



**EXTRATO ALCALOÍDICO DE ALGAROA EM DIETAS
COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CONCENTRADO
PARA OVINOS**

LUCINEIA DOS SANTOS SOARES

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EXTRATO ALCALOÍDICO DE ALGAROBA EM
DIETAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE
CONCENTRADO PARA OVINOS**

Autora: Lucineia dos Santos Soares
Orientador: Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva

ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
Maio, 2025

LUCINEIA DOS SANTOS SOARES

**EXTRATO ALCALOÍDICO DE ALGAROA EM DIETAS
COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CONCENTRADO
PARA OVINOS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva
Coorientadora: Prof^a. Dra. Mara Lúcia Albuquerque Pereira

ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
Maio, 2025

636.085 Soares, Lucineia dos Santos.
S655e Extrato alcaloídico de algaroba em dietas com diferentes proporções de concentrado para ovinos. / Lucineia dos Santos Soares. – Itapetinga-BA: UESB, 2025.

47p.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Herymá Giovane de Oliveira Silva e coorientação de Prof.^a D. Sc. Mara Lúcia Albuquerque Pereira.

1. Ovinos – Dieta – Alcaloides piperidínicos de algaroba. 2. Ovinos – Comportamento ingestivo. 3. Algaroba – Extrato alcaloídico – Concentrado. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Herymá Giovane de Oliveira. III. Pereira, Mara Lúcia Albuquerque. IV. Título.

CDD (21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Nutrição animal - Ovinos - Comportamento ingestivo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB
Recredenciada pelo Decreto Estadual
Nº 16.825, de 04.07.2016

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Extrato alcaloídico de algaroba em dietas com diferentes proporções de concentrado para ovinos”

Autora: Lucineia dos Santos Soares

Orientador: Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva

Coorientadora: Profa. Dra. Mara Lúcia Albuquerque Pereira

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **HERYMA GIOVANE DE OLIVEIRA SILVA**
Data: 28/05/2025 17:38:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva (Orientador) – UESB

Documento assinado digitalmente
 **MARA LÚCIA ALBUQUERQUE PEREIRA**
Data: 25/07/2025 13:10:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Mara Lúcia Albuquerque Pereira – UESB (Coorientadora) – UESB



Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva – UESB

Documento assinado digitalmente
 **DORGIVAL MORAIS DE LIMA JÚNIOR**
Data: 28/05/2025 18:25:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior – UESB

Documento assinado digitalmente
 **WEIBER DA COSTA GONÇALVES**
Data: 01/06/2025 20:12:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Weiber da Costa Gonçalves – Centro Universitário Atenas

Data de realização: 28 de maio de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa. Em especial, gostaria de expressar minha profunda gratidão:

A Deus, toda honra e glória.

À minha família, especialmente aos meus pais, pelo amor, apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim.

Ao professor Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva, meu orientador desde a graduação, pela confiança depositada em mim e por compartilhar seu vasto conhecimento, fundamentais para o meu crescimento profissional.

À professora Dr^a. Mara Lúcia Albuquerque Pereira, pela coorientação atenciosa e dedicada.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo e incentivo à pesquisa.

Professor Dr. Fabiano Ferreira, pela sua constante disponibilidade e apoio durante toda a pesquisa.

À Virgínia Soares e à Priscila Coelho, por todo apoio e paciência, que foram essenciais para a conclusão desta pesquisa.

Ao Mateus Lacerda, pela parceria e colaboração durante todo o experimento.

Ao Grupo de pesquisa GEPOC e aos funcionários do setor, Guilherme e Louro, por terem sido fundamentais para a realização desta pesquisa.

LAFA, pelo apoio na execução das análises realizada.

Ao José Queiroz, pelo apoio na execução das análises laboratoriais.

A todos, meu mais sincero agradecimento.

BIOGRAFIA

LUCINEIA DOS SANTOS SOARES, filha de Maria da Glória Oliveira Santos e Elviro Joaquim Soares (*in memoriam*), nasceu em Itapetinga-BA, no dia 03 de junho de 1995. Em 07 de dezembro de 2018, concluiu o curso de Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Em março de 2019, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na área de concentração de Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Em março de 2021, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de nutrição de ruminantes.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.1 Introdução	1
1.2 <i>Prosopis Juliflora</i> (Algaroba)	2
1.3 Utilização de alcaloides piperidínicos da algaroba na alimentação de pequenos ruminantes	4
1.4 Eficiência de utilização do nitrogênio na nutrição de ruminantes	10
1.5 Referências	12
II - OBJETIVO GERAL	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
III - MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Código de ética	18
3.2 Matéria-prima vegetal	18
3.3 Obtenção do extrato piperidínico de algaroba	18
3.4 Local e animais	19
3.5 Dietas experimentais	20
3.6 Alimentos, sobras e fezes	21
3.6.1 Coleta das amostras	21
3.6.2 Análises das amostras	22
3.7 Urina	23
3.7.1 Coleta das amostras	23
3.7.1 Análises das amostras	23
3.8 Plasma sanguíneo	24
3.8.1 Coleta das amostras	24

	v
3.8.2 Análises das amostras	25
3.9 Comportamento ingestivo	25
3.10 Análise estatística.....	26
IV - RESULTADOS	27
4.1 Consumo, digestibilidade, partição dos compostos nitrogenados e metabólitos urinários.....	27
4.2 Comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos	31
V - DISCUSSÃO	34
5.1 Consumo, digestibilidade, partição dos compostos nitrogenados e metabólitos urinários.....	34
5.2 Comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos	40
VI - CONCLUSÃO	42
VII - REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Composição química da vagem da <i>Prosopis juliflora</i> (Algaroba).....	2
Tabela 2. Uso da vagem de algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>) na alimentação de pequenos ruminantes.....	3
Tabela 3. Sinais clínicos e tempo de resistência à intoxicação por vagens de <i>Prosopis juliflora</i> em diferentes espécies ruminantes.....	4
Tabela 4. Pesquisas utilizando alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) na alimentação de pequenos ruminantes (parte 1 de 3)	7
Tabela 5. Pesquisas utilizando alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) na alimentação de pequenos ruminantes (parte 2 de 3)	8
Tabela 6. Pesquisas utilizando alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) na alimentação de pequenos ruminantes (parte 3 de 3 - conclusão).....	9
Tabela 7. Variação do peso corporal (PC) e ganho médio diário (GMD) por tratamento e período	19
Tabela 8. Proporções dos ingredientes utilizados no concentrado e a composição química do feno capim <i>Tifton 85</i> , do concentrado e da dieta total (%MS)	20
Tabela 9. Consumo de matéria seca e de nutrientes em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com ou sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)	28
Tabela 10. Consumo e utilização de energia em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com ou sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA).....	28
Tabela 11. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes em ovinos alimentados com diferentes proporções concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA).....	29
Tabela 12. Partição de compostos nitrogenados em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA).....	29
Tabela 13. Síntese microbiana em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA).....	30
Tabela 14. Volume urinário, excreção de creatinina e depuração de creatinina em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)	30

Tabela 15. Excreção de ureia e nitrogênio ureico, depuração de ureia e taxa de reabsorção de ureia renal em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)..... 31

Tabela 16. Consumo de matéria seca (MS), fibra de detergente neutro (FDNcp) e atividade de alimentação, ruminação, ócio, mastigação taxa de alimentação e ruminação de ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrados com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) 32

Tabela 17. Número de períodos e tempo de duração das atividades comportamentais de ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrados com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) 33

Tabela 18. Metabólitos sanguíneos de ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrados com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) 33

RESUMO

SOARES, LUCINEIA DOS SANTOS. **Extrato alcaloídico de algaroba em dietas com diferentes proporções de concentrado para ovinos.** Itapetinga, BA: UESB, 2025. 47p. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Este estudo foi realizado para avaliar o efeito do extrato alcaloídico de algaroba em dietas com diferentes proporções de concentrado para ovinos, sobre o consumo de nutrientes, consumo de energia, digestibilidade, partição de nitrogênio, excreção urinária, comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos. Foram utilizados 10 cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, com peso inicial médio de 30kg e idade de 120 dias, confinados em baias e gaiolas metabólicas individuais. A dieta foi constituída de feno de capim *Tifton* 85 e concentrado à base de milho e soja, com a relação volumoso:concentrado 50:50, 40:60 e 30:70. O delineamento experimental foi quadrado latino duplo 5x5, com cinco animais e cinco dietas (50% de concentrado – Sem APA; 70% de concentrado – Sem APA; 50% de concentrado – Com APA; 60% de concentrado – Com APA e 70% de concentrado – Com APA). O ensaio foi composto por 5 períodos de 21 dias, totalizando 105 dias experimentais. O consumo de nutrientes, digestibilidade e partição de nitrogênio não foram influenciados ($P>0,05$) pela adição de APA, mas as proporções de concentrado influenciaram ($P<0,05$) essas variáveis, exceto a digestibilidade ($P>0,05$). O consumo e as perdas energéticas não foram alterados pela adição do APA, mas o consumo de energia bruta, a energia metabolizável e a energia digestível foram maiores nas dietas com 70% de concentrado ($P<0,05$). Nos parâmetros urinários, o APA aumentou a excreção de ureia g/PC ($P=0,0280$) e g/PM ($P=0,0220$) e nitrogênio ureico g/PC ($P=0,0280$) e g/PM (0,0181) no nível de 70% de concentrado, mas não alterou ($P>0,05$) o volume urinário, a excreção de creatinina, a depuração de creatinina e depuração de ureia. Além disso, as proporções de concentrado também não influenciaram ($P>0,05$) essas variáveis. Os derivados de purinas, purinas absorvidas, índice de derivados de purinas: creatinina, nitrogênio microbiano e eficiência microbiana não foram influenciados ($P>0,05$) pela adição do APA. No comportamento ingestivo, o APA aumentou a quantidade de gMS/bolo ($P=0,0471$) e gFDN/bolo ($P=0,0161$) nas dietas com 70% de concentrado. Além disso, o APA também aumentou o consumo de MS (g/dia) ($P=0,0064$) e aumentou a eficiência de ruminação (gMS/min) ($P=0,0489$). E com relação aos metabólitos sanguíneos, tanto o APA quanto as proporções de concentrado não alteraram ($P>0,05$) esses metabólitos. Por fim, a adição de 27 mg/kg de MS de APA não é recomendada em dietas de ovinos com 70% de concentrado e alto teor proteico, pois essa dosagem aumenta a excreção urinária de ureia e nitrogênio ureico.

Palavras-chave: aditivo fitogênico, comportamento ingestivo, *Prosopis juliflora*, ureia, urina

*Orientador: Herymá Giovane de Oliveira Silva, Dr. UESB e Coorientadora: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, Dra. UESB.

ABSTRACT

SOARES, LUCINEIA DOS SANTOS. **Mesquite alkaloid extract in sheep diets with different concentrate proportions.** Itapetinga, BA: UESB, 2024. 47p. Thesis (Ph.D. in Animal Science, Concentration Area: Ruminant Production).*

This study evaluated the effect of mesquite alkaloid extract (MPA) in diets with different concentrate proportions on nutrient intake, energy utilization, digestibility, nitrogen balance, urinary excretion, ingestive behavior, and blood metabolites in lambs. Ten crossbred Santa Inês × Dorper lambs (30 kg initial BW; 120 d of age) were housed in individual pens with metabolic cages. Diets were based on *Tifton* 85 hay and a corn–soybean meal concentrate, with forage:concentrate ratios of 50:50, 40:60, and 30:70. The experimental design was a 5 × 5 double Latin square with five animals and five diets: 50% concentrate without MPA, 70% concentrate without MPA, 50% concentrate with MPA, 60% concentrate with MPA, and 70% concentrate with MPA. The trial lasted 105 d, divided into five 21-d periods. Nutrient intake, digestibility, and nitrogen balance were not affected ($P>0.05$) by MPA, whereas concentrate proportion influenced ($P<0.05$) nutrient intake and nitrogen balance, but not digestibility. Energy intake and losses were unaffected by MPA, although gross, digestible, and metabolizable energy intakes were greater ($P<0.05$) in 70% concentrate diets. At this concentrate level, MPA increased urea excretion (g/BW, $P=0.028$; g/MBW, $P=0.022$) and urea nitrogen excretion (g/BW, $P=0.028$; g/MBW, $P=0.018$), but did not alter urinary volume, creatinine excretion, creatinine clearance, or urea clearance ($P>0.05$). Concentrate proportion also did not influence these variables ($P>0.05$). Purine derivatives, absorbed purines, purine derivative-to-creatinine ratio, microbial nitrogen, and microbial efficiency were not affected ($P>0.05$) by MPA. Regarding ingestive behavior, MPA increased dry matter per bolus ($P=0.047$) and neutral detergent fiber per bolus ($P=0.016$) in diets with 70% concentrate. It also increased daily DM intake ($P=0.006$) and improved rumination efficiency (g DM/min; $P=0.049$). Blood metabolites were not influenced ($P>0.05$) by either MPA or concentrate proportion. In conclusion, supplementation with 27 mg/kg DM of mesquite alkaloid extract is not recommended in high-concentrate (70%) and high-protein diets for sheep, as it increases urinary urea and nitrogen excretion.

Keywords: phytogetic additive, ingestive behavior, *Prosopis juliflora*, urea, urine

*Adviser: Herymá Giovane de Oliveira Silva, D.Sc., UESB and Co-adviser: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, D.Sc., UESB.

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

Dietas com elevadas proporções de concentrado são amplamente utilizadas na alimentação de ruminantes visando maximizar o desempenho animal. Entretanto, esses sistemas alimentares podem induzir distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal. Nesse contexto, a inclusão de ionóforos em rações de ruminantes não apenas auxilia na prevenção desses distúrbios, mas também melhora a eficiência alimentar, promove modificações na microbiota e, conseqüentemente melhora o desempenho animal. No entanto, por serem antibióticos, apresentam restrição ao uso.

Uma alternativa promissora é o uso de aditivos fitogênicos, como os alcaloides piperídínicos presentes nas vagens de algaroba (*Prosopis juliflora*). Esses alcaloides demonstram atividade antimicrobiana seletiva, resultando na inibição do crescimento de bactérias gram-positivas. Essas bactérias fermentadoras de celulose no ambiente ruminal produzem acetato e hidrogênio, os quais favorecem a metanogênese no rúmen (Santos *et al.*, 2013).

Os alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) têm demonstrado crescente relevância na produção animal. A inclusão desses compostos secundários de origem vegetal na dieta de pequenos ruminantes tem sido associada à melhora da eficiência energética e à utilização da proteína (Sousa *et al.*, 2022), ao aumento do ganho do peso diário (Santos *et al.*, 2021), à redução do tempo ao abate e à modificação dos produtos finais da fermentação.

Além disso, esses alcaloides contribuem para sustentabilidade ambiental e econômica. Sua utilização na dieta proporciona redução da proteína bruta na dieta, promove maior eficiência da síntese de proteína microbiana (Brito *et al.*, 2020) e diminui as perdas de nitrogênio dietético. Dessa forma, os alcaloides piperídínicos de algaroba apresentam um potencial significativo para melhorar o desempenho animal e mitigar os impactos ambientais associados à produção animal, por meio da modulação da fermentação ruminal.

Com base no potencial modulador do APA sobre a fermentação ruminal, hipotetiza-se que seus efeitos são mais pronunciados em dietas com maior proporção de concentrado. Assim, o objetivo desse estudo é avaliar o efeito do APA em ovinos submetidos a dietas com diferentes proporções de concentrado (50:50, 40:60 e 30:70) sobre o consumo, a digestibilidade, a partição dos compostos nitrogenados, os metabólitos urinários, o comportamento ingestivo e os metabólitos sanguíneos.

1.2 *Prosopis Juliflora* (Algaroba)

A *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. é conhecida no Brasil como algaroba ou algarobeira, pertence à família Leguminosae, subfamília Mimosoideae (Ribaski *et al.*, 2009). Trata-se de uma árvore ou um arbusto perene, de crescimento rápido e resistente à seca (Chaturvedi e Sahoo, 2013), distribuída em regiões áridas, semiáridas, tropicais e subtropicais (Zhong *et al.*, 2022). No Brasil, foi introduzida no Nordeste a partir de 1942, inicialmente na região de Serra Talhada (PE), e depois expandiu-se para os demais estados do país (Ribaski *et al.*, 2009).

A *Prosopis juliflora* pode tolerar temperaturas extremas, alcalinidade e salinidade (Zhong *et al.*, 2022). Nos meses de setembro a novembro, época de menor precipitação e déficit hídrico, é o momento em que está árvore floresce e frutifica, além do período entre abril e junho. Em vista disso, tornou-se muito importante na vida dos produtores, pois, consegue suprir a deficiência nutricional que ocorre nestes períodos (Ribaski *et al.*, 2009). A Tabela 1 apresenta a composição química das vagens da algaroba. Ressalta-se que os valores nutricionais podem variar conforme fatores como estágio fenológico, espécie, parte da planta, região geográfica e condições climáticas de crescimento (Ruiz-Nieto *et al.*, 2020).

Tabela 1. Composição química da vagem da *Prosopis juliflora* (Algaroba)

MS (%)	MO (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EE (%)	FB (%)	Hem (%)	Cel (%)	Autores
93,0		-	12,0	40,2	31,7	2,6	-	-	-	Mahgoub <i>et al.</i> (2005)
-	92,2	7,8	18,3	39,1	27,6		-	11,5	21,5	Chaturvedi e Sahoo (2013)
89,7	84,5	-	16,7	37,1	23,6	-	-	13,5	16,1	Yasin e Animut (2014)
92,75	-	3,95	12,75	45,80	-	4,35	12,75	-	-	Ram <i>et al.</i> (2022)
92,8	94,5	54,5	16,2	-	-	4,53	25,0	-	-	Jolazadeh <i>et al.</i> (2025)

MS – Matéria seca; MO – Matéria orgânica; PB – Proteína bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; EE – Extrato etéreo; FB – Fibra bruta; Hem – Hemicelulose; Cel – Celulose.

A algaroba possui múltiplos usos, incluindo alimentação humana e animal, produção de madeira, e uso em sistema silvipastoril, melhorando a fertilidade do solo e prevenindo erosão (Ribaski *et al.*, 2009). Na nutrição animal, suas vagens são fornecidas inteiras ou processadas, sozinhas ou em rações, tanto na forma fresca ou após armazenamento (Ahmed, 2013). Na tabela 2 detalha a utilização das vagens de algaroba na alimentação de pequenos ruminantes.

Tabela 2. Uso da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*) na alimentação de pequenos ruminantes

Categoria Animal	Forma de utilização	Níveis (%)	Principais resultados	Autores
Ovinos (Malpura)	Vagem inteira seca e moída	0, 30, 40	Pode substituir até 40% do concentrado sem causar efeitos adversos na ingestão e utilização de nutrientes, bem com nas características ruminais.	Chaturvedi e Sahoo (2013)
Ovinos (Santa Inês)	Farelo da vagem	0, 15, 30, 45	A adição de até 45% aumenta o consumo de matéria seca e nutriente. E os níveis 30 e 45% proporcionam balanço de nitrogênio positivo.	Santos <i>et al.</i> (2015)
Caprinos (Anglo-Nubianas)	Farelo da vagem	0, 33,3, 66,7, 100	Os níveis de 33,3% e 66,7% como substituição ao milho não reduz a ingestão de nutrientes, mas altera a população bacteriana no rúmen e diminui a população de arqueas.	Argôlo-Batista <i>et al.</i> (2021)
Caprinos (Marwari)	Vagem inteira	20	Pode ser substituída até 20%, pois melhora o ganho de peso e a utilização de nutrientes.	Ram <i>et al.</i> (2022)
Ovinos (Santa Inês)	Farelo da vagem	0, 25, 50, 75	Pode substituir até 75% do milho sem prejudicar as características da carcaça e a qualidade da carne.	Soares Junior <i>et al.</i> (2022)
Ovinos (Santa Inês)	Farelo da vagem	0, 25, 50, 75	Pode ser incluída até 75% no suplemento concentrado e na substituição total do milho, pois melhora o consumo de CNF (carboidratos não fibrosos) e a digestibilidade da FDN (fibra em detergente neutro), a aceitabilidade do suplemento, o peso final total e a relação ganho: alimentação dos cordeiros.	Almeida <i>et al.</i> (2022)
Caprinos (Black Goat)	Vagem inteira	0, 10, 15, 20	Não ocasiona problemas no desempenho animal, características de carcaça e qualidade da carne. É considerada como uma fonte de energia bruta.	Abdullah <i>et al.</i> (2024)

A *Prosopis juliflora* é um importante recurso na alimentação animal. No entanto, em diversas regiões do mundo, ela é também considerada uma planta daninha nociva. Isso ocorre porque a espécie se naturaliza com facilidade e compete fortemente com outras plantas (Ahmed, 2013). Além disso, o uso da vagem de algaroba como única fonte de alimento para animais pode induzir doenças, principalmente em condições de seca extrema. Nessas situações, o consumo exclusivo de suas vagens como principal alimento pode comprometer a saúde de determinadas espécies de ruminantes, com possíveis comprometimentos no Sistema Nervoso Central (Da Silva *et al.*, 2018).

Na tabela 3 demonstra que o consumo prolongado de vagens de *Prosopis juliflora* provoca intoxicação em ruminantes, com variações na resistência. Observa-se

que os ovinos são mais resistentes a intoxicação com algaroba (21 meses) comparativamente a caprinos (210 dias) e bovinos (45-75 dias). Esses achados reforçam a importância de utilizar essa leguminosa com cautela na nutrição animal, uma vez que seu consumo pode levar à intoxicação, principalmente em períodos de escassez de alimentos.

Tabela 3. Sinais clínicos e tempo de resistência à intoxicação por vagens de *Prosopis juliflora* em diferentes espécies ruminantes

Categoria Animal	Dieta	Resistência à intoxicação	Sinais clínicos	Autores
Ovinos	80% de vagens de <i>Prosopis juliflora</i>	21 meses	Depressão, sonolência, disfagia e disfunção dos nervos cranianos motores e sensoriais. Houve diminuição da resposta da pele facial à picada de agulha, nistagmo, inclinação da cabeça com perda de alimento durante a mastigação, mandíbula frouxa, orelhas caídas, diminuição do tônus da língua quando puxada para fora e protrusão da língua.	Almeida <i>et al.</i> (2017)
Caprinos	60-90% de vagens de <i>Prosopis juliflora</i>	210 dias	Tremores mandibulares, dificuldade para comer, perda de peso.	Tabosa <i>et al.</i> (2000)
Bovinos	50-75% de vagens de <i>Prosopis juliflora</i>	45-75 dias	Afeta principalmente o nervo motor trigêmeo e outros nervos craniais. Atrofia dos músculos mastigatórios (atrofia por denervação dos músculos mastigatórios e linguais). Dificuldade em apreender, mastigar e engolir alimentos. Mandíbula caída, protrusão da língua e salivação excessiva.	Tabosa <i>et al.</i> (2006)

1.3 Utilização de alcaloides piperidínicos da algaroba na alimentação de pequenos ruminantes

Os alcaloides são compostos nitrogenados biologicamente ativos, derivados do metabolismo secundário de plantas (Oliveira, 2018). Essas substâncias alcalinas possuem em sua estrutura básica nitrogênio (N), oxigênio (O), hidrogênio (H) e carbono (Santos, 2017), e seu mecanismo de ação está relacionado com o bloqueio dos canais de Ca^{2+} (Choudhary *et al.*, 2005). Na espécie *Prosopis juliflora*, os alcaloides piperidínicos estão presentes principalmente nas folhas, embora também ocorram em quantidades menores nas vagens e flores (Singh *et al.*, 2011).

Estudos identificaram doze alcaloides piperidínicos nas vagens da algaroba (*juliprosopina*, *juliprosina*, *prosoflorina*, *juliprosinina*, *3-oxo-juliprosina*, *3-oxo-juliprosopina*, *prosopinolina*, *prosopina*, *prosopinina*, *julifloridina*, *projulina* e *prosafrinina*), mas apenas *prosopina* (52%), *prosopinina* (36,3%) e a *julifloridina*

apresentaram altas concentrações (Singh e Verma, 2012). Posteriormente, foi relatada a presença da *prosoflorina* como constituinte químico das vagens de *Prosopis juliflora* (Santos *et al.*, 2013).

O extrato das folhas e vagens da *Prosopis juliflora* possuem diversos efeitos farmacológicos. Estudos demonstraram sua atividade antifúngica (Kaushik *et al.*, 2002), antibacteriana *in vitro* contra bactérias Gram-positivas (Ahmad *et al.*, 1986), inibição de cepas bacterianas resistentes a antibióticos (Singh *et al.*, 2011) e efeito anti-helmíntico *in vitro* em larvas de nematódeos gastrintestinais de caprinos (Batatinha *et al.*, 2011).

Além de suas propriedades farmacológicas, as vagens de *Prosopis juliflora* são consideradas uma fonte promissora para o desenvolvimento de aditivos alimentares alternativos, uma vez que sua utilização pode reduzir a produção de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) durante a digestão ruminal (Santos *et al.*, 2013).

Nesse contexto, o extrato básico clorofórmico (BCE) da vagem de algaroba demonstrou maior seletividade contra microrganismos ruminais Gram-positivos em comparação com a monensina. O BCE inibiu bactérias como *Micrococcus luteus* (CIM = 25 µg/mL), *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus mutans* (CIM = 50 µg/mL), sendo este último o microrganismo mais sensível à sua ação (Santos *et al.*, 2013).

Ensaio de produção gasosa *in vitro* com fluido ruminal bovino demonstraram que o BCE é capaz de reduzir a produção de CH₄ e CO₂ durante a fermentação ruminal. Similarmente, um estudo *in vitro* com o extrato de alcaloide I de algaroba também observou sua eficiência na mitigação de metano, sugerindo a necessidade de mais pesquisas em ruminantes (Pereira *et al.*, 2017).

A utilização do extrato de alcalóides piperidínicos das vagens de algaroba na alimentação de ruminantes tem sido estudada visando melhorar o desempenho animal. Isso ocorre devido ao aumento da eficiência energética e à modificação dos produtos finais da fermentação, resultante da inibição seletiva de bactérias gram-positivas (Oliveira, 2018).

Diversos estudos exploram os alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) como aditivo fitogênico em diferentes níveis (2,3 a 4,5; 9,2; 17; 17,3; 25; 27; 27,8 e 31,5 mg/kg de MS) na alimentação de ovinos e caprinos (Tabela 4, 5 e 6).

A adição de APA na alimentação de pequenos ruminantes promove diversos benefícios. Ele melhora a síntese de proteína microbiana, aumenta o ganho de peso, reduz a produção de metano, diminui as perdas de nitrogênio urinário, reduz o tempo

gasto com a ruminação, além de não comprometer as funções renais ou hepáticas, sem provocar sintomas de intoxicação.

Dessa forma, o APA demonstra grande potencial como aditivo fitogênico na nutrição de ruminantes, podendo atuar como alternativa à monensina sódica. Além disso, contribui para práticas sustentáveis ao reduzir a produção de metano entérico e as perdas de nitrogênio urinário. No entanto, é fundamental que mais pesquisas sejam realizadas para otimizar sua eficácia e viabilizar sua disponibilidade comercial.

Tabela 4. Pesquisas utilizando alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) na alimentação de pequenos ruminantes (parte 1 de 3)

Autor (es)	Nível de APA (mg/kgMS)	Relação volumoso: concentrado	Nível proteico (%)	Espécie	Idade inicial (dias)	Peso corporal inicial (Kg)	Resultados
Gonçalves (2019)	9,2; 18,4 e 27,6	20:80	17,24	Caprinos machos, não castrados (mestiços Anglo-Nubiana × SRD)	210	27,99 ± 1,33	O uso de APA aumenta o consumo de nutrientes, mantém a palatabilidade da dieta, é preferido pelos caprinos, com pico de preferência em 16,9 mg/kg de MS e não reduz a população total de protozoários ruminais.
Ribas (2019)	2,3; 4,6 e 9,2	40:60	14	Cordeiros machos não castrados (Dorper x Santa Inês)	120	21,05 ± 0,54	Reduz a perda de nitrogênio e aumenta a retenção de nitrogênio dietético
Brito <i>et al.</i> (2020)	31,5	33,3:66,7	13 e 16	Cordeiros machos não castrados (mestiços Santa Inês x Bergamácia)	150	23 ± 4	O uso de APA permite reduzir o nível de proteína bruta da dieta de 16% para 13%, mantendo o desempenho dos cordeiros. Além disso, dietas com 13% de PB aditivas com APA promovem maior eficiência na síntese de proteína microbiana e mantém o peso corporal dos cordeiros.
Correia (2020)	31,5	33,3:66,7	13 e 16	Cordeiros machos, não castrados (mestiços Santa Inês x Bergamácia)	150	23 ± 4	O uso de APA não altera a função renal, porém aumenta a excreção urinária de creatinina.
Oliveira (2020)	27	20:80	-	Cordeiros machos (Santa Inês)	60	17,69 ± 0,78	O uso de APA não causa alterações negativas nos metabólitos sanguíneos e urinários.
Soares (2021a)	17	40:60	11, 12,66, 14,32 e 15,98	Ovinos (mestiços Dorper x Santa Inês) machos e fêmeas	120	20 ± 2	Dietas com 11% de PB associado ao APA mantém o <i>status</i> de proteína dos ovinos e reduzem a perda de nitrogênio urinário.
Soares (2021b)	25	50:50	-	Cordeiras (mestiças Santa Inês)	60	14,25 ± 0,19	O uso de APA não altera negativamente os metabólitos sanguíneos, urinários e a população de protozoários.
Santos (2021)	25	50:50	-	Cordeiras (mestiças Santa Inês)	60	14,25 ± 0,19	O uso de APA não altera negativamente o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

(continua na próxima página...)

Tabela 5. Pesquisas utilizando alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) na alimentação de pequenos ruminantes (parte 2 de 3)

Autor (es)	Nível de APA (mg/kgMS)	Relação volumoso: concentrado	Nível proteico (%)	Espécie	Idade inicial (dias)	Peso corporal inicial (Kg)	Resultados
Machado (2021)	27	20:80	16,87	Cordeiros machos, não castrados (mestiços Santa Inês x Dorper)	60	15 ± 5	O uso de APA não altera o consumo, a digestibilidade e a síntese de proteína microbiana, mas melhora a característica de carcaça, aumentando o perímetro de garupa.
Silva (2022)	27	20:80	16,87	Cordeiros machos, não castrados (mestiços Santa Inês x Dorper)	60	15 ± 5	O uso de APA não compromete a qualidade da carne, pois não afeta os parâmetros físico-químicos e centesimais dos músculos <i>Longissimus lumborum</i> , <i>Bíceps femoris</i> , <i>Tríceps brachii</i> , <i>Quadríceps</i> e <i>Semimembranosus</i> .
Oliveira et al. (2021)	9,2; 18,4 e 27,6	20:80	-	Cabras mestiças Anglo-Nubiana	120	21,82 ± 0,11	O uso de APA, em doses de 9,2 a 18,4 mg/kg de MS, melhora a utilização de nitrogênio (aumentando o nitrogênio digerido e a retenção de nitrogênio) e o desempenho animal. No entanto, na dose de 27,6 mg/kg de MS, reduz a eficiência microbiana e o ganho médio diário.
Santos et al. (2021)	2,3; 4,6; 9,2	40:60	14,7	Cordeiros machos (Dorper x Santa Inês)	120	17,5 ± 0,43	A dose de 2,3 mg/kg de MS de APA melhora a eficiência alimentar em comparação com MON 2,1, e com os níveis de APA. Além disso, 9,2mg/kg de MS de APA promove um melhor ganho de peso diário, associado a melhor digestibilidade de carboidratos não fibrosos e proteína.

(continua na próxima página...)

Tabela 6. Pesquisas utilizando alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) na alimentação de pequenos ruminantes (parte 3 de 3 - conclusão)

Autor (es)	Nível de APA (mg/kgMS)	Relação volumoso: concentrado	Nível proteico (%)	Espécie	Idade inicial (dias)	Peso corporal inicial (Kg)	Resultados
Sousa <i>et al.</i> (2022)	6,6; 17,3 e 27,8	40:60	15,4	Cordeiros machos não castrados (Dorper)	120	25 ± 2,0	A adição de APA na dieta, em doses que variam de 17,3 a 27,6 mg/kg de MS, aumenta a digestibilidade das fibras. E nos níveis de 6,6 a 27,8 mg/kg de MS, o APA reduz a produção e a emissão de metano entérico (CH ₄), além de melhorar a eficiência de utilização da energia e da proteína em cordeiros.
Sousa (2022)	17	40:60	11, 12,66, 14,32 e 15,99	Ovinos (mestiços Dorper x Santa Inês) machos e fêmeas	120	20 ± 2	O uso de APA permite reduzir o teor de bruta da dieta para 11% sem prejudicar o desempenho.
Ribas <i>et al.</i> (2024)	2,3; 4,6 e 9,2	40:60	14	Cordeiros machos não castrados (Dorper x Santa Inês)	120	21,05 ± 0,54	Níveis de APA entre 2,3 e 4,6 mg/kg reduzem a intensidade da mastigação e a síntese de proteína microbiana. No entanto, a dose de 9,2 mg/kg de APA aumenta esses parâmetros.

1.4 Eficiência de utilização do nitrogênio na nutrição de ruminantes

A proteína na alimentação de ruminantes apresenta-se em duas frações distintas: degradável no rúmen (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR). A fração PDR inclui tanto a proteína verdadeira quanto o nitrogênio não proteico (NNP). No rúmen, a proteína verdadeira é degradada pelos microrganismos em peptídeos e aminoácidos, os quais podem ser desaminados, liberando nitrogênio (N) na forma de amônia (NH_3). A amônia pode ser utilizada na síntese de proteína microbiana (Pmic) ou convertida em ácidos graxos voláteis (AGV). O NNP, por sua vez, é composto por compostos nitrogenados como NH_3 , aminoácidos, peptídeos curtos e os ácidos nucleicos (DNA e RNA) (Salazar *et al.*, 2008).

A fração PNDR passa pelo rúmen intacta e é hidrolisada em aminoácidos no intestino delgado, tornando-se a segunda principal fonte de aminoácidos absorvidos pelos ruminantes (Salazar *et al.*, 2008). Contudo, é a proteína microbiana sintetizada no rúmen que constitui a principal fonte de aminoácidos absorvíveis, sendo diretamente influenciada pela disponibilidade de energia fermentável e pela eficiência de crescimento microbiano (Ramalho *et al.*, 2024).

Quando a produção de NH_3 excede a capacidade de utilização microbiana, o excedente é absorvido pelo epitélio ruminal e transformado em ureia no fígado (Oliveira *et al.*, 2005). A ureia pode ser excretada na urina ou reciclada de volta para o trato gastrointestinal, seja por transferência direta do sangue ou via saliva. No lúmen intestinal, enzimas bacterianas, como a urease, hidrolisam a ureia, liberando amônia que serve como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana ou é novamente absorvida (Reynolds e Kristensen 2008).

A capacidade dos ruminantes em reciclar o nitrogênio para o trato gastrointestinal é um mecanismo eficiente que otimiza o desempenho animal e reduz a necessidade de nitrogênio na dieta (Marini e Van Amburgh, 2005). Assim, uma maior produção de proteína microbiana reduz a necessidade de fontes de proteína não degradável no rúmen para atender às exigências proteicas do animal (Oliveira *et al.*, 2005). Entretanto, a perda de nitrogênio pelas fezes e urina, decorrentes da subutilização da proteína dietética, não apenas resultam em perdas econômicas, mas também elevam o impacto ambiental dos sistemas de produção (Ramalho *et al.*, 2024).

A formulação de dietas para ruminantes exige um conhecimento preciso da degradabilidade ruminal da energia e da proteína, que são os principais nutrientes limitantes, sendo este último, geralmente, o de maior custo (Alves *et al.*, 2010). A

produção microbiana no rúmen depende das complexas inter-relações entre microrganismos, carboidratos e nitrogênio (Salazar *et al.*, 2008). O sincronismo entre fontes de carboidratos e nitrogênio é fundamental para otimizar a eficiência microbiana, reduzindo perdas de nitrogênio na forma de amônia e de energia dos carboidratos, além de melhorar a digestão da matéria seca, especialmente da fibra. (Alves *et al.*, 2010).

Um desequilíbrio na oferta de energia e proteína pode resultar em perdas significativas, como descrito por Russell *et al.* (1992):

- 1) se a taxa de degradação da proteína exceder a taxa de fermentação de carboidratos, grandes quantidades de N podem ser perdidas como amônia;
- 2) se a taxa de fermentação de carboidratos exceder a taxa de degradação da proteína, a produção de proteína microbiana pode diminuir;
- 3) se os alimentos forem degradados muito lentamente, o enchimento do rúmen diminuirá a ingestão; e
- 4) se a taxa de degradação é lenta, parte do alimento pode escapar da fermentação ruminal e passar diretamente para o intestino delgado.

Assim, sincronismo não só aumenta a eficiência produtiva dos animais, mas também proporciona maior economicidade aos sistemas de produção.

Dentre as estratégias nutricionais mais recentes, destaca-se o uso de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) como aditivo com potencial de otimizar o aproveitamento de nitrogênio. Estudos indicam que sua adição em dietas de ruminantes pode melhorar a eficiência da síntese proteica microbiana, reduzir a quantidade de proteína bruta na dieta e diminuir as perdas de nitrogênio via urina, sem comprometer o desempenho animal. Tais avanços representam importantes contribuições para o desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis.

1.5 Referências

- ABDULLAH, A. Y.; OBEIDAT, B. S.; KHATAYBEH, B. T. Effects of Feeding *Prosopis Juliflora* Pods on Growth Performance, Nutrient Intake, Digestibility, and Carcass Characteristics of Black Goat Kids Fed Finishing Diets. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 3, 2024. <https://doi.org/10.35516/jjas.v20i3.2138>
- AHMAD, A.; KHAN K. A.; AHMAD; V. U.; QAZI S. Antibacterial activity of juliflorine isolated from *Prosopis juliflora*. **Planta Medica**. v.4, p. 285-8, 1986. PMID: 3763718.
- AHMED, N. Mesquite (Devi): *Prosopis Juliflora* – A potential source of livelihood in Thar. Technical Report, agosto 2013.
- ALMEIDA, B. J.; BAGALDO, A. R.; SOARES JUNIOR, M. S. F.; DA SILVA, C. S.; DE ARAÚJO, F. L.; SILVA JUNIOR, J. M.; SILVA, R. V. M. M.; LIMA, M. V. S.; LEITE, L. C.; BEZERRA, L. R.; OLIVEIRA, R. L. Inclusion *Prosopis juliflora* Pod Meal in Grazing Lambs Diets: Performance, Digestibility, Ingestive Behavior and Nitrogen **Balance. Animals**, v. 12, n. 4, p. 428, 2022. <https://doi.org/10.3390/ani12040428>
- ALMEIDA, V. M.; ROCHA, B. P.; PFISTER, J. A.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F.; CHAVES, H. A. S.; SILVA FILHO, G. B.; MENDONÇA, F. S. Intoxicação espontânea por *Prosopis juliflora* (Leguminosae) em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 2, 2017. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000200003>
- ALVES, E.M.; PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, C.A.S.; FERREIRA, D.N.; MOREIRA, B.S.; FREIRE, L.D.R. Importância da sincronização do complexo proteína/energia na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v.4, n.20, 2010.
- ARGÔLO-BATISTA, L.; PEREIRA, M. L. A.; DIAS, J. C. T.; SILVA, H. G. O. Mesquite (*Prosopis Juliflora*) Pod Meal to Goats Feed: Ruminal Parameters and Molecular Diversity of Ruminal Bacteria and Methanogenic Archaea. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 7, n. 8, 2021.
- BATATINHA, M. J. M.; ALMEIDA, G. N.; DOMINGUES, L. F.; SIMAS, M. M. dos S.; BOTURA, M. B.; DA CRUZ, A. C. F. G.; DE ALMEIDA, M. A. O. Efeitos dos extratos aquoso e metanólico de algaroba sobre culturas de larvas de nematódeos gastrintestinais de caprinos. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v.12, n.3, p.514–519, 2011. doi: 10.5216/cab.v12i3.3653
- BRITO, E. F.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, H. G. O.; SOARES, A. C. M.; CORREIA, G. S.; SOUSA, L. B.; SOUSA, L. B.; SOARES, V. P. dos S.; PAULA, V. F. de. Effects of enriched mesquite piperidine alkaloid extract in diets with reduced crude protein concentration on the rumen microbial efficiency and performance in lambs. **Czech Journal of Animal Science**, v.65, n.7, p.268–280, 2020. doi: 10.17221/54/2020-CJAS.

CHATURVEDI, O. H.; SAHOO, A. Nutrient utilization and rumen metabolism in sheep fed *Prosopis juliflora* pods and *Cenchrus* grass. **SpringerPlus**, v. 2, n. 598, 2013. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-598>

CHOUDHARY, M. I.; NAWAZ, S. A.; ZAHEER-UL-HAQ; AZIM, M. K.; GHAYUR, M. N.; LODHI, M. A.; JALIL, S.; KHALID, A.; AHMED, A.; RODE, B. M.; RAHMAN, A.-U.-R.; GILANI, A.-U.-H.; AHMAD, V. U. Juliflorine: A potent natural peripheral anionic-site-binding inhibitor of acetylcholinesterase with calcium-channel blocking potential, a leading candidate for Alzheimer's disease therapy. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.4, n.332 p.1171–1179, 2005. doi: 10.1016/j.bbrc.2005.05.068

CORREIA, G. S. **Creatinina como indicador da excreção de derivados de purina por cordeiros em diferentes idades alimentados com extrato de algaroba**. 2020, 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

GONÇALVES, W.C. **Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas para caprinos**. 2019. 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

JOLAZADEH, A.; MASHAYEKHI, M.; AMIRI ROUDBAR, M. Lactation performance and milk fatty acid profile of dairy buffaloes fed different dietary Mesquite fruit (*Prosopis juliflora*). **Tropical Animal Health and Production**, v. 57, n. 264, 2025. <https://doi.org/10.1007/s11250-025-04512-6>

KAUSHIK, J. C.; Sanjay Arya; Tripathi, N.N. Antifungal properties of some plant extracts against the damping-off fungi of forest nurseries. **Indian Journal of Forestry**, v.25, n.3-4, p.359-361, 2002.

MACHADO, S. M. **Extrato alcaloídico de algaroba em dieta de alto concentrado para cordeiros em confinamento**. 2021, 59p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

MAHGOUB, O.; KADIM, I. T.; FORSBERG, N. E.; AL-AJMI, D. S.; AL-SAQRY, N. M.; AL-ABRI, A. S.; ANNAMALAI, K. Evaluation of Meskit (*Prosopis juliflora*) pods as a feed for goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 121, n. 1-2, p. 319-327, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.01.016>

MARINI, J.C.; VAN AMBURGH, M.E. Partition of Nitrogen Excretion in Urine and the Feces of Holstein Replacement Heifers. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.1778-1784, 2005.

OLIVEIRA, A. R. A. **Alcaloides piperidínicos de algaroba como aditivo nutricional para caprinos**. 2018, 72p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

OLIVEIRA, A. R. A. de; PEREIRA, M. L. A.; PEREIRA, T. C. de J.; SILVA, H. G. de O.; SILVA, É. R. da; DUTRA, I. de C.; CORREIA, G. S.; SOARES, V. P. dos S.; RIBAS, K. P. de O.; PORTO, M. R. Enriched Mesquite Piperidine Alkaloid Extract Improves the Performance in Growing Goats. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 7, n. 3, p. 77-90, mar. 2021

OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; JHAM, G.N.; PEREIRA, J.C.; PÉREZ, J.R.O.; VALADARES FILHO, S.C. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1763-1774, 2005.

OLIVEIRA, V. G. **Parâmetros sanguíneos e urinários de cordeiros com a inclusão ou não de alcaloides piperidínicos de algaroba**. 2020, 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

PEREIRA, T. C. J.; PEREIRA, M. L. A.; MOREIRA, J. V.; AZEVÊDO, J. A. G.; BATISTA, R.; PAULA, V. F. de; OLIVEIRA, B. S.; SANTOS, E. de J. dos. Efeitos dos extratos alcalóides da vagem de algaroba nos produtos da fermentação ruminal in vitro. **Environmental Science and Pollution Research**, n. 24, p.4301–4311, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7761-3>

RAM, B.; NEHRA, R.; KACHHAWAHA, S.; JAIN, D.; BIAS, B. Feeding effect of Mesquite (*Prosopis juliflora*) Pods on Growth Performance in Marwari Goats. **Acta Scientific Veterinary Sciences**, v. 4, n. 8, p. 86-92, ago. 2022. DOI: 10.31080/ASVS.2022.04.0469

RAMALHO, I.O.; SOUZA, W.S.; HOMEM, B.G.C.; SOARES, S.C.; BORRÉ, J.G.; RAMOS, J.V.B.; MELO, J.B.A.; SALGADO, L.S. O metabolismo do nitrogênio nos ruminantes e as implicações do excesso de nitrogênio dietético na pecuária a pasto. In: **Zootecnia: tópicos atuais em pesquisa. Científica Digital**, v.62-80, 2024. DOI: <https://doi.org/10.37885/240316172>

REYNOLDS, C.K.; KRISTENSEN, N.B. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. **Journal of Animal Science**, v.86, Suppl. E, p.E293-E305, 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0475

RIBAS, K. P. O. **Níveis de inclusão de alcaloides piperidínicos de algaroba em dieta para ovinos – avaliação comportamental, nutricional e metabólica**. 2019, 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

RIBAS, K. P. O.; PEREIRA, M. L. A.; SANTOS, J. R. A.; SILVA, L. S.; SANTOS, O. O.; CORREIA, G. S.; SOARES, V. P. S.; SANTOS, E. J.; MORAES, A. C. M.; PEREIRA, C. A. R.; SILVA, H. G. O. Mesquite piperidine alkaloid extract levels in lamb diets change rumination rate and rumen microbial efficiency. **Revista de Pesquisa em Ciências Agrárias**, v.4, n.8, 2024. <https://doi.org/10.22533/at.ed.9734824319062>

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, C. E. S. Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de uso múltiplo para a região Semiárida Brasileira. **Embrapa Florestas: Colombo**, 2009. (Comunicado técnico, 240).

RUIZ-NIETO, J. E.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J.; HERNÁNDEZ-MARÍN, J.; MENDOZA-CARRILLO, J.; ABRAHAM-JUÁREZ, M.; ISIODIA-LACHICA, P. M.; MIRELES-ARRIAGA, A. I. Mesquite (*Prosopis* spp.) tree as a feed resource for animal growth. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 1139-1149, 2020.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: I. Ruminal Fermentation. **Journal of Animal Science**. v.70, p. 3551-3561, 1992.

SALAZAR, D.R.; CORTINHAS, C.S.; FREITAS JR., J.E. Sincronismo energia - proteína: assimilação de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ruminantes. **PUBVET**, v.2, n.15, 2008.

SANTOS, E. J.; PEREIRA, M. L. A.; ALMEIDA, P. J. P.; MOREIRA, J. V.; SOUZA, A. C. S.; PEREIRA, C. A. R. Mesquite pod meal in sheep diet: intake, apparent digestibility of nutrients and nitrogen balance. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 37, n. 1, 2015. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i1.24466>

SANTOS, E. T.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, C. F. P. G.; NETA, L. C. S.; GERIS, R.; MARTINS, D.; SANTANA, A. E. G.; BARBOSA, L. C. A.; SILVA, H. G. O.; FREITAS, G. C.; FIGUEIREDO, M. P.; OLIVEIRA, F. F.; BATISTA, R. Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on in vitro ruminal digestion. **International Journal of Molecular Sciences**, v.14, n.4, p.8496-8516, 2013. DOI: 10.3390/ijms14048496

SANTOS, J. R. A.; PEREIRA, M. L. A.; PEREIRA, T. C. J.; SILVA, H. G. O.; SANTOS, O. O.; CARVALHO, G. G. P.; ALMEIDA, J. R. F. A.; SILVA, R. P.; RIBAS, K. P. O. Supplementation with mesquite alkaloids extract in diets for lambs fed Bermuda grass improves growth performance. **Small Ruminant Research**, v.205, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106560>

SANTOS, J. R. A. **Extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras em dietas para cordeiros confinados**. 2017, 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SANTOS, M. L. S. **Alcaloides piperidínicos de algaroba como aditivo natural na suplementação de cordeiras**. 2021, 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SILVA, S. N. da. **Qualidade de carne de cordeiros em diferentes idades alimentados com extrato de alcaloide piperidínico de algaroba**. 2022, 54p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SINGH, S. e VERMA, S. K. Study of the distribution profile of piperidine alkaloids in various parts of *Prosopis juliflora* by the application of Direct Analysis in Real Time Mass Spectrometry (DART-MS). **Natural Products Bioprospecting**, v.2, p.206–209, 2012. doi: 10.1007/s13659-012-0069-1

SINGH, S.; SWAPNIL; VERMA, S. K. Antibacterial properties of Alkaloid rich fractions obtained from various parts of *Prosopis*. **International Journal of Pharma Sciences and Research**, v.2, n.3, p.114-120, 2011.

SOARES JUNIOR, M. S. F.; SOUZA, K. A.; ALMEIDA, B. J.; ARAÚJO, F. L.; SILVA, C. S.; OLIVEIRA, A. P. D.; CARDOSO, C. A. L.; GOES, R. H. T. B.; BAGALDO, A. R. Mesquite pod (*Prosopis juliflora*) meal on meat quality of pasture-finishing lambs. **Tropical Animal Health and Production**. v. 54, n. 7, p. 1-10, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-03015-4>

SOARES, L. S. **Alcaloides piperidínicos de algaroba na alimentação de cordeiras**. 2021b, 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SOARES, V. P. S. **Indicadores metabólico–nutricionais em ovinos alimentados com extrato alcaloídico de algaroba**. 2021a, 46p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

Sousa, L. B. **Níveis de proteína bruta em dietas aditivadas com extrato alcaloídico de algaroba para terminação de ovinos**. 2022, 36p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SOUSA, L. B.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, H. G. O.; SOUSA, L. B.; SILVA, L. S.; MACHADO, F. S.; TOMICH, T. R.; OSS, D. B.; FERREIRA, A. L.; CAMPOS, M. M.; COSTA, I. C.; PEREIRA, L. G. R. *Prosopis juliflora* níveis de extrato de alcalóide piperidínico na dieta de ovinos alteram o metabolismo energético e de nitrogênio e afetam a produção de metano entérico. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.102, p.5132-5140, 2022. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11864>

TABOSA, I. M.; RIET-CORREA, F.; BARROS, S. S.; SUMMERS, B. A.; SIMÕES, S. V. D.; MEDEIROS, R. M. T.; NOBRE, V. M. T. Neurohistologic and ultrastructural lesions in cattle experimentally intoxicated with the plant *Prosopis juliflora*. **Veterinary Pathology**, v. 43, p. 695-701, 2006.

TABOSA, I. M.; SOUZA, J. C. A.; GRAÇA, D. L.; BARBOSA-FILHO, J. M.; ALMEIDA, R. N.; RIET-CORREA, F. Neuronal vacuolation of the trigeminal nuclei in goats caused by ingestion of *Prosopis juliflora* pods (Mesquite beans). **Veterinary and Human Toxicology**, v. 42, n. 3, p. 155-158, 2000.

YASIN, M.; ANIMUT, G. Replacing cottonseed meal with ground *Prosopis juliflora* pods; effect on intake, weight gain and carcass parameters of Afar sheep fed pasture hay basal diet. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, p. 1079-1085, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0615-4>

ZHONG, J.; LU, P.; WU, H.; LIU, Z.; SHARIFI-RAD, J.; SETZER, W. N.; SULERIA, H. A. R. Current Insights into Phytochemistry, Nutritional, and Pharmacological Properties of *Prosopis* Plants. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2022, p. 1-18, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2218029>

II - OBJETIVO GERAL

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da adição do extrato de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) em dietas com diferentes proporções de concentrado para ovinos.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos da adição de APA sobre o consumo, a digestibilidade, a partição dos compostos nitrogenados, os metabólitos urinários, o comportamento ingestivo e os metabólitos sanguíneos de ovinos alimentados com diferentes relações de volumoso:concentrado.

III - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Código de ética

O procedimento experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UESB, registro nº 233/2023.

3.2 Matéria-prima vegetal

No município de Manoel Vitorino/BA, foi realizada a colheita das vagens maduras de *Prosopis juliflora*. Após a colheita, as vagens sem alterações no pericarpo foram selecionadas. Em seguida as vagens foram picadas para facilitar a perda de umidade e espalhadas em uma lona para secagem ao sol durante cinco dias. Posteriormente à secagem, as vagens passaram por processo de moagem, obtendo assim a farinha integral de vagens de algaroba. O material obtido foi embalado em sacos de polipropileno e acondicionado em freezer para posterior obtenção do extrato de alcaloides piperidínicos de algaroba.

3.3 Obtenção do extrato piperidínico de algaroba

A farinha integral de vagens algaroba foi macerada com álcool etílico absoluto (99,5%) durante um período de 72 h. Em seguida, foi feita a percolação e o armazenamento em um recipiente fechado. Após o processo de percolação a solução obtida foi concentrada a vácuo (-600 mmHg) com temperatura controlada a 40°C em evaporador rotatório para a obtenção do extrato etanólico bruto (EEB). O EEB foi submetido à partição com a utilização de soluções ácido-básicas e solventes orgânicos para a obtenção de extratos enriquecidos com alcaloides de acordo com a metodologia de Ott-Longoni *et al.* (1980) para isolar alcaloides piperidínicos de algaroba (Santos *et al.*, 2013; INPI, 2014). No laboratório de espectrometria de massas do Centro Analítico de Instrumentação, da Universidade de São Paulo, foram identificado 3 alcaloides piperidínicos (*juliprosopina*, *juliprosinina* e *prosopina*) na vagem da algaroba utilizada para a obtenção do extrato.

3.4 Local e animais

O experimento foi realizado no Setor de Ovino e Caprinocultura - SETOC da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia no *campus* Juvino Oliveira, localizado no município de Itapetinga-BA, a 15°09'07" de latitude sul, 40°15'32" longitude oeste, e com altitude média de 268 m. A temperatura ambiental média foi mensurada pela manhã e tarde de 23 e 27°C, respectivamente. O delineamento experimental foi quadrado latino duplo 5x5 (5 animais e 5 dietas). O tempo total do experimento foi de 105 dias, divididos em 5 períodos de 21 dias, sendo 16 dias de adaptação e 5 dias de coletas.

Foram utilizados 10 cordeiros, mestiços Santa Inês x Dorper, com peso médio inicial de 30 kg e idade de 120 dias, confinados em baias e gaiolas metabólicas individuais, com acesso a cocho e bebedouro. Sendo 16 dias nas baias e 5 dias nas gaiolas metabólicas. Os animais foram identificados, vermifugados com Dectomax® (Doramectin 1% - Zoetis), vacinados contra clostridioses, tratados com complexo vitamínico ADE.

Os animais foram pesados no início e final de cada período experimental antes da alimentação da manhã para a avaliação da variação do peso corporal e obtenção do peso corporal médio (Tabela 7) para se expressar o consumo diário de nutrientes diário, em kg/dia, em percentagem do peso corporal (%PC) e em função do peso metabólico ($\text{g/PC}^{0,75}$). Entretanto, o consumo voluntário de ingestão de matéria seca foi obtido pela diferença entre o oferecido e as sobras que foram colhidas e pesadas em uma balança digital no período de 24 horas de coleta.

Tabela 7. Variação do peso corporal (PC) e ganho médio diário (GMD) por tratamento e período

		Níveis de concentrado				
		50%		60%	70%	
		Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA
1º Período	PC (kg)	32,35	31,5	31,45	38,15	35,7
	GMD (kg)	0,143	0,105	0,121	0,262	0,202
2º Período	PC (kg)	33,55	35,4	42,65	40,4	35,8
	GMD (kg)	0,083	0,140	0,214	0,245	0,205
3º Período	PC (kg)	39,8	46,6	38,9	39,5	41,7
	GMD (kg)	0,100	0,148	0,140	0,264	0,238
4º Período	PC (kg)	45,2	47,05	43,8	44,5	47,3
	GMD (kg)	0,179	0,212	0,143	0,243	0,240
5º Período	PC (kg)	54,95	47,85	51,55	46,5	53,85
	GMD (kg)	0,193	0,305	0,224	0,271	0,286
Peso corporal médio (kg)		41,17	41,68	41,67	41,81	42,87

3.5 Dietas experimentais

A alimentação foi fornecida *ad libitum* diariamente, duas vezes ao dia às 07h e 16h, sendo 70% pela manhã e 30% pela tarde, calculando sobra de 10%, os bebedouros foram lavados e reabastecidos diariamente.

As dietas experimentais foram constituídas de feno de capim *Tifton 85* e o concentrado a base de milho e soja, calculada conforme as equações de predição do NRC (2007) para ganhos de ± 200 g/dia. O volumoso e o concentrado foram fornecidos em cochos separados para possibilitar a mensuração precisa da ingestão do APA.

Para manter a concentração de 27mg de APA por kg de matéria seca da dieta, os teores de APA por quilograma de concentrado foram: 54 mg, 45 mg e 38,6 mg, respectivamente, em ordem crescente da proporção de concentrado na dieta. A proporção e composição química do feno e concentrado encontram-se na tabela 6, respectivamente.

Tabela 8. Proporções dos ingredientes utilizados no concentrado e a composição química do feno capim *Tifton 85*, do concentrado e da dieta total (%MS)

Ingredientes	Milho grão	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Sal Mineral ¹	Total
Proporções (%)	52,16	14,96	28,97	3,91	100
Composição química	Feno	Concentrado	Dietas		
			50:50	40:60	30:70
Matéria seca	92,49	93,07	92,78	92,84	92,90
Matéria orgânica	92,42	91,67	92,05	91,97	91,90
Matéria mineral	7,58	8,33	7,96	8,03	8,11
Proteína bruta	9,49	16,68	13,09	13,80	14,52
Extrato etéreo	4,48	7,45	5,97	6,26	6,56
Fibra de detergente neutro (cp)	71,47	16,52	44,00	38,50	33,01
Carboidratos não fibrosos	6,98	51,02	29,00	33,40	37,81
Celulose	55,80	11,83	33,82	29,42	25,02
Hemicelulose	10,60	16,75	13,68	14,29	14,91
Lignina	6,26	1,75	4,01	3,55	3,10
Energia bruta (kcal/kg)	-	-	3809,6	3770,3	3827,9

Cálcio - 150 g/kg; Fósforo - 65 g/kg; Sódio - 107 g/kg; Enxofre - 12 g/kg; Magnésio - 6.000 mg/kg; Cobalto - 175 mg/kg; Cobre - 100 mg/kg; Iodo - 175 mg/kg; Manganês - 1.440 mg/kg; Selênio - 27 mg/kg; Zinco - 6.000 mg/kg; Ferro - 1000 mg/kg; Flúor (máx.) - 650 mg/kg; Proteína bruta (mínimo) - 30 g/kg; cp: corrigido para cinzas e proteínas.

No experimento, foram avaliadas 5 dietas:

Dieta 1: 50% de concentrado (Sem APA);

Dieta 2: 70% de concentrado (Sem APA);

Dieta 3: 50% de concentrado (Com APA → 27 mg/kg de MS da dieta);

Dieta 4: 60% de concentrado (Com APA → 27 mg/kg de MS da dieta);

Dieta 5: 70% de concentrado (Com APA → 27 mg/kg de MS da dieta).

A determinação da dosagem de APA na dieta baseou-se em um estudo prévio com cordeiros (Sousa *et al.*, 2022), no qual a adição de 27,3 mg/kgMS de APA demonstrou resultados promissores, particularmente quanto à eficiência de utilização de energia e proteína. As proporções volumoso:concentrado foram definidas com a relação inicial de 40:60, estabelecida com base em trabalhos anteriores (Santos *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2022; Ribas *et al.*, 2024). Adicionalmente, as proporções de 50:50 e 30:70 foram avaliadas para permitir uma análise comparativa dos efeitos do APA em diferentes níveis de concentrado na dieta.

3.6 Alimentos, sobras e fezes

3.6.1 Coleta das amostras

As amostras dos volumosos, concentrados e sobras foram colhidas do 17º ao 19º dia de cada período, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer -20°C. Amostras dos volumosos, concentrados, sobras de cada animal foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 24 horas apenas para eliminar a umidade de campo, uma vez que, se trata de alimentos que já apresentam matéria seca (MS) elevada. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca tipo Willey (peneira com crivos de 1 mm) e após serem homogeneizadas as 3 amostras individuais de cada animal foram utilizadas para formar uma composta representativa para posterior análise laboratorial.

A digestibilidade foi realizada pelo método de coleta total de fezes, utilizando-se bolsas coletoras. No entanto, para não interferir no consumo dos animais realizou-se a adaptação dos animais às bolsas a partir do 14º dia de cada período. Do 17º ao 19º dia realizou-se a coleta de fezes. As fezes foram acondicionadas em sacos plásticos e pesadas sempre no dia seguinte ao fechamento no período da manhã antes de ser ofertada a dieta, durante três dias. A retirada das fezes das bolsas foi realizada pela manhã e tarde antes da oferta da ração.

Após mensurar a quantidade de fezes produzidas em 24 h, foram retiradas amostras individuais de cada animal. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, sendo registrado peso inicial (antes da estufa) e final (pós-estufa). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca tipo Wiley (peneira com crivos de 1 mm). Posteriormente, as amostras individuais de fezes de cada

animal foram transformadas em uma composta (proporção de 20% de fezes de cada dia), que foram armazenadas para posterior análise laboratorial.

3.6.2 Análises das amostras

As amostras de volumoso, concentrado, sobras e fezes foram analisadas no laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga – BA. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) (Método INCT G-003/1), matéria mineral (MM) (Método INCT M-001/2), proteína bruta (PB) (Método INCT N-001/2) e extrato etéreo (EE) (Método INCT G-004/1) (INCT-CA). Para as análises de fibra de detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio, e corrigidas para cinza residuais (Mertens, 2002). A correção da FDN para os compostos nitrogenados e a estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) seguiram a metodologia de Licitra *et al.* (1996). A lignina foi obtida a partir da metodologia descrita em Detmann *et al.* (2012). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados por meio da equação (Weiss, 1999), utilizando o FDNcp (Detmann *et al.*, 2010, sendo:

$$\text{CNF} = 100 - \% \text{FNDcp} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{MM}$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme Weiss (1999) pela equação:

$$\text{NDT} = \text{PBdigestível} + \text{FDNdigestível} + \text{CNFdigestível} + 2,25 \times \text{EEdigestível}$$

Uma vez determinado o teor de excreção fecal da matéria seca, foram calculados os coeficientes de digestibilidade (CD) dos demais nutrientes por meio da razão do que foi consumido de cada nutriente e sua respectiva excreção fecal, sendo o valor multiplicado por 100 (Silva e Leão, 1979), como demonstrado a seguir:

$$\text{CD} = ((\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}) / (\text{nutriente ingerido})) \times 100$$

A determinação da concentração de energia bruta (EB) dos alimentos fornecidos, sobras, fezes e urina foi realizada por meio de uma bomba calorimétrica. Para determinar a energia bruta das amostras de alimentos e de fezes, utilizaram-se 0,5 g de cada amostra. Já para determinar a energia bruta da urina, foram usados 10 mL de urina, previamente desidratadas em copos descartáveis para viabilizar sua combustão. Os valores de EB obtidos foram corrigidos pela subtração do valor correspondente aos recipientes plásticos vazios, previamente determinados.

O cálculo da energia metabolizável (EM) foi realizado com base na fórmula proposta por Blaxter e Clapperton (1965):

Energia digestível (ED) = Energia bruta ingerida (EBI) - Energia fecal (EF)

Energia metabolizável (EM) = Energia digestível (ED) – (Energia urinária + gases)

A produção de metano (Cm) foi estimada pela equação:

$$C_m = 0,67 + 0,062D$$

Em que:

Cm representa a produção de metano (em kcal por 100 kcal de energia consumida);

D é a digestibilidade aparente da energia bruta (EB) do alimento.

3.7 Urina

3.7.1 Coleta das amostras

A coleta total de urina foi realizada no 16º dia de cada período. Foram utilizados coletores abaixo das gaiolas metabólicas para armazenar a urina. Sobre os recipientes de coletas foram colocadas telas de 1 mm para evitar que outros resíduos contaminem as amostras. Foram adicionados em cada recipiente 50ml de ácido sulfúrico a 20% às 7h e 16h, totalizando 100 ml de ácido sulfúrico para conservação dos metabólitos da urina. Ao término do período de 24 horas de coleta, a urina foi pesada, homogeneizada, filtrada com gazes e amostrada, retirando uma alíquota de 10% do volume e congelada no freezer a -20°C, para posteriores análises.

3.7.1 Análises das amostras

As concentrações de creatinina e ureia foram determinadas utilizando *kits* comerciais Bioclin® (K016 e K047, respectivamente). A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi obtida por meio da multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667 correspondente ao teor de N na ureia. O teor de nitrogênio total foi obtido pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995). O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado com:

$$N\text{-retido} = N \text{ ingerido (g)} - N \text{ nas fezes (g)} - N \text{ na urina (g)}$$

Os teores urinários de alantoína, xantina e hipoxantina foram determinados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen e Gomes (1992). A excreção total dos derivados de purina (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína (ALA), ácido úrico (Ác.Ú), xantina e hipoxantina (XH)

excretadas na urina, expressas em mmol/dia, conforme descrito por Chen e Gomes (1992):

$$DP = ALA + \dot{A}c.U + XH$$

Foi calculado o *índice* derivados de purina: creatinina (*índice* DP:C). Esse índice foi calculado utilizando-se a razão das concentrações urinárias (mmol/L) de derivados de purina e creatinina multiplicados pelo peso metabólico, conforme descrito por Chen et al. (2004):

$$\text{Índice DP:C} = (DP/\text{Creatinina}) \times PC^{0,75}$$

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram estimadas a partir da excreção de derivados de purinas totais (Y, mmol/dia), por intermédio da equação proposta por Chen e Gomes (1992), para pequenos ruminantes:

$$Y = 0,84X + (0,150 \times PC^{0,75} e^{-0,25X})$$

Onde: 0,84 é a eficiência de absorção de purinas exógenas, $0,150 \times PC^{0,75}$ refere-se a excreção endógena de derivados de purinas e $e^{-0,25X}$ a taxa de substituição da síntese de novo por purinas endógenas.

O fluxo intestinal de N microbiana (g NM/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando a equação descrita por Chen e Gomes (1992):

$$NM = 70X / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$$

Em que, 70 é o conteúdo de N de purinas (mg N/ mmol); 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 é a relação N purina: N total nas bactérias.

A eficiência de síntese de proteína microbiana foi obtida por meio da divisão da síntese de proteína microbiana (g/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

$$\text{Efic. Pmic} = NM/NDT$$

3.8 Plasma sanguíneo

3.8.1 Coleta das amostras

Foram realizadas coletas de sangue às 4 horas após a alimentação da manhã no 18º dia de cada período, via punção da veia jugular (asepsia com solução de Iodo – PVPI1%) utilizando tubo de ensaio (*VacutainerTM*) de 5 ml com EDTA. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos, obtendo-se o plasma sanguíneo, onde foi separado e acondicionado em Eppendorf®.

Para as análises de alanina amino transferase (TGP), cálcio, colesterol, creatina quinase (CK), desidrogenase láctica (LDH), gama-glutamyl transferase (GGT), lipoproteína de alta densidade (HDL), triglicerídeos, o plasma foi armazenado a -20 °C e para as análises de ácido úrico, albumina, creatinina, fosfatase alcalina, fósforo, glicose, lactato, proteínas totais e ureia, o plasma foi refrigerado.

3.8.2 Análises das amostras

As análises do plasma sanguíneo foram realizadas pelo aparelho bioquímico automatizado *Cobas Mira Plus* em ensaios cinético enzimático ou colorimétrico utilizando kits comerciais (Bioclin®) para medir as concentrações de proteínas totais (g/dL), albumina (g/dL), ureia (mg/dL), creatinina (mg/dL), ácido úrico (mg/dL), glicose (mg/dL), colesterol (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), lipoproteína de alta densidade - HDL (mg/dL), lactato (mg/dL), cálcio (mg/dL), fósforo (mg/dL), alanina amino transferase - TGP (U/L), gama-glutamyl transferase - GGT (U/L), creatina quinase - CK (U/L), fosfatase alcalina- FAL (U/L) e desidrogenase láctica - LDH (U/L).

3.9 Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo foi avaliado no 21º dia de cada período experimental, os animais foram observados durante 24 horas, em intervalos de dez minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Durante a observação noturna o ambiente foi mantido com iluminação artificial. Também foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã (6h às 11h50), tarde (12h às 18h50) e noite (19h00 às 00h50). Nestes períodos, foram quantificados o número de mastigação merícicas por bolo ruminal e o tempo gasto para a ruminação de cada bolo, com um cronômetro digital manuseado pelos observadores. As variáveis comportamentais observadas foram alimentação, ruminação (min/g MS e FDNcp) e ócio (min/dia).

As variáveis calculadas foram: eficiência de alimentação (gMS e FDN/min), taxa de ruminação (gMS e FDNcp/bolo e gMS e FDNcp/min) e consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, considerando o consumo voluntário de MS e FDN dos dias que foram realizadas as avaliações do comportamento ingestivo.

As variáveis foram obtidas por meio das equações descritas por (Burger *et al.*, 2000):

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN_{cp} = CFDN_{cp}/TRU;$$

$$TMT = TAL + TRU;$$

$$BOL = TRU/MMtb;$$

$$MMnd = BOLMMnb$$

EALMS: eficiência de alimentação; CMS (g MS/dia): consumo de matéria seca; TAL (min/dia): tempo de alimentação; ERUMS: eficiência de ruminação; TRU (min/dia): tempo de ruminação; CFDN_{cp} (gFDN_{cp}/dia): consumo de FDN; TMT (min/dia): tempo mastigação total; BOL (nº/dia): número de bolos ruminados; MMtb (s/bolo): tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal; MMnd (nº/dia): número de mastigações meréricas; MMnb (nº/bolo): número de mastigações meréricas por bolo.

3.10 Análise estatística

Foi utilizado o procedimento GLM do SAS e o teste Tukey à 5% de probabilidade para comparar as médias. O delineamento experimental utilizado foi o de quadrado latino duplo, exceto para as variáveis do plasma que foi em quadrado simples com arranjo em parcelas subdivididas.

O modelo utilizado:

$$y_{ij(k)m} = \mu + SQ_m + ROW(SQ)_{im} + COL(SQ)_{jm} + \tau_{(k)} + \varepsilon_{ij(k)m}$$

$$i, j, k = 1, \dots, r; m = 1, \dots, b$$

Onde: $y_{ij(k)m}$ = observação $ij(k)m$, μ = média, SQ_m = efeito do quadrado m , $ROW(SQ)_{im}$ = efeito da linha dentro do quadrado m , $COL(SQ)_{jm}$ = efeito da coluna dentro do quadrado m , $\tau_{(k)}$ = efeito do tratamento k , $\varepsilon_{ij(k)m}$ = erro aleatório quando a média é 0 e a variância σ^2 , r = número de tratamentos, de linha e de colunas dentro de cada quadrado, b = número de quadrados.

Foram utilizados três contrastes comparando:

1 – 50% (sem APA) vs 50% (com APA);

2 – 70% (sem APA) vs 70% (com APA);

3 – 50% + 70% (sem APA) vs 50% + 70% (com APA).

IV - RESULTADOS

4.1 Consumo, digestibilidade, partição dos compostos nitrogenados e metabólitos urinários

A proporção de concentrado influenciou ($P<,0001$) o consumo de matéria seca e dos nutrientes por ovinos (g/dia). O consumo de MS, MO, PB, EE e CNF foi maior nas dietas com 70% de concentrado, enquanto o consumo de FDNcp foi maior nas dietas com 50%. Em relação ao consumo de volumoso (g/kg PC), as dietas com 50% de concentrado resultaram em maior consumo de MS e nutrientes ($P<,0001$). Por outro lado, para o consumo de concentrado (g/kg PC) observou-se maior consumo de MS e nutrientes nas dietas com 70% de concentrado ($P<,0001$). No entanto, o APA não influenciou o consumo de nutrientes, independentemente do nível de concentrado na dieta ($P>0,05$) (Tabela 9).

A ingestão de energia bruta, metabolizável e digestível, foi maior ($P<,0001$) para os ovinos que receberam 70% de concentrado, em comparação com 60% e 50% de concentrado. A perda de energia via urina e fezes não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre os níveis de concentrado. Em relação à adição do APA, não houve diferença significativa ($P>0,05$) para o consumo e perdas energéticas dos ovinos (Tabela 10).

A adição de APA nas dietas não apresentou efeito ($P>0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutricionais e NDT, independentemente da proporção de concentrado (Tabela 11).

Na avaliação do balanço de nitrogênio, observou-se efeito de APA nas dietas, em que APA aumentou a excreção de nitrogênio total urinário e reduziu a proporção de nitrogênio retido, conforme demonstrado no contraste D3 - (50% sem APA + 70% sem APA) x (50% com APA + 70% com APA) para o nitrogênio urinário ($P=0,0121$) e para a retenção de nitrogênio em relação ao % de ingestão de nitrogênio ($P=0,0429$).

Ressalta-se ainda que os níveis de concentrado influenciaram o N ingerido, o N fecal, o N urinário e o N digerido ($P<0,05$), com valores maiores nas dietas com 70% de

concentrado, exceto para o N fecal, que não apresentou diferença no teste de Tukey (Tabela 12).

Tabela 9. Consumo de matéria seca e de nutrientes em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com ou sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Itens	Níveis de Concentrado					P ¹	EPM ²
	50%		60%	70%			
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA		
Consumo (g/dia)							
MS	1157,81 ^c	1203,05 ^c	1275,28 ^{bc}	1382,13 ^{ab}	1426,24 ^a	<0,0001	37,34
MO	1050,44 ^c	1103,77 ^c	1153,52 ^{bc}	1239,58 ^{ab}	1299,3 ^a	<0,0001	34,71
PB	156,91 ^c	164,95 ^{bc}	183,74 ^b	207,45 ^a	217,00 ^a	<0,0001	5,86
EE	71,78 ^c	74,55 ^{bc}	83,14 ^b	93,34 ^a	97,02 ^a	<0,0001	3,33
FDNcp	493,11 ^{ab}	508,66 ^a	454,3 ^{bc}	413,56 ^c	427,94 ^c	<0,0001	12,63
CNF	334,86 ^c	364,64 ^c	441,82 ^b	536,38 ^a	565,98 ^a	<0,0001	18,68
Consumo de Volumoso (g/kg PC)							
MS	12,97 ^a	13,33 ^a	10,38 ^b	8,06 ^c	8,14 ^c	<,0001	0,37
MO	11,88 ^a	12,31 ^a	9,57 ^b	7,38 ^c	7,49 ^c	<,0001	0,34
PB	1,32 ^a	1,36 ^a	1,09 ^b	0,84 ^c	0,86 ^c	<,0001	0,35
EE	0,56 ^a	0,56 ^a	0,44 ^b	0,33 ^c	0,32 ^c	<,0001	0,02
FDNcp	9,65 ^a	9,85 ^a	7,71 ^b	5,96 ^c	6,06 ^c	<,0001	0,30
CNF	0,76 ^a	0,80 ^a	0,54 ^b	0,44 ^b	0,43 ^b	<,0001	0,03
Consumo de Concentrado (g/kg PC)							
MS	15,31 ^c	15,94 ^c	20,14 ^b	25,08 ^a	25,36 ^a	<,0001	0,69
MO	13,68 ^c	14,53 ^c	18,05 ^b	22,30 ^a	22,99 ^a	<,0001	0,63
PB	2,51 ^c	2,66 ^c	3,32 ^b	4,13 ^a	4,25 ^a	<,0001	0,12
EE	1,11 ^c	1,17 ^c	1,47 ^b	1,80 ^a	1,86 ^a	<,0001	0,05
FDNcp	2,43 ^c	2,61 ^c	3,23 ^b	3,98 ^a	4,11 ^a	<,0001	0,11
CNF	7,61 ^c	8,09 ^c	10,03 ^b	12,38 ^a	12,75 ^a	<,0001	0,36
Consumo do APA							
(mg/kg MS)	-	29	30	-	29		

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDNcp - fibra de detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; CNF - carboidratos não fibrosos; PC - peso corporal. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Consumo e utilização de energia em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com ou sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Itens	Níveis de concentrado					P ¹	EPM ²
	50%		60%	70%			
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA		
EBI ³	4327,10 ^b	4630,20 ^b	4660,30 ^b	5135,30 ^a	5384,10 ^a	<,0001	143,28
EBF ³	1170,10	1314,80	1307,80	1237,40	1378,00	0,5778	46,10
EBU ³	124,20	97,80	125,20	130,50	121,70	0,5116	7,01
ED ³	3157,00 ^b	3315,60 ^b	3352,60 ^b	3898,00 ^a	4006,00 ^a	<,0001	123,24
EM ³	3038 ^b	3222,90 ^b	3232,50 ^b	3772,90 ^a	3889,60 ^a	<,0001	119,93
EM ⁴	185,80 ^b	198,30 ^b	195,30 ^b	227,50 ^a	232,80 ^a	<,0001	4,86
EM/EBI ³	0,70	0,70	0,69	0,73	0,72	0,4941	0,01
EBF/EBI(%)	27,30	28,20	28,40	25,00	25,30	0,5383	0,75
EBU/EBI(%)	2,88	2,13	2,64	2,62	2,25	0,2968	0,13

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; EBI - energia bruta ingerida; EBF - energia bruta fecal; EBU - energia bruta urinária; ED - energia digestível; EM - energia metabolizável; ³(kcal/dia); ⁴(g/kg PM). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes em ovinos alimentados com diferentes proporções concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Proporções concentrado, com e sem adição de aditivos experimentais de algas (PA1)							
Itens	Níveis de Concentrado					P ¹	EPM ²
	50%		60%		70%		
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA		
Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (g/100g)							
MS ³	77,49	73,86	73,08	77,33	75,73	0,2241	0,80
MO ⁴	75,24	74,91	73,81	77,65	76,55	0,4401	0,68
PB ⁵	79,45	79,61	77,31	80,63	80,18	0,5060	0,62
EE ⁶	75,98	70,5	69,77	76,42	76,14	0,0872	1,13
FDNcp ⁷	64,8	63,72	58,62	59,05	56,47	0,1221	1,21
CNF ⁸	88,58	89,01	89,78	90,79	91,22	0,2256	0,46
Nutrientes digestíveis totais (g/100g)							
NDT	75,21	74,91	73,58	76,95	76,86	0,5641	0,74

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; ³matéria seca; ⁴matéria orgânica; ⁵proteína bruta; ⁶extrato etéreo; ⁷fibra de detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; ⁸carboidratos não fibrosos; PC – peso corporal.

Tabela 12. Partição de compostos nitrogenados em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Itens	Níveis de concentrado					P ¹	EPM ²	Contrastes		
	50%		60%		70%			D1	D2	D3
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA					
Balanço de nitrogênio (g/dia)										
NI ³	25,1 ^c	26,4 ^{bc}	29,4 ^b	33,2 ^a	34,7 ^a	<,0001	0,94	0,2465	0,1695	0,0773
NF ⁴	5,2	5,4	6,8	6,3	7,0	0,0452	0,27	0,7706	0,3080	0,3540
NU ⁵	8,5 ^c	10,9 ^{bc}	10,9 ^{bc}	12,7 ^{ab}	15,4 ^a	0,0004	0,65	0,0823	0,0559	0,0121
ND ⁶	19,9 ^c	21,0 ^{bc}	22,6 ^b	26,9 ^a	27,7 ^a	<,0001	0,77	0,2494	0,3871	0,1573
NR ⁷	11,5	10,1	11,7	14,2	12,3	0,0936	0,60	0,3561	0,1983	0,1219
Nitrogênio digerido e retido em relação ao ingerido										
ND(%NI)	79,4	79,6	77,3	80,6	80,2	0,5060	0,62	0,9371	0,8215	0,9174
NR(%NI)	58,1	48,5	51,0	51,6	45,6	0,2122	2,02	0,0719	0,2687	0,0429

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; ³nitrogênio ingerido; ⁴nitrogênio fecal; ⁵nitrogênio urinário; ⁶nitrogênio digerido; ⁷nitrogênio retido. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. D1 = (50% sem APA x 50% com APA); D2 = (70% sem APA x 70% com APA); D3 = (50% sem APA + 70% sem APA) x (50% com APA + 70% com APA).

A adição do APA não influenciou os derivados de purina, o *índice* de DPC, as purinas absorvidas, a produção de nitrogênio microbiano e a eficiência da síntese de proteína microbiana ($P>0,05$). No entanto, os níveis de concentrado influenciaram essas variáveis ($P<0,05$), que apresentaram valores menores na dieta com 60% de concentrado, para excreção de derivados de purinas, purinas absorvidas e N microbiano, quando comparada às dietas com 70% de concentrado, com ou sem APA. Quanto ao índice de DPC, a dieta com 50% de concentrado sem APA apresentou valores menores em comparação à dieta com 70% de concentrado sem APA (Tabela 13).

Tabela 13. Síntese microbiana em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Sem adição de alcalóides piperidínicos de argemôa (PAPA)								
Itens	Níveis de Concentrado					P ¹	EPM ²	
	50%		60%		70%			
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA			
Derivados de purina (mmol/dia)	14,46 ^{abc}	15,34 ^{ab}	13,79 ^c	18,08 ^a	18,11 ^a	0,0064	0,65	
Índice de DPC ³	55,76 ^b	79,69 ^{ab}	62,28 ^{ab}	95,81 ^a	68,79 ^{ab}	0,0272	5,12	
Purinas absorvidas (mmol/dia)	16,71 ^{ab}	17,67 ^{ab}	15,75 ^b	20,85 ^a	21,15 ^a	0,0050	0,78	
N microbiano (g/dia)	12,14 ^{ab}	12,85 ^{ab}	11,45 ^b	15,16 ^a	15,38 ^a	0,0050	0,57	
Eficiência microbiana (g/PBM/kgNDT)	98,38	100,49	78,96	85,58	80,80	0,0411	2,94	

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; ³derivados de purinas: creatinina. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ademais, a adição do APA e os níveis de concentrado não alteraram ($P>0,05$) o volume urinário, a excreção de creatinina e a depuração de creatinina dos ovinos (Tabela 14). No entanto, na dieta com 70% de concentrado aditivada com APA, observou-se um aumento na excreção de ureia (g/PC e g/PC^{0,75}) e nitrogênio ureico (g/PC e g/PC^{0,75}) ($P<0,05$) (Contraste D2). Contudo, as outras variáveis analisadas não foram influenciadas pelo APA e pelos níveis de concentrado ($P>0,05$) (Tabela 15).

Tabela 14. Volume urinário, excreção de creatinina e depuração de creatinina em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

		Níveis de Concentrado				P ¹	EPM ²		
		50%		60%				70%	
Itens		Sem APA	APA	APA	Sem APA			APA	
Volume urinário									
L/dia		1,64	1,52	1,57	1,45	1,77	0,6924	0,10	
Creatinina									
mg/dia		539,65	447,96	476,94	439,65	550,62	0,6829	34,86	
mg/PC		13,10	11,13	11,77	10,36	12,45	0,7827	0,75	
mg/PC ^{0,75}		33,01	27,91	29,6	26,4	32,00	0,7724	1,91	
Depuração de Creatinina									
mL/minPC		1,17	0,97	1,14	0,94	1,21	0,6682	0,09	
mL/minPC ^{0,75}		2,92	2,38	2,85	2,37	3,07	0,6105	0,21	

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; PC – peso corporal; PC^{0,75} – peso metabólico.

Tabela 15. Excreção de ureia e nitrogênio ureico, depuração de ureia e taxa de reabsorção de ureia renal em ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrado, com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Itens	Níveis de concentrado					P ¹	EPM ²	Contrastes			
	50%		60%		70%			D1	D2	D3	
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA						
Ureia											
g/PC	0,14	0,12	0,13	0,13	0,19	0,12	0,01	0,5432	0,0280	0,2389	
g/PC ^{0,75}	0,35	0,31	0,33	0,32	0,49	0,09	0,02	0,5704	0,0220	0,2010	
N-ureico											
g/PC	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,14	0,004	0,6467	0,0280	0,2006	
g/PC ^{0,75}	0,16	0,14	0,16	0,15	0,23	0,08	0,01	0,5254	0,0181	0,1973	
Depuração de ureia											
mL/minPC	0,44	0,41	0,50	0,41	0,56	0,34	0,03	0,7608	0,0870	0,3086	
mL/minPC ^{0,75}	1,09	1,03	1,24	1,05	1,43	0,32	0,07	0,8067	0,0850	0,2860	
Taxa de reabsorção de ureia renal											
%	0,58	0,48	0,52	0,54	0,49	0,69	0,02	0,2005	0,5304	0,1796	

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; PC – peso corporal; PC^{0,75} – peso metabólico;

D1 = (50% sem APA x 50% com APA); D2 = (70% sem APA x 70% com APA);

D3 = (50% sem APA + 70% sem APA) x (50% com APA + 70% com APA).

4.2 Comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos

Os níveis de concentrado das dietas influenciaram o comportamento ingestivo. Observou-se efeito ($P < 0,05$) para o consumo de MS (g/dia), a atividade de alimentação (min/dia), o tempo de mastigação (min/g MS), as taxas de alimentação e ruminação (gMS/min) e quantidade de gMS/bolo e gFDNco/bolo (Tabela 16).

Em relação à adição de APA nas dietas dos animais observou-se diferença no consumo de MS (g/dia) ($P = 0,0064$), no tempo de mastigação (min/gMS) ($P = 0,0227$) e na taxa de ruminação ($P = 0,0489$) para o contraste D3. Além disso, a adição de APA na dieta com 70% de concentrado (contraste D2) proporcionou maior quantidade de gMS/bolo ($P = 0,0471$) e gFDNcp/bolo ($P = 0,0161$) durante a mastigação. Entretanto, as demais variáveis do comportamento ingestivo não foram influenciadas pela adição de APA ($P > 0,05$) (Tabela 16). E não foram observadas diferenças significativas nos períodos e na duração das atividades comportamentais em relação aos níveis de concentrado e à adição de APA ($P > 0,05$) (Tabela 17).

Ademais, a adição de APA às dietas e os diferentes níveis de concentrado não influenciaram ($P > 0,05$) as concentrações dos metabólitos proteicos (proteínas totais, albumina, ureia, creatinina e ácido úrico), energéticos (glicose, triglicerídeos, HDL e lactato), minerais (cálcio e fósforo) e atividades enzimáticas (TGP, GGT, CK, FAL e LDH) no plasma dos ovinos. Entretanto, observou-se diferença para o colesterol ($P = 0,0455$), mas o teste de Tukey não mostrou diferença significativa (Tabela 18).

Tabela 16. Consumo de matéria seca (MS), fibra de detergente neutro (FDNcp) e atividade de alimentação, ruminação, ócio, mastigação taxa de alimentação e ruminação de ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrados com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Itens	Níveis de concentrado					Valor-P ¹	EPM ²	Contrastes		
	50%	60%	70%					D1	D2	D3
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA					
Consumo										
MS (g/dia)	1225,09 ^c	1265,97 ^c	1353,46 ^{bc}	1479,36 ^{ab}	1536,47 ^a	<,0001	39,96	0,3659	0,2097	0,0064
FDNcp (g/dia)	581,30	608,20	575,38	563,57	613,69	0,2690	16,82	0,3114	0,0650	0,2410
Atividade (min/dia)										
Alimentação	253 ^{ab}	276 ^a	232 ^{ab}	227 ^b	250 ^{ab}	0,0031	6,31	0,0677	0,0677	0,9078
Ruminação	464	460	440	437	434	0,7495	9,04	0,8890	0,9166	0,5070
Ócio	723	704	768	776	756	0,1993	12,23	0,5833	0,5638	0,6097
Mastigação meréricas										
TMTmin/dia	717	736	672	664	684	0,1993	12,23	0,5833	0,5638	0,6097
Min/g MS	0,62 ^a	0,59 ^{ab}	0,53 ^{bc}	0,45 ^c	0,46 ^c	<,0001	0,02	0,3833	0,8357	0,0227
Min/g FDNcp	1,32	1,25	1,24	1,20	1,15	0,0903	0,04	0,2583	0,4204	0,1467
Taxa de Alimentação										
gMS/min	4,90 ^b	4,82 ^b	5,89 ^a	6,64 ^a	6,37 ^a	<,0001	0,22	0,8310	0,4115	0,1380
gFDNcp/min	2,32	2,33	2,50	2,54	2,56	0,4616	0,09	0,9794	0,9247	0,4349
Taxa de Ruminação										
gMS/min	2,72 ^b	2,79 ^b	3,16 ^{ab}	3,42 ^a	3,58 ^a	0,0006	0,11	0,7372	0,4407	0,0489
gFDNcp/min	1,29	1,34	1,34	1,31	1,43	0,6067	0,05	0,6086	0,1866	0,2117
Mastigação de ruminação										
Bolos (n/dia)	782,69	735,14	727,76	735,76	656,93	0,2474	20,31	0,3793	0,1499	0,0865
gMS/bolo	1,63 ^b	1,76 ^b	2,00 ^{ab}	2,08 ^{ab}	2,40 ^a	0,0003	0,09	0,4155	0,0471	0,0037
gFDNcp/bolo	0,78	0,85	0,85	0,79	0,96	0,0728	0,04	0,2688	0,0161	0,0167

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; D1 = (50% sem APA x 50% com APA); D2 = (70% sem APA x 70% com APA);

D3 = (50% sem APA + 70% sem APA) x (50% com APA + 70% com APA).

Tabela 17. Número de períodos e tempo de duração das atividades comportamentais de ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrados com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Itens	Níveis de Concentrado					P ¹	EPM ²
	50%		60%		70%		
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA		
NPA	9,70	10,40	8,30	10,00	11,00	0,0999	0,35
NPR	20,20	18,90	19,10	18,30	19,10	0,5475	0,46
NPO	24,90	24,60	23,90	24,00	24,90	0,8521	0,42
TPA (min.)	27,59	27,07	28,39	23,94	23,56	0,1672	0,78
TPR (min.)	23,09	24,35	24,32	24,72	23,43	0,9260	0,75
TPO (min.)	29,56	28,63	32,60	32,99	30,71	0,0786	0,70

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; NPA – número de períodos de alimentação; NPR – número de períodos de ruminação; NPO – número de períodos ócio; TPA – tempo de período de alimentação; TPR – tempo de período de ruminação; TPO – tempo de período ócio. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Metabólitos sanguíneos de ovinos alimentados com diferentes proporções de concentrados com e sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA)

Com a sem adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (PAH)							
Itens	Níveis de Concentrado					P¹	EPM²
	50%		60%	70%			
	Sem APA	APA	APA	Sem APA	APA		
Metabolitos proteicos							
PT (g/dL)	4,36	4,55	4,18	4,40	4,67	0,6306	0,14
ALB (g/dL)	2,86	2,90	2,57	2,85	2,90	0,3171	0,08
UR (mg/dL)	23,45	21,95	18,69	21,04	25,78	0,1495	1,14
CREA (mg/dL)	0,85	0,92	0,79	0,84	0,79	0,3886	0,04
AU (mg/dL)	0,43	0,46	0,50	0,49	0,49	0,6915	0,02
Metabolitos energéticos							
GLIC (mg/dL)	74,50	75,85	72,56	80,70	74,33	0,6579	2,12
COL (mg/dL)	72,76	75,15	60,54	64,44	65,48	0,0455	1,88
TRIG (mg/dL)	45,45	48,82	44,09	46,30	40,29	0,6357	1,96
HDL (mg/dL)	45,60	49,21	48,66	47,01	46,82	0,9771	2,56
LAC (mg/dL)	17,49	17,84	18,90	16,82	13,13	0,5196	1,29
Metabolitos minerais							
Ca (mg/dL)	10,67	11,42	11,55	11,59	11,24	0,6220	0,24
P (mg/dL)	6,69	6,83	6,37	6,66	6,89	0,8467	0,21
Metabolitos enzimáticos							
TGP/ALT (U/L)	13,86	17,16	15,62	16,52	13,70	0,2434	1,15
GGT (U/L)	110,43	116,21	117,93	111,95	111,80	0,9586	4,84
CK(U/L)	291,54	323,75	331,57	362,60	404,83	0,1102	16,06
FAL (U/L)	289,87	287,40	319,29	325,64	256,62	0,4806	17,74
LDH (U/L)	196,42	219,33	217,40	235,52	210,09	0,5280	12,67

¹Probabilidade; ²erro padrão médio; PT – proteínas totais; ALB – albumina; UR – ureia; CREA – creatinina; AU – ácido úrico; GLIC – glicose; COL – colesterol; TRIG – triglicerídeos; HDL – lipoproteína de alta densidade; LAC – lactato; Ca – cálcio; P – fósforo; TGP/ALT – alanina amino transferase GGT – gama-glutamil transferase; CK – creatina quinase; FAL – fosfatase alcalina; LDH – lactato desidrogenase.

V - DISCUSSÃO

5.1 Consumo, digestibilidade, partição dos compostos nitrogenados e metabólitos urinários

A inclusão de compostos secundários vegetais em dietas de ruminantes pode reduzir a aceitabilidade do alimento devido a sabores e aromas indesejáveis, ocasionando diminuição voluntária no consumo (Silva *et al.*, 2017). No entanto, os resultados deste estudo demonstraram que a adição de 27 mg/kg de MS de APA à dieta não afetou negativamente o consumo, mesmo quando o APA foi utilizado em uma dieta com 50% de concentrado (Tabela 9).

Os achados indicam que a dose testada não comprometeu a palatabilidade da dieta, garantindo o consumo adequado para as exigências metabólicas e de crescimento dos animais. Tais resultados corroboram os de Brito *et al.* (2020), que, ao avaliar uma dose superior (31,5 mg) e uma relação volumoso:concentrado de 33,3:66,7, também não identificaram alterações significativas no consumo e na digestibilidade dos nutrientes. Adicionalmente, Ribas *et al.* (2024), que testaram doses menores (2,3, 4,6 e 9,2 mg/kg de MS) com a mesma relação volumoso:concentrado (40:60), relataram que a adição do aditivo manteve a digestibilidade dos nutrientes.

A ausência de efeitos significativos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes neste estudo indica que o APA não interfere nesses parâmetros nas condições avaliadas (Tabela 9 e 11). No entanto, contrastando com esses achados, não foi observado melhora na utilização de proteínas e no aproveitamento do amido e açúcares, conforme relatado por Oliveira *et al.* (2021), que utilizaram doses (9,2, 18,4 e 27,6 mg/kg de MS). Essa divergência pode estar associada à diferença na relação volumoso:concentrado (20:80) ou na espécie animal utilizada (caprinos).

Além disso, Sousa *et al.* (2022) testaram diferentes doses (6,6, 17,3 e 27,8 mg) com uma relação volumoso:concentrado (40:60). Embora a adição do aditivo não tenha alterado o consumo de nutrientes, eles observaram um aumento na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) nos níveis de 17,3 e 27,8 mg/kg de MS.

Os alcaloides piperídínicos presentes nas vagens de *Prosopis juliflora*, apresentam propriedades antimicrobianas que podem ser responsáveis pela inibição parcial de bactérias fermentadoras de celulose no rúmen, através de uma inibição seletiva do crescimento microbiano de bactérias gram-positivas (Santos *et al.*, 2013).

A inibição de bactérias gram-positivas por compostos específicos pode favorecer o crescimento de gram-negativas (Silva *et al.*, 2017). Como essas bactérias são essenciais na degradação de fibras, sua redução diminui a taxa de passagem e aumenta o tempo de retenção das partículas fibrosas no trato gastrointestinal, elevando a digestibilidade da fibra (Silva *et al.*, 2017). Além disso, alterações na microbiota animal podem aumentar a síntese de proteína microbiana, melhorando a digestibilidade da proteína bruta, da matéria seca, da matéria orgânica e dos nutrientes digestíveis totais (Silva *et al.*, 2017).

No presente estudo, os animais apresentaram consumo preferencial do concentrado em relação ao volumoso, mesmo quando ambos foram fornecidos simultaneamente. Esse comportamento sugere uma possível maior taxa de passagem inicial, resultando em um período de disponibilidade reduzida ou ausente do APA no rúmen no momento do consumo do volumoso. Consequentemente, a concentração residual de APA pode ter sido insuficiente para exercer ação efetiva sobre bactérias gram-positivas, o que pode explicar a ausência de alterações na digestibilidade dos nutrientes.

Os resultados demonstraram perdas de energia nas fezes (%EBI) de 28,2%, 28,4% e 25,0% em dietas com APA, correspondentes aos níveis de concentrado de 50%, 60% e 70%, respectivamente (Tabela 10). Tais valores encontram-se dentro do intervalo de 10% a 70% descritos por Blaxter (1962) para ruminantes. Quanto às perdas de energia na urina, estas não ultrapassaram 5% da energia bruta (Blaxter e Wainman, 1964), correspondendo a 2,13%, 2,64% e 2,25% para os níveis de concentrado de 50%, 60% e 70%, respectivamente, nas dietas contendo APA.

Em contraste com os resultados observados, Sousa *et al.* (2022) relataram redução nas perdas energéticas pelas fezes e aumento progressivo da energia digestível (em % da energia bruta) com a elevação da dosagem de APA, reportando perdas de energia urinária em média de 1,55% e, no nível 27,8 mg/kg de MS, perdas fecais de 27%.

O balanço de nitrogênio serve para identificar a eficiência da utilização do nitrogênio (N) pelos ruminantes e suas perdas no ambiente (Gentil *et al.*, 2007).

Considerando que o consumo de PB influencia o balanço de nitrogênio, observa-se que o maior consumo de PB decorrente da elevação dos níveis de concentrado nas dietas resultou em aumento proporcional tanto no N ingerido quanto no N digerido.

As dietas aditivadas com APA promoveram um aumento de 23,9% na excreção de nitrogênio urinário (Contraste D3) (Tabela 12). Esses resultados indicam menor eficiência na utilização do nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido (NR %NI), com uma redução de 14,5%. Outro ponto está relacionado à excreção de ureia e N-ureico, em que percebe-se que o aumento do consumo de PB na dieta com 70% pode ter influenciado no aumento da excreção dessas variáveis, principalmente na dieta aditivada com APA.

De acordo com Férrer *et al.* (2021), o uso do extrato aquoso de algaroba, sem suplementação proteica, resulta em melhora na retenção de nitrogênio e na síntese de proteína microbiana, além de maior aproveitamento pelos animais. Esse resultado corrobora com a pesquisa de Brito *et al.* (2020), que, ao utilizarem dietas com 13% de PB aditivadas com 31,5 mg/kg de MS de APA na alimentação de ovinos, observaram que, mesmo com menor quantidade de PB na dieta (APA - 13% PB e controle - 16% PB), não houve diferença significativa na retenção de N. Isso demonstra a eficiência do APA, pois permite reduzir a quantidade de PB da dieta, além de ressaltarem que houve aumento 30% da síntese de proteína microbiana.

Considerando que a dieta ingerida continha 1,66 vezes as exigências para ovinos nesta faixa de idade e ganho de peso, conforme o BR - Caprinos e Ovinos (2024) e que o uso de APA aumenta em 30% a síntese de proteína microbiana, pode-se justificar a diferença de 23,9% na excreção urinária de N observada com o uso do APA.

Além disso, Férrer *et al.* (2021) enfatizaram que o volumoso precisa ser de qualidade para obter resultados satisfatórios quando se utiliza o extrato aquoso de algaroba. Nesse contexto, é importante destacar que os ovinos receberam o mesmo feno independentemente da relação volumoso:concentrado. Portanto, justifica-se a falta de efeito significativo sobre as dietas testadas.

O APA na alimentação de ovinos possivelmente age sobre as bactérias proteolíticas, melhorando a fermentação ruminal e aumentando a degradação das proteínas, que, em excesso, são excretadas na forma de ureia pela urina. A quantidade de PB na dieta influencia a ação do APA, sendo mais eficiente em dietas com menor quantidade de PB. A qualidade do volumoso também é um fator relevante. Neste

estudo, o uso do feno de 60 dias de idade, combinado com o alto consumo de PB, pode ter interagido com a ação do APA.

Portanto, isto justifica o aumento na excreção de ureia e N-ureico na dieta aditivada com APA, pois possivelmente houve um aumento da amônia no rúmen, que, posteriormente, foi excretada em forma de ureia e N-ureico pela urina (Tabela 15). Isso também explica o fato de não ter havido aumento na eficiência da síntese de proteína microbiana (Tabela 13).

Quando a degradação da proteína dietética for superior à dos carboidratos, ultrapassando a quantidade utilizada pelos microrganismos ruminais, o excesso de amônia no rúmen será absorvido e metabolizado em ureia no fígado (Bach *et al.*, 2005). Da ureia produzida pelo fígado, uma parte é excretada na urina, e o restante é reciclado de volta para o intestino, através do tecido epitelial ou via saliva (Reynolds e Kristensen, 2008). Quanto maior o consumo de concentrado, menor será a produção de saliva pelo animal e, conseqüentemente, menos nitrogênio será reciclado, fazendo com que o animal o elimine na urina na forma de ureia. (Vedovatto *et al.*, 2020).

Além disso, a eficiência da síntese de proteína microbiana é influenciada pelo sincronismo entre proteínas e carboidratos. O desequilíbrio entre esses nutrientes pode resultar em perdas significativas de nitrogênio em forma de amônia (Alves *et al.*, 2010; Salazar *et al.*, 2008), conforme observado neste estudo.

No que tange os derivados de purinas, pode-se afirmar que esses são excretados pela urina e se originam, principalmente, da biomassa microbiana sintetizada a partir da fermentação da dieta fornecida (Chen *et al.*, 2004). Sabe-se que a excreção dos derivados de purinas apresenta correlação com a ingestão de matéria seca e matéria orgânica (Dórea *et al.*, 2017; Dos Santos *et al.*, 2018). Ou seja, o aumento da ingestão de ração, aumenta a excreção dos derivados de purinas e N microbiano (Zhou *et al.*, 2018).

Da mesma forma, à medida que aumenta a proporção de concentrado nas dietas, há um aumento na excreção de derivados de purinas e proteína ruminal (Mahboobi *et al.*, 2023). Assim, é correto afirmar que, neste experimento, o aumento da proporção de concentrado, aumentou o consumo dos ovinos, o que conseqüentemente resultou no aumento desses metabólitos.

Em relação à excreção de creatinina, esperava-se que não houvesse diferença entre as dietas, uma vez que ela não é influenciada pela ingestão de MS ou MO (Dos Santos *et al.*, 2018). A excreção de creatinina apresenta correlação positiva com o peso

corporal (Chizzotti *et al.*, 2008), com isso, a excreção diária é em função do peso corporal e do peso muscular (Dos Santos *et al.*, 2018). Ou seja, diferentes proporções de músculo e gordura, assim como distintas condições corporais, resultam em quantidades variáveis de excreção de creatinina por unidade de peso vivo (Koloski *et al.*, 2005). Além disso, a idade dos animais também pode influenciar esta variável (Soares, 2021).

Inicialmente, esperava-se que o consumo das dietas fosse maior naquelas que continham maior proporção de concentrado, o que ficou evidente neste trabalho (Tabela 9). Dessa forma, o aumento do consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF) juntamente com a redução da ingestão de fibra de detergente neutro (FDNcp) à medida que a proporção de concentrado aumenta, pode ser atribuído ao aumento dos nutrientes solúveis e à redução da fibra (Barbosa *et al.*, 2018).

Neste trabalho, evidenciou-se o comportamento alimentar seletivo dos ovinos. As dietas foram fornecidas *ad libitum*, com cálculo prévio para garantir 10% de sobra, sendo o volumoso e o concentrado oferecidos em cochos separados. Observou-se que as sobras consistiam principalmente de feno, indicando que o manejo alimentar adotado favoreceu a seleção de nutrientes pelos animais.

Os ovinos selecionam sua alimentação com base em características nutricionais, buscando atender às suas exigências nutricionais (Berthel *et al.*, 2022). Alimentos de alta digestibilidade e ingestão rápida são mais palatáveis e, portanto, preferidos (Baumont *et al.*, 2000). Esse comportamento foi confirmado no presente estudo, uma vez que os animais aumentaram o consumo proporcionalmente à elevação do nível de concentrado na dieta.

A ingestão de MS de dietas ricas em fibra pode ser limitada pela capacidade ruminal. Quando ocorre o enchimento do rúmen, o consumo é inibido (Berchielli *et al.*, 2006). Dessa forma, o tipo de alimento e sua composição química influenciarão o consumo de matéria seca (CMS). Logo, ao adicionar um ingrediente volumoso com alto teor de FDN e lignina a uma dieta, o CMS e a energia devem diminuir devido ao enchimento ruminal e ao maior tempo de retenção do alimento no rúmen (Galyean e Hubbert, 2014).

Em relação ao consumo de energia, o volumoso possui baixa densidade energética (Santos *et al.*, 2024), o que explica o fato de as dietas com 50% e 60% de concentrado apresentarem menor consumo de energia bruta. Além disso, pode-se inferir que as dietas com 70% de concentrado reduziram as perdas de energia via fezes e urina,

pois, embora não tenham apresentado diferença nas perdas energéticas, observou-se um maior consumo de energia bruta, maior absorção de energia (ED) e maior disponibilidade de energia para o metabolismo (EM). Ou seja, os ovinos consumiram mais energia, mas mantiveram a mesma quantidade de perdas.

A composição da ração pode influenciar a digestibilidade dos nutrientes (McDonald *et al.*, 2011). Tratando-se especificamente da forragem, tanto a composição química quanto o tamanho de partícula podem influenciar esse parâmetro. A redução do tamanho de partícula pode alterar o processo de ruminação, a fermentação ruminal e aumentar a taxa de passagem, o que consequentemente pode reduzir a digestibilidade (Mertens e Grant, 2020).

No presente experimento, o feno oferecido aos animais foi o mesmo, apresentando uniformidade tanto no tamanho de partícula quanto na composição de FDN. Além disso, a seletividade alimentar pode ter influenciado essa variável, uma vez que os animais priorizaram o consumo do concentrado (fonte de energia altamente fermentável) antes de ingerir o volumoso.

Dessa forma, esses fatores podem ter contribuído para a ausência de efeito significativo sobre a digestibilidade. Ademais, Ribas *et al.* (2024) também não observaram diferença na digestibilidade dos nutrientes, registrando uma digestibilidade média da MS em torno de aproximadamente 77,5% em dietas contendo 60% de concentrado e níveis de APA entre 2,3 a 9,2 mg/kg de MS.

Esse comportamento de consumo condiz com modelos de estimativa como o AFRC (1998), que se baseia no peso corporal metabólico ajustado à concentração energética da dieta com ponto de inflexão de 2,6 Mcal/kg de MS. Esse modelo estimou 95% do consumo efetivamente observado no presente estudo. Em relação às estimativas baseadas no BR – Corte de Caprinos e Ovinos (2024), as diferenças também se mantiveram dentro dos 5%, sendo positivo para as dietas com 50% de concentrado e negativos para aquelas com 60 e 70%. Isso ocorre porque o sistema BR – Corte de Caprinos e Ovinos (2024) adota um comportamento linear.

5.2 Comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos

O aumento de 3,6% na ingestão de MS em função da adição do APA (Contraste D3) correspondeu a 48,86 g/dia (Tabela 16). No geral (Tabela 9), com 3,5% não foram constatadas diferenças. Essa divergência provavelmente se deve ao coeficiente de variação, uma vez que o comportamento foi avaliado ao longo de um período de 24 horas.

Além disso, o aumento do consumo de MS também influenciou a quantidade de gMS/bolo e gFDN/bolo. Esses resultados confirmam o efeito do APA sobre o consumo animal, uma vez que na dieta com 70% de concentrado aditivada com APA observou-se aumento de 15,38% na quantidade de gMS/bolo e 21,52% em gFDN/bolo. Conforme Missio *et al.* (2010), dietas com maiores níveis de concentrado normalmente resultam em maior peso do bolo regurgitado, porém com menor quantidade de FDN.

O consumo de MS e FDNcp influencia a eficiência de ruminação de MS e FDN (Perazzo *et al.*, 2017). Neste estudo, ficou evidente que, quanto for maior o nível de concentrado, maior será a eficiência de alimentação e ruminação. Além disso, o APA promoveu melhoria na eficiência de ruminação, aumentando em 3,75%, o que corrobora com os resultados encontrados na literatura. Ribas *et al.* (2024) relataram que o APA altera o padrão de fermentação, associado à modificação da atividade microbiana. Esses autores observaram, em dietas de cordeiros, que a dose de 5,4 mg/kg de MS de APA representou o ponto de máximo de influência sobre a taxa de ruminação. Contudo, o APA não promoveu melhoria na eficiência de alimentação.

Por meio do perfil metabólico é possível avaliar o excesso ou a deficiência nutricional e ajustá-la para alcançar os resultados de referência. Além disso, avalia-se a adaptação nutricional e desequilíbrios metabólicos de origem nutricional. E não só isso, mas também se há algum tipo de lesão tecidual ocasionada pela dieta fornecida (González, 2018).

O perfil bioquímico sanguíneo pode ser influenciado por diversos fatores, dentre eles: espécie, raça, estado fisiológico, gênero, idade, momento da amostragem e o alimento (Hernández *et al.*, 2020). Apesar disto, a dose de APA adicionado na dieta dos animais não alterou os metabólitos sanguíneos independentemente do nível de concentrado (Tabela 18). Assim como Soares (2021), que também não identificou efeito do APA sobre os metabólitos sanguíneos de ovinos alimentados com 60% de concentrado e 40% de volumoso.

É válido destacar que os metabólitos proteicos (proteínas totais, albumina, creatinina, ureia e ácido úrico), energéticos (glicose, colesterol, triglicerídeos e HDL), minerais (cálcio e fósforo) e a atividade enzimática (GGT, CK e FAL) encontram-se dentro dos valores de referência considerados como normais (Varanis *et al.*, 2021). Logo, pode-se afirmar que os animais se mantiveram saudáveis e que a adição do APA não ocasionou lesões hepáticas, renais ou musculares.

VI - CONCLUSÃO

A adição de 27 mg/kg de MS de alcaloides piperídínicos de algaroba (APA) não é recomendada em dietas de ovinos com 70% de concentrado e alto teor proteico, pois essa dosagem aumenta a excreção urinária de ureia e nitrogênio ureico.

VII - REFERÊNCIAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 16th edition. **Association of Official Analytical**, Arlington, VA, 1995.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. E. Suppl., p. E9-E21, 2005

BARBOSA, A. L.; VOLTOLINI, T. V.; MENEZES, D. R.; MORAES, S. A. de; NASCIMENTO, J. C. S.; RODRIGUES, R. T. S. Ingestão, digestibilidade, desempenho de crescimento e emissão de metano entérico de cabras de raças não descritas do semiárido brasileiro alimentadas com dietas com diferentes proporções de forragem para concentrado. **Tropical Animal Health and Production**, n.50, p.283–289, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1427-0>

BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v.64, p.15-28, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00172-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00172-X)

BERCHIELL, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (2006) **Nutrição de ruminantes**. p.255-267.

BERTHEL, R.; SIMMLER, M.; DOHME-MEIER, F.; KEIL, N. Dairy sheep and goats prefer the single components over the mixed ration. **Frontiers in Veterinary Science**, v.9, 2022. doi: 10.3389/fvets.2022.1017669

BLAXTER, K. L. e WAINMAN, F.W. The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and for fattening. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 63, p.113–128, 1964.

BLAXTER, K. L. **The Energy Metabolism of Ruminants**. 2. ed. London: Academic Press, 1962. p.322

BLAXTER, K. L., e CLAPPERTON, J. L. (1965). Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.19, n.01, p.511. doi:10.1079/bjn19650046

BRITO, E. F.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, H. G. O.; SOARES, A. C. M.; CORREIA, G. S.; SOUSA, L. B.; SOUSA, L. B.; SOARES, V. P. dos S.; PAULA, V. F. de. Effects of enriched mesquite piperidine alkaloid extract in diets with reduced crude protein concentration on the rumen microbial efficiency and performance in lambs. **Czech Journal of Animal Science**, v.65, n.7, p.268–280, 2020. doi: 10.17221/54/2020-CJAS.

BR - CAPRINOS e OVINOS. Exigências nutricionais de caprinos e ovinos. São Carlos: **Editora Scienza**, p.270, 2024.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-241, 2000.

CHEN, X. B. e GOMES, M. J. Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives – An Overview of Technical Details. **International Feed Resources Unit Rowett Research Institute**, 1992.

CHEN, X. B.; JAYASURIYA, M. C. N.; MAKKAR, H. P. S. Measurement and application of purine derivatives:creatinine ratio in spot urine samples of ruminants In: Estimation of microbial protein supply in ruminants using urinary purine derivatives. **Springer, Dordrecht**, p.167-179, 2004. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2844-1_20

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. DE C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; TEDESCHI, L. O. Determinação da excreção de creatinina e avaliação da coleta de urina pontual em bovinos da raça Holandesa. **Livestock Science**, v.113, n.2-3, p.218–225, 2008. doi:10.1016/j.livsci.2007.03.013

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non fibrious carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. Métodos para análises de alimentos – INCT – **Ciência animal**, Editora UFV, p.214, 2012.

DÓREA, J. R. R.; DANÉS, M. A. C.; ZANTON, G. I.; ARMENTANO, L. E. Urinary purine derivatives as a tool to estimate dry matter intake in cattle: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v.11 n,100, p.8977–8994, 2017. doi: 10.3168/jds.2017-12908

DOS SANTOS, A. C. S; SANTOS, S. A.; CARVALHO, G. G. P.; MARIZ, L. D. S.; TOSTO, M. S. L.; VALADARES FILHO, S. C.; AZEVEDO, J. A. G. A comparative study on the excretion of urinary metabolites in goats and sheep to evaluate spot sampling applied to protein nutrition trials. **Journal of Animal Science**, v.8, n.96, p.3381–3397, 2018. <https://doi.org/10.1093/jas/sky198>

FÉRRER, J. P.; CUNHA, M. V. da; SANTOS, M. V. F. dos; TORRES, T. R.; SILVA, J. R. C. da; VÉRAS, R. M. L.; SILVA, D. C. da; SILVA, A. H.; QUEIROZ, L. M. D.; FÉRRER, M. T.; NETO, E. L. S.; JARAMILLO, D. M.; SOUZA, E. J. O. de. Mesquite (*Prosopis juliflora*) extract as a phytogenic additive for sheep finished on pasture in the semiarid region. **Revista Chilena de Pesquisa Agrícola**, v.81, n.1, p.14-16, 2021. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392021000100014>

GALYEAN, M. L., e HUBBERT, M. E. (2014). REVIEW: Traditional and alternative sources of fiber—Roughage values, effectiveness, and levels in starting and finishing

diets. **The Professional Animal Scientist**, v.30, n.6, p.571–584. doi:10.15232/pas.2014-01329

GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; MOURÃO, G. B. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.29, n.1, p.63-69, 2007. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v29i1.260>

GONÇALVES, W.C. **Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas para caprinos**. 2019. 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

GONZÁLEZ, F. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.159, 2018.

HERNÁNDEZ, J.; BENEDITO, J. L.; CASTILHO, C. Rlevance of the study of metabolic profiles in sheep and goat flock. Present and future: A review. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.3, n.18, p.14, 2020. <https://doi.org/10.5424/sjar/2020183-14627>

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI), PEREIRA, M.L. A.; BATISTA, R. **Aditivo à base de extrato vegetal em rações, utilizado como modificador da fermentação ruminal para melhoria do desempenho animal e mitigação da emissão de gases entéricos de efeito estufa**. BR 10 2012 030155-5, 27, 2014.

KOZLOSKI, G. V.; FIORENTINI, G.; HÄRTER, C. J.; SANCHEZ, L. M. B. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, v.1, n.35, p.98–102, 2005. doi: 10.1590/s0103-84782005000100015

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

MAHBOOBI, Z.; KARIMI, N.; JAHANBAKHSHI, A. Estimation of microbial protein synthesis in the rumen of growing lambs based on the purine derivative excretions and the dietary forage-to-concentrate ratio. **Journal of advanced veterinary and animal research**, v.3, n.10, p.385–394, 2023. <https://doi.org/10.5455/javar.2023.j691>

MC DONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C. A.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G. **Animal Nutrition**. Editora: Benjamin Cummings, p.712, 2011, 7ª edição.

MERTENS, D.R. e GRANT, R.J. Digestibilidade e Ingestão. **Forrages: The Science of Grassland Agriculture**, v.2, p.609-631, 2020, 7ª edição. Edited by Kenneth J. Moore, Michael Collins, C. Jerry Nelson and Daren D. Redfearn. doi: 10.1002/9781119436669.ch3

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinho terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1571-1578, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000700025

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of small ruminants**: sheep, goats, cervids and new world camelids. Washington: National Academy Press, p.384, 2007.

OLIVEIRA, A. R. A. de; PEREIRA, M. L. A.; PEREIRA, T. C. de J.; SILVA, H. G. de O.; SILVA, É. R. da; DUTRA, I. de C.; CORREIA, G. S.; SOARES, V. P. dos S.; RIBAS, K. P. de O.; PORTO, M. R. Enriched Mesquite Piperidine Alkaloid Extract Improves the Performance in Growing Goats. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 7, n. 3, p. 77-90, mar. 2021

OTT-LONGONI, R.; VISWANATHAN, N.; HESSE, M. Die Konstitution des Alkaloides Juliprosopin aus *Prosopis juliflora* A. Dc. 176. Mitteilung über organische Naturstoffe. **Helvetica Chimica Acta**, 1980. <https://doi.org/10.1002/hlca.19800630738>

PERAZZO, A. F.; HOMEM NETO, S. P.; RIBEIRO, O. L.; SANTOS, E. M.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, J. S.; BEZERRA, H. F. C.; CAMPOS, F. S.; FREITAS JUNIOR, J.E. Intake and ingestive behavior of lambs fed diets containing ammoniated buffel grass hay. **Tropical Animal Health and Production**, n.49, p.717–724, 2017. doi: 10.1007/s11250-017-1247-2

REYNOLDS, C.K.; KRISTENSEN, N.B. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. **Journal of Animal Science**, v.86, Suppl. E, p.E293-E305, 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0475

RIBAS, K. P. O.; PEREIRA, M. L. A.; SANTOS, J. R. A.; SILVA, L. S.; SANTOS, O. O.; CORREIA, G. S.; SOARES, V. P. S.; SANTOS, E. J.; MORAES, A. C. M.; PEREIRA, C. A. R.; SILVA, H. G. O. Mesquite piperidine alkaloid extract levels in lamb diets change rumination rate and rumen microbial efficiency. **Revista de Pesquisa em Ciências Agrárias**, v.4, n.8, 2024. <https://doi.org/10.22533/at.ed.9734824319062>

SALAZAR, D.R.; CORTINHAS, C.S.; FREITAS JR., J.E. Sincronismo energia - proteína: assimilação de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ruminantes. **PUBVET**, v.2, n.15, 2008.

SANTOS, E. T.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, C. F. P. G.; NETA, L. C. S.; GERIS, R.; MARTINS, D.; SANTANA, A. E. G.; BARBOSA, L. C. A.; SILVA, H. G. O.; FREITAS, G. C.; FIGUEIREDO, M. P.; OLIVEIRA, F. F.; BATISTA, R. Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on in vitro ruminal digestion. **International Journal of Molecular Sciences**, v.14, n.4, p.8496-8516, 2013. DOI: 10.3390/ijms14048496

SANTOS, J. R. A.; PEREIRA, M. L. A.; PEREIRA, T. C. J.; SILVA, H. G. O.; SANTOS, O. O.; CARVALHO, G. G. P.; ALMEIDA, J. R. F. A.; SILVA, R. P.; RIBAS, K. P. O. Supplementation with mesquite alkaloids extract in diets for lambs fed

Bermuda grass improves growth performance. **Small Ruminant Research**, v.205, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106560>

SANTOS, S. A.; CARVALHO, G. G. P. DE; AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, E. S.; TOSTO, M. S. L.; ALBA, H. R. D.; CRUZ, C. H. DA. Predição do valor energético de alimentos e dietas para ovinos e caprinos. In: **Exigências Nutricionais de Caprinos e Ovinos - BR-Caprinos e Ovinos**. São Carlos: Editora Scienza, 2024. cap. 3, p. 68-92. DOI: 10.26626/9786556681849.2024C003P65-90

SILVA, C. S. da; SOUZA, E. J. O. de; PEREIRA, G. F. C.; CAVALCANTE, E. O.; LIMA, E. I. M. de; TORRES, T. R.; SILVA, J. R. C. da; SILVA, D. C. da. Plant extracts as phytogenic additives considering intake, digestibility, and feeding behavior of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, p.353–359, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1199-y>

SILVA, J. F. C. e LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba SP: Livroceres, 1979. 380p.

SNIFFEN, C. J., OCONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOARES, L.S. **Alcaloides piperidínicos de algaroba na alimentação de cordeiras**. 2021b, 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SOUSA, L. B.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, H. G. O.; SOUSA, L. B.; SILVA, L. S.; MACHADO, F. S.; TOMICH, T. R.; OSS, D. B.; FERREIRA, A. L.; CAMPOS, M. M.; COSTA, I. C.; PEREIRA, L. G. R. *Prosopis juliflora* piperidine alkaloid extract levels in diet for sheep change energy and nitrogen metabolism and affect enteric methane yield. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.102, p.5132-5140, 2022. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11864>

VARANIS, L. F. M.; SCHULTZ, E. B.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. F.; CRUZ, W. F. G.; MACEDO JUNIOR, G. L. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to year of age in the tropics. *Semina: Ciências Agrárias*, v.42, n.3, p.1725–1740, 2021. doi: 10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1725

VEDOVATTO, M.; PEREIRA, C. S.; BELTRAME, J. A. M.; CORTADA NETO, I. M.; BENTO, A. L. L.; MARTHA, G. O. D.; MORAIS, M. G.; FRANCO, G. L. Inclusion of concentrate and growth promoters' additives in sheep diets on intake, digestibility, degradability, ruminal variables and nitrogen balance. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, v. 11, n. 1, p. 132-152, 2020. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4981>

ZHOU, J.W.; JING, X. P.; DEGEN, A. A.; LIU, H.; ZHANG, Y.; YANG, G.; LONG, R.J. Efeito do nível de ingestão de feno de aveia na digestibilidade aparente, fermentação ruminal e derivados de purina urinária em ovelhas tibetanas e de lâ fina. **Animal Feed Science and Technology**, n.241, p.112–120, 2018. doi:10.1016/j.anifeedsci.2018.04.023