minutos em uma centrífuga refrigerada para obter o sobrenadante. O sobrenadante foi então pipetado e armazenado em tubos Eppendorf para análise posterior. As amostras foram analisadas em um Cromatógrafo a gás (JAN Scientific).

3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do pacote estatístico SAS 9.2 software (SAS Institute Inc., Cary, N. C. USA) utilizando o procedimento GLIMMIX. A normalidade dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro–Wilk. A comparação entre médias foi realizada pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de significância de 0,05 (erro tipo I). O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = valor observado para variável em estudo referente ao tratamento i na repetição j ; μ = Média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo; T_i = Efeito do tratamento i ; E_{ij} = Erro aleatório.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão de extrato de marmeleiro, nos níveis de 15 e 30 mg/kg de PC, não promoveu efeitos ($P > 0,05$) sobre o consumo de MS, com média de 314,57g/dia, nem sobre o consumo de MS relativo ao peso corporal (25,33g/kg PC). Da mesma forma, não foram observadas diferenças significativas para os demais componentes nutricionais avaliados, incluindo proteína bruta (57,59 g/dia), extrato etéreo (12,69 g/dia), fibra em detergente neutro (94,51 g/dia), carboidratos não fibrosos (126,12) e carboidratos totais (220,63 g/dia), conforme apresentado na Tabela 4

Tabela 4. Consumo médio diário de matéria seca e dos nutrientes da ração de cabritos suplementados com níveis de extrato de *Croton blanchetianus* – 2 fase (40° ao 70° dia experimental).

Variáveis (g/dia)	Níveis de extrato mg/kg PC			CV%	EPM	P-valor
	0	15	30			
Matéria Seca	327,19	301,32	315,20	19,12	25,693	0,611
Matéria Seca, g/kg PC	25,96	24,40	25,63	10,28	1,233	0,428
Matéria Orgânica	302,77	278,93	291,90	19,18	23,899	0,616
Extrato Etéreo	13,12	12,17	12,80	19,26	0,978	0,624
Proteína Bruta	59,95	55,10	57,73	18,26	4,471	0,567
Fibra em Detergente Neutro	97,48	89,49	96,57	21,31	9,009	0,632
Carboidratos Não Fibrosos	131,94	121,90	124,52	18,84	9,63	0,569
Carboidratos Totais	229,42	211,38	221,09	19,49	18,511	0,630

CV%= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; ($P < 0,05$).

Durante essa fase, os cabritos consumiram também 101 g de MS proveniente do leite, correspondendo a 3,04 g de PB e 2,77 g de EE. A fase de cria dos animais é considerada o período de maior perspectiva de crescimento. Nessa etapa, o conhecimento do consumo alimentar é fundamental, por estar diretamente relacionado ao desempenho dos animais e por representar um dos principais parâmetros a serem considerados na formulação de dietas (Yanamoto *et al.*, 2007; Moreno *et al.*, 2010).

Comparativamente, os valores obtidos para o CMS e dos principais nutrientes da dieta (PB, FDN, CNF e CT) foram superiores aos descritos por Lopes (2024), que avaliou a suplementação com extrato de catingueira (*Cenostigma pyramidale*) em cabritos mestiços (Saanen × Alpina americano) ainda em fase de aleitamento. Naquele estudo, os valores médios registrados foram de 221,9 g para a MS, 41,14 g de PB, 50,4 g de FDN, 97,5 g de CNF e 152,8 g de CT.

Essa diferença pode ser atribuída a diversos fatores que influenciam esse consumo, incluindo características dos animais como o sexo, idade, peso, além de aspectos nutricionais e

ambientais (Suarez, 2014). No presente estudo, os animais foram avaliados por um período mais prolongado e tiveram maior tempo de acesso à dieta sólida, o que pode ter favorecido um maior consumo de nutrientes. Ao avaliar os efeitos da frequência de aleitamento em cabritos em crescimento, Silva Júnior (2022) observou um CMS de 463,3 g/dia até o período pré-desmame, aos 75 dias de idade. Esse valor é semelhante ao observado no presente estudo, em que os animais apresentaram consumo médio de 413,5 g/dia até o 70º dia experimental. Segundo Berchielli *et al.* (2006), o aumento na ingestão de matéria seca com o avanço da idade dos animais está relacionado, principalmente, à elevação das exigências energéticas e proteicas necessárias para o seu desenvolvimento, além da transição fisiológica do estágio de pré-ruminante para ruminante.

Observa-se que a inclusão do extrato (*Croton blanchetianus*), nos níveis de 15 e 30 mg/kg PC, não promoveu efeitos ($P=0,400$) sobre o CMS (590,93 g/dia), no início da fase de recria (71º ao 85º dia experimental). Da mesma forma, não foram observadas diferenças ($p>0,005$) no consumo de matéria orgânica (547,25 g/dia), EE (23,54 g/dia), PB (106,74 g/dia), CT (416,48 g/dia) e CNF (230,09 g/dia), conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Consumo médio diário de matéria seca e dos nutrientes da dieta de cabritos suplementados com níveis de extrato de *Croton blanchetianus* no início da recria (71º ao 85º dia experimental).

Variáveis (g/dia)	Níveis de extrato mg/kg PC			CV%	EPM	P-valor
	0	15	30			
Matéria Seca	628,45	546,74	597,60	24,44	59,179	0,400
Matéria Seca, g/kg PC	38,04	33,60	36,71	16,85	2,836	0,302
Matéria Orgânica	581,81	506,27	553,69	24,48	54,948	0,402
Extrato Etéreo	24,97	21,86	23,81	24,29	2,210	0,385
Proteína Bruta	114,18	98,86	107,19	23,49	10,004	0,334
Fibra em Detergente Neutro	191,34	166,92	188,90	26,21	20,850	0,453
Carboidratos Não Fibrosos	250,80	218,17	233,30	24,00	22,084	0,359
Carboidratos Totais	442,14	385,09	422,21	24,79	42,787	0,420

CV%= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; ($P < 0,05$).

O desaleitamento constitui uma fase crucial no desenvolvimento dos cabritos, pois marca a transição da alimentação líquida para a sólida. Quando realizado de forma abrupta, sem redução gradual do volume da dieta líquida, pode provocar redução do consumo de ração pelos animais, comprometendo as taxas de crescimento após esse período (Nielsen *et al.*, 2008; Benetton *et al.*, 2019). No presente estudo, observou-se que, o desaleitamento com redução progressiva da oferta de leite durante dois dias, foi eficiente, pois os cabritos aumentaram o CMS da ração durante a fase de aleitamento e início da recria (Tabela 4 e 5).

Silva (2022), avaliando o desempenho e as características de carcaça de cabritos de origem leiteira submetidos a diferentes estratégias de aleitamento relatou uma média no CMS

de 184,72 g/dia, valor inferior ao presente estudo. Além disso, Silva Júnior (2022), identificou que o CMS variou de 730g a 770 g/dia quando os animais estavam na recria, desaleitados aos 91 dias. Os cabritos até 85 dias de idade apresentaram ingestão média diária de 590,93 g de MS, resultado próximo àquele estabelecido pelo NRC (2007), de 570 g/dia de MS para 15 kg de peso corporal. Além disso, o consumo da ração na forma de mistura completa proporcionou uma ingestão de PB de 106,7 g/animal/dia, valor suficiente para atender às exigências de manutenção dos cabritos com peso corporal de 15 kg, uma vez que o NRC (2007) recomenda um consumo de 95 g/animal/dia.

Portanto, isso sugere que o manejo adotado favoreceu a adaptação dos animais à dieta sólida, contribuindo para um desaleitamento gradual e eficiente, sem prejuízos ao desempenho alimentar. Segundo Carneiro (2015), à medida que o animal se desenvolve, suas exigências de manutenção e ganho de peso aumentam, o que leva a uma maior ingestão de alimento sólido, como forma de suprir os nutrientes que não são mais plenamente fornecidos pela dieta líquida.

A inclusão do extrato de marmeleiro (*Croton blanchetianus*) não resultou em diferença significativas ($P= 0,639$) para o pH, que apresentou valor médio de 6,63. Contudo, a inclusão do extrato afetou significativamente a concentração de nitrogênio amoniacal (NH_3) ($P = 0,009$). A concentração total de AGCC, por sua vez, também não foi alterada ($P= 0,218$). Já os níveis individuais, como o butirato apresentou tendencia ($P = 0,098$), enquanto o isovalérico apresentou diferença significativa ($P = 0,041$), as concentrações de acetato e propionato não foram afetadas ($P > 0,05$), mas a relação acetato:propionato aumentou significativamente ($P = 0,006$), conforme apresentado na tabela 6.

Tabela 6. Potencial hidrogeniônico, nitrogênio amoniacal, concentração e proporção molar de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) de líquido ruminal de cabritos suplementados com níveis de extrato de *Croton blanchetianus*.

Variáveis	Níveis de extrato mg/kg PC			CV%	EPM	P-valor
	0	15	30			
pH	6,74	6,59	6,57	5,44	0,198	0,639
NH_3 (mg/dL)	18,64b	26,52a	22,84ab	22,86	2,252	0,009
mmol/L						
Acetato	14,28	17,25	16,17	20,12	1,658	0,221
Propionato	2,42	2,31	2,04	27,78	0,341	0,531
Butirato	1,27	1,53	1,73	26,92	0,201	0,098
Isovalérico	0,83B	1,13A	1,15A	26,67	0,130	0,041
Acetato:Propionato	5,65B	8,09A	8,45A	26,44	0,836	0,006
Total	19,41	23,56	21,87	20,45	2,288	0,218

CV% = coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; Médias com letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

A fermentação ruminal é o resultado de atividades físicas e microbiológicas que transformam os componentes da dieta em produtos úteis ao animal, sendo influenciado por diversos fatores, tanto químicos quanto fisiológicos (Sousa, 2015). O pH ruminal é um fator essencial para a função normal e estável do rúmen, devido ao seu impacto significativo nas populações microbianas e nos produtos de fermentação (Nagaraja; Titgemeyer, 2007). Esses resultados estão de acordo com a literatura, haja vista que segundo Van Soest (1994), é necessário um pH ruminal acima de 6,2; valores inferiores a este dificultam a taxa de digestão e aumentam o tempo de colonização para degradação da parede celular.

A concentração de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) apresentou diferença ($P = 0,022$), com aumento nos tratamentos com 15 mg/kg PV (26,52 mg/dL) e 30 mg/kg PV (22,84 mg/dL), em comparação ao controle (18,64 mg/dL). De acordo com Wanapat *et al.* (2015), a concentração ideal de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) para o adequado crescimento microbiano durante a digestão ruminal varia de 15 a 30 mg/dL. Concentrações de NNH_3 inferior aos limites de 5 mg $\text{N-NH}_3/\text{dL}$ (Satter; Slyter, 1974) e 13 mg $\text{N-NH}_3/\text{dL}$ (Van Soest, 1994), podem afetar a disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos, comprometendo a degradação da fibra. Sendo assim, as concentrações encontradas foram compatíveis com as exigências para o crescimento ótimo da microbiota ruminal.

O acetato, propionato e butirato são os principais AGCC resultantes da fermentação microbiana no rúmen, representando cerca de 60% da energia metabolizável utilizada pelos ruminantes (Dhanasekaran *et al.*, 2020). No acetato, observa-se que não houve diferença ($P = 0,221$) nas concentrações dos três níveis de inclusão do extrato, com valor médio de 17,03 mmol/L. Entretanto, o tratamento T3 apresentou concentração superior (20,41 mmol/L). Em corroboração ao presente trabalho, ensaios realizados por Preez *et al.* (2023), verificaram que os animais suplementados com extrato de Neem apresentaram maior proporção de ácido acético ($P < 0,02$), quando comparados aos dos grupos controle, monensina e extrato de Moringa. A proporção de acetato observada neste estudo indica a possível presença aumentada de microrganismos ruminais, como *Ruminococcus sp.*, cuja principal via fermentativa resulta na produção de acetato (Muetzel; Hoffmann; Becker, 2003; Russell, 2002).

Propionato é o único AGCC que pode ser convertido à glicose, a qual, então, pode ser utilizada como fonte de energia pelos ruminantes (Oliveira, 2018). Os níveis de extrato de marmeleiro não promoveram efeito sobre esse índice, apresentando valor médio de 2,25 mmol/L. Esse valor foi semelhante ao relatado por Lopes (2024), avaliando cabritos leiteiros suplementados com extrato de catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.)), a qual apresentou

média de 2,14 mmol/L. Além disso, Kim *et al.* (2023), em ensaio *in vitro* com inóculo de novilhos Holandeses, observaram efeito significativo da inclusão de saponina triterpênica proveniente de *Aloe saponaria* sobre a produção de AGCC, com aumento na concentração de acetato e redução do propionato, comportamento semelhante ao observado no presente estudo. Conseqüentemente, esses resultados contribuiram para o aumento da relação acetato:propionato.

Além de servir como substrato energético, o butirato é um importante estimulador e regulador do crescimento e da função do epitélio ruminal (Penner *et al.*, 2011). Observou-se uma tendência ($P = 0,098$) de aumento na concentração de butirato com a elevação dos níveis de extrato de *Croton blanchetianus*. Resultados similares foram observados em bezerros suplementados com flavonoides de folha de amoreira, Kong *et al.* (2019) relataram que a fração molar de butirato no rúmen aumentou significativamente nos grupos com flavonoides, passando de 9,45% no controle para até 11,78% nos animais suplementados com flavonoides em combinação com *Candida tropicalis*.

Conforme, Nicola *et al.* (2023), verificaram que a suplementação com butirato em bezerros recém-nascidos promoveu aumento no número e tamanho das papilas ruminais, além de favorecer o desenvolvimento das criptas do epitélio intestinal. Dessa forma, o aumento na produção de butirato observado no presente estudo pode indicar efeitos benéficos sobre o desenvolvimento ruminal, possivelmente mediado pelos metabólitos secundários presentes no extrato vegetal.

Alem disso, observou-se um aumento significativo ($P = 0,041$) na concentração de isovalérico com a elevação dos níveis de extrato de *Croton blanchetianus*. A menor concentração foi observada no grupo controle (0,83 mmol/L), enquanto os grupos suplementados com 15 e 30 mg/kg de peso corporal apresentaram valores de 1,13 e 1,15 mmol/L, respectivamente. Em comparação ao estudo realizado por Lopes (2024), avaliando a suplementação de cabritos de origem leiteira com extrato de catingueira, as concentrações de isovalérico apresentou uma variação de 0,92 a 1,03 entre os tratamentos, sem diferença significativa ($P = 0,770$). Essas variações para isovalérico possivelmente estão relacionadas ao aumento da degradação de proteína bruta no rúmen favorecida pela inclusão dos tratamentos com EM, conforme observado por Berchielli *et al.* (2006) e Kozloski (2011), os ácidos graxos de cadeia ramificada produzidos no rúmen têm origem na fermentação microbiana de carboidratos e proteínas, sendo formados, principalmente, a partir da degradação de aminoácidos de cadeia ramificada, como valina, leucina e isoleucina.

No rúmen, bactérias gram-positivas normalmente atuam como produtoras de acetato e butirato, enquanto bactérias gram-negativas estão geralmente associadas à produção de propionato (Stewart, 1991). A proporção de acetato:propionato apresentou diferença estatística ($P = 0,006$). Resultado semelhante ao de Kang *et al.* (2016) que observaram uma elevação na proporção de acetato e diminuição na proporção molar de propionato, repercutindo numa maior relação C2:C3 após 24 h de incubação com a inclusão de níveis crescentes de 0,0; 0,01; 0,06; 0,30 e 0,60 mg/mL de saponinas de *Momordica charantia*. O aumento na razão acetato:propionato (C2:C3) é o reflexo do aumento no ácido acético e uma leve redução nas concentrações de ácido propiônico, esses resultados sugerem, portanto, que nas concentrações avaliadas em nosso estudo, as bactérias gram-positivas tiveram o desenvolvimento estimulado pelos compostos bioativos presente no EM.

Vale ressaltar que uma maior relação acetato:propionato está frequentemente associada a uma maior produção de metano no rúmen, devido à maior disponibilidade de hidrogênio durante a fermentação (Benchaar *et al.*, 2014). A produção de acetato e butirato por microrganismos ruminais resulta na formação de H_2 e CO_2 como subprodutos. Esses gases são posteriormente utilizados por bactérias metanogênicas para a síntese de ATP, via formação de metano no rúmen (Nussio *et al.*, 2006; Kozloski, 2009).

5. CONCLUSÃO

A suplementação de extrato de Marmeleiro (*Croton blanchetianus*), até 30 mg/kg peso corporal na dieta de cabritos não altera o consumo de matéria seca e nutrientes. Entretanto, modifica o padrão de fermentação ruminal, aumentando as concentrações de nitrogênio amoniacal, isovalérico e relação acetato:propionato.

REFERÊNCIAS

- AHVENJÄRVI, S. *et al.* Ruminant metabolism of grass silage soluble nitrogen fractions. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.279-294, 2018.
- ANDRADE, L.A. *et al.* Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.253-262, 2005.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.66, p.1-9, 2007.
- ANTUNES, R.C. *et al.* **Metabolismo dos carboidratos não estruturais**. In: BERCHIELLI, Telma, T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de Ruminantes. Ed Jaboticabal, Funep, 2011, p.239-260, 616 p
- AQUINO, V.V.F. *et al.* Metabólitos secundários e ação antioxidante de *Croton heliotripifolius* e *Croton blanchetianus*. **Acta Brasiliensis**, v.1, n.3, p.28-31, 2017.
- ARAÚJO, E.L. *et al.* Dynamics of Brazilian Caatinga: a review concerning the plants, environment and people. **Functional Ecology and Community**, v.1, p.15-28, 2007.
- ATAIDES, A.C.C. **Caracterização fitoquímica de extratos vegetais e utilização em produção animal**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2015.
- BEHARKA, A.A. *et al.* Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.7, p.1946-1955, 1998.
- BELANCHE, A. *et al.* A Meta-analysis Describing the Effects of the Essential oils Blend Agolin Ruminant on Performance, Rumen Fermentation and Methane Emissions in Dairy Cows. **Animals**, v.10, p.1-15, 2020.
- BENCHAAR, C. *et al.* Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.87, n.3, p.413-419, 2007.
- BENETTON, J.B. *et al.* Automatic weaning based on individual solid feed intake: Effects on behavior and performance of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.102, n.6, p.5475-5491, 2019.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. v.2.
- BITTAR, C.M.M.; FERREIRA, L.S. Qualidade e composição de alimentos para o desenvolvimento ruminal de bezerras leiteiras. **NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE**, 2016.
- BODAS, R. *et al.* Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, v.176, n.1-4, p.78-93, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 44, de 15 de dezembro de 2015. Altera a Instrução Normativa n. 13, de 2004, e as Instruções Normativas n. 15 e 30, de 2009, e n. 29, de 2010. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, p. 7, 16 dez. 2015.

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

BRUTTI, D.D. **Taninos na fermentação ruminal in vitro do capim Marandu adubado ou não com nitrogênio.** Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. p.57, 2017.

CALABRÒ, S. Plant secondary metabolites. In: *Rumen Microbiology: From evolution to revolution.* Springer, New Delhi, p.153-159, 2015.

CARNEIRO, J. C. Comportamento alimentar e social de bezerras leiteiras F1 Holandês x Gir durante a fase de aleitamento e desaleitamento. **Dissertação (Mestrado em Produção Animal)** – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2015.

CHALUPA, W. Manipulating Rumen Fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 45, p.585-599, 1977.

COY-BARRERA, C. A. *et al.* The croton genera (Euphorbiaceae) and its richness in chemical constituents with potential range of applications. **Phytomedicine Plus**, p. 100746, 2025.

DELBONE, C.A.C.; LANDO, R.L. **Importância ecológica e evolutiva dos principais grupos de metabólitos secundários nas espécies vegetais.** Congresso de Educação do Norte Pioneiro. 10ª edição. UENP-CCNE-CLA-Campus Jacarezinho. 2010. ISSN-1808-3579.
DENTINHO, M.; BESSA, R. (2016). Efeito da fonte de taninos e do pH na estabilidade dos complexos taninos-proteína e taninos-fibra. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, p. 114-121

DETMANN, E. *et al.* **Métodos para análise de alimentos.** Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p. 214, 2012.

DHANASEKARAN, D. K. *et al.* Plants extract and bioactive compounds on rumen methanogenesis. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 4, p. 1541–1553, 2020.

DÍAZ, J. G. *et al.* Antimicrobial activity of leaf extracts and isolated constituents of *Croton linearis*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 236, p. 250-257, 2019.

DOMBROSKI, J. L. *et al.* Water relations of Caatinga trees in the dry season. **South African Journal of Botany**, v. 77, n. 2, p. 430–434, 2011.

DONDÉ, S. C.. **Avaliação da inclusão de silagem de milho grão reconstituído no concentrado inicial de bezerros leiteiros em aleitamento.** 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DRACKLEY, J. K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary clinics of North America: Food animal practice**, v. 24, n. 1, p. 55-86, 2008.

FREITAS, A. F. S. *et al.* Toxicity assessment and antinociceptive activity of an ethanolic extract from *Croton blanchetianus* (Euphorbiaceae) leaves. **South African Journal of Botany**, v.133, p.30-39, 2020.

GANGULY, S. Natural products derived from herbs and plants as growth-promoting nutritional supplements for birds: a review. **Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation**, v.2, 12-23, 2013.

HALL, M.B.; MERTENS, D.R. A 100-Year Review: Carbohydrates Characterization, digestion, and utilization. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.12, p.10078–10093, 2017.

HAQUE, Md Najmul. Dietary manipulation: a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants. **Journal of Animal Science and Technology**, v.60, p.1-10, 2018.

HASSAN, A.A. *et al.* Influence of dietary probiotic inclusion on growth performance, nutrient utilization, ruminal fermentation activities and methane production in growing lambs. **Animal Biotechnology**, 2019.

HENCHION, Maeve *et al.* Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. **Foods**, v. 6, n. 7, p. 53, 2017.

HUSSEIN, Rehab A.; EL-ANSSARY, Amira A. Plants secondary metabolites: the key drivers of the pharmacological actions of medicinal plants. **Herbal medicine**, v. 1, n. 3, p. 11-30, 2019.

JAFARI, S. *et al.* Manipulation of rumen fermentation and methane gas production by plant secondary metabolites (saponin, tannin and essential oil): a review of ten-year studies. **Annals of Animal Science**, v.19, n.1, p.3-29, 2019.

JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. (1995) Methane Emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2483-2492.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª edição. Ed. UFSM (Santa Maria, RS), 2011.

KUMAR, Punet *et al.* Plant secondary metabolites in defense against phytopathogens: Mechanisms, biosynthesis, and applications. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, p. 102639, 2025.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasileira**, v. 4, n. 3, p. 132-143, 2010.

LOBO, Richard R. *et al.* Inclusion of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract in the diet of growing lambs: effects on blood parameters, animal performance, and carcass traits. **Animals**, v. 10, n. 6, p. 961, 2020.

LOPES, A. S. M. Extrato de catingueira (*Cenostigma pyramidale*) na dieta de cabritos leiteiros. 2024. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade Federal da Paraíba; Universidade Federal do Ceará, Areia, 2024.

- MEDJEKAL, S. BODAS, R. BOUSSEBOUA, H. et al. Evolution of three medicinal plants for methane production potential, fiber digestion and rumen fermentation in vitro. **Energy Procedia**, v.119, p.632-641, 2017
- MENDES, K. R. *et al.* *Croton blanchetianus* modulates its morphophysiological responses to tolerate drought in a tropical dry forest. **Functional Plant Biology**, v. 44, n. 10, p. 1039–1051, 2017
- MENEZES, S. L. M. *et al.* **Plantas e metabólitos secundários: uma proposta para o ensino de química orgânica**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- MIZRAHI, Itzhak. Rumen symbioses. In: **The prokaryotes: Prokaryotic biology and symbiotic associations**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. p. 533-544.
- MORENO, G.M.B. *et al.* Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.853-860, 2010.
- MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.2010-2037, 2006.
- MUETZEL, S.; HOFFMANN, E. M.; BECKER, K. Supplementation of barley straw with *Sesbania pachycarpa* leaves *in vitro*: effects on fermentation variables and rumen microbial population structure quantified by ribosomal RNA-targeted probes. **British Journal of Nutrition**, v. 89, p. 445–453, 2003.
- MUTTI, P. R. *et al.* Basin scale rainfall-evapotranspiration dynamics in a tropical semiarid environment during dry and wet years. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 75, p. 29–43, 2019.
- NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of dairy science**, v. 90, p. E17-E38, 2007.
- NAUMANN, Harley D. *et al.* The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 929-949, 2017.
- NETO, R.F. *et al.* Probióticos fúngicos na dieta de alto grão para ruminantes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53562-53584, 2020.
- NICOLA, M. S. *et al.* Butyrate supplementation in the liquid diet of dairy calves leads to a rapid recovery from diarrhea and reduces its occurrence and relapses in the preweaning period. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 11, p. 7908-7923, 2023.
- NIELSEN, P. P. *et al.* The effects of teat bar design and weaning method on behavior, intake, and gain of dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 6, p. 2423-2432, 2008.

NORRIS, A. B. *et al.* Inclusion of Quebracho tannin extract in a high-roughage cattle diet alters digestibility, nitrogen balance, and energy partitioning. **Journal of Animal Science**, 13(13), 7410. 2020

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). *Nutrição de ruminantes*. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

OH, S. *et al.* Ginkgo fruit extract as an additive to modify rumen microbiota and fermentation and to mitigate methane production. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.3, p.1923-1934, 2017.

Okokon, J.E., Nwafor, P.A., 2010. Antiinflammatory, analgesic and antipyretic activities of ethanolic root extract of *Croton zambesicus*. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences** 23, 385–392.

OLIVEIRA, A. R. A. Alcaloides piperidínicos de algaroba como aditivo nutricional para caprinos. 2018. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2018.

OLIVEIRA, J.S. *et al.* Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 3, n. 2, p. 1-13, 2007.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. (ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. 1. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. p. 145–171.

PACHECO B. L.; AMORIM, V. A. **METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DE PLANTAS SECONDARY PLANT METABOLITES** *Revista Agrotecnologia, Ipameri*, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.

PANIAGUA, M. *et al.* *Citrus aurantium* flavonoid extract improves concentrate efficiency, animal behavior, and reduces rumen inflammation of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 258, p. 114304, 2019.

PATIL, P. V. *et al.* Dry matter intake and growth performance in Osmanabadi goat kids maintained on DHN6 grass, Dashrath grass and Jowar straw. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 8, n. 3, p. 1857-58, 2020.

PENGPENG, W., TAN, Z. Ammonia Assimilation in Rumen Bacteria: A Review. **Animal Biotechnology**, v.24, n.2, p.107-128, 2013.

PENNER, G. B. *et al.* Ruminant Nutrition Symposium: Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p. 1108-1119, 2011.

PINTO, L. C. **Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos de corte recriados em pastagem temperada com níveis de suplementação energética**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

- PREEZ, D. A. D. *et al.* The Effect of Monensin vs. Neem, and Moringa Extracts on Nutrient Digestibility, Growth Performance, Methane, and Blood Profile of Merino Lambs. **Animals**, v. 13, n. 22, p. 3514, 2023.
- QI, C. *et al.* Effects of flavonoids from *Allium mongolicum* Regel on growth performance and growth-related hormones in meat sheep. *Animal Nutrition*, v. 3, n. 1, p. 33-38, 2017.
- RANGEL, A.H.N. *et al.* Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e ciências da terra**, v.8, n.2, 2008.
- REIS, R. A. *et al.* Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**. 2006. p. 1-40.S
- RODRIGUES, O. G. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante dos extratos botânicos de Croton Heliotripiifolius Kunth. e Croton blanchetianus Baill. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 12, n. 3, p. 237-241, 2016.
- RUSSELL, J. B. **Rumen Microbiology and Its Role in Ruminant Nutrition**. Ithaca, NY: Department of Microbiology Cornell University, 2002.
- SÁ-FILHO, G. F. *et al.* Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, society and development**, v. 10, n. 13, p. 1-15, 2021.
- SANTOS P.M. *et al.* Mudanças climáticas globais e a pecuária: cenários futuros para o Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física** 4, 1176-96.
- SANTOS, R. L. C. **Avaliação da monensina, da virginiamicina e do óleo funcional na suplementação da dieta de bovinos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.2016.
- SARAIVA, A. M.*et al.* Estudo etnobotânico e da atividade antimicrobiana de plantas utilizadas na medicina popular em Cajazeiras–PB. **Journal of Biology e Pharmacy and Agricultural Management**, v.14, n.2, 2018.
- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British journal of nutrition**, v. 32, n. 2, p. 199-208, 1974.
- SAVAGE, G.P. **Saponins**. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P.; TOLDRÁ, F. Encyclopedia of Food and Health. Academic Press, 2003.
- SILVA JÚNIOR, R. G. Frequência de aleitamento de cabritos em crescimento: desempenho, estimativa da composição corporal, rendimentos dos cortes e perfil metabólico. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2022.
- SILVA, G. S. **Efeito do extrato da malva branca (Sida galheirensis Ulbr) sobre a cinética de produção de gás in vitro**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.

SILVEIRA, A. M. *et al.* **Efeito de ácidos orgânicos ou monensina sódica sobre a fermentação ruminal.** 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.

SMETI, S. *et al.* Effects of dose and administration form of rosemary essential oils on meat quality and fatty acid profile of lamb. **Small Ruminant Research**, v.158, p.62-68, 2018.

SOMMAI, S. *et al.* In vitro fermentation characteristics and methane mitigation responded to flavonoid extract levels from *Alternanthera sissoo* and dietary ratios. **Fermentation**, v. 7, n. 3, p. 109, 2021.

SOUSA, F. A. Desempenho de cabritos alimentados com variedades de palma forrageira resistente à cochonilha-do-carmim. 2015. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

SOUSA, F. A. **Desempenho de cabritos alimentados com variedades de palma forrageira resistente à cochonilha-do-carmim.** 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

STEWART, C. S. The rumen bacteria. In: JOUANY, J. P. (Ed.). Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. Paris: INRA Editions, 1991. p. 15–26.

STRADIOTTI JÚNIOR, D. *et al.* Ação do extrato de própolis sobre a fermentação in vitro de diferentes alimentos pela técnica de produção de gases; *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.4, p.1093-1099, 2004.

SUAREZ, S. L. B. Fatores envolvidos no consumo de matéria seca. 2014. 61 f. **Dissertação (Mestrado Profissional em Zootecnia)** – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

VAN SOEST, Peter J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Cornell university press, 1994.

WANAPAT, Metha *et al.* Dietary sources and their effects on animal production and environmental sustainability. **Animal nutrition**, v. 1, n. 3, p. 96-103, 2015.

WELTER, K. C. **Extratos de plantas como aditivos naturais na dieta de cordeiros em terminação.** 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

YAMAMOTO, S.M. *et al.* Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1131-1139, 2007.

YÁÑEZ-RUIZ, D.R.; BELANCHE, A. Plant secondary compounds: Beneficial roles in sustainable ruminant nutrition and productivity. In: Improving Rumen Function. **BurleighDodds Science Publishing**, p.727-774, 2020.

SOUZA, F. M. *et al.* Extratos vegetais como moduladores da fermentação ruminal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. **Documento Embrapa Cerrados**, n. 331, abr. 2016.

KHOLIF, A. E. *et al.* Extract of *Moringa oleifera* leaves improves feed utilization of lactating Nubian goats. **Small Ruminant Research**, v. 158, p. 69-75, 2018.

BHATTACHARYA, S.; PAL, S. Review on Unraveling the Relationship Between Abiotic Stress and Secondary Metabolite Biosynthesis in Medicinal Plants. **Next Research**, p. 100320, 2025.

DICKHOEFER, U. *et al.* Effects of quebracho tannin extract on rumen fermentation and yield and composition of microbial mass in heifers. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 4, p. 1561-1575, 2016.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p.124-134, 2005.
DE BESSA, N. G. F. *et al.* Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde-Tocantins. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 2013.