

EFEITO DE ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA SOBRE A ABUNDÂNCIA RELATIVA DE BACTÉRIAS RUMINAIS EM CORDEIROS

Ana Victoria Silva de Oliveira¹, Mara Lúcia Albuquerque Pereira², Virgínia Patrícia dos Santos Soares³, Ester de Souza Viana⁴, Pâmela Farias Novaes⁴, Rayanna de Queiroz Souza⁴, Lucineia dos Santos Soares³, Priscila Coelho Silva Galvão⁵

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA – 17 mg/kg MS da dieta) e da monensina (MON - 17 mg/kg MS da dieta) na dieta de cordeiros alimentados com feno de capim *Tifton 85* em duas idades de corte, sobre a abundância relativa (AbR) de microrganismos ruminais. O experimento foi conduzido no setor de Ensaios Nutricionais com Ovinos e Caprinos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Itapetinga, BA. Foram utilizados 42 cordeiros mestiços Santa Inês, não castrados, em fase de terminação, com idade aproximada de 6 meses e peso corporal médio inicial de 29 ± 3 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais (1,5 m x 1,0 m), providas de cocho e bebedouro, e distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com os seguintes tratamentos: sem aditivo e feno 28 dias (0/28), sem aditivo e feno 60 dias (0/60), MON e feno 28 dias (MON/28), MON e feno 60 dias (MON/60), APA e feno 28 dias (APA/28) e APA e feno 60 dias (APA/60). As dietas foram formuladas com milho, farelo de soja, suplemento mineral e feno de *Tifton 85* para atingir ganho médio diário de 200 g. No abate, após jejum de 16 horas, foram coletadas amostras do conteúdo ruminal (fases sólida e líquida) para extração de DNA e posterior quantificação relativa por meio do qPCR de arqueias metanogênicas e de nove bactérias ruminais selecionadas. Os tratamentos APA/60 e MON/28 apresentaram menores percentuais de arqueias metanogênicas. O tratamento APA/28 reduziu ($P < 0,05$) a população de *Ruminococcus albus* e *Streptococcus bovis* em comparação aos tratamentos 0/28, MON/28. Em relação às bactérias gram-negativas, o tratamento APA/28 apresentou menor abundância relativa ($P < 0,05$) e a dieta MON/60 maior abundância relativa, exceto para *P. ruminicola*. Conclui-se que o uso do APA tem potencial para reduzir o crescimento de arqueias metanogênicas, sendo recomendado para dietas com capim de menor qualidade de fibra.

PALAVRAS-CHAVE: aditivo, *Prosopis juliflora*, metano entérico, monensina

EFFECT OF MESQUITE PIPERIDINE ALKALOIDS ON THE RELATIVE ABUNDANCE OF RUMEN BACTERIA IN LAMBS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of including piperidine alkaloids from mesquite (APA – 17 mg/kg DM of the diet) and monensin (MON – 17 mg/kg DM of the diet) in the diet of lambs fed Tifton 85 bermudagrass hay at two cutting ages, on the relative abundance (RA) of ruminal microorganisms. The experiment was conducted at the Small Ruminant Nutrition Trials Unit of the State University of Southwest Bahia (UESB), in

Itapetinga, BA, Brazil. Forty-two uncastrated crossbred Santa Inês lambs, in the finishing phase, with an average age of approximately 6 months and an initial body weight of 29 ± 3 kg, were used. The animals were housed in individual pens (1.5 m \times 1.0 m) equipped with feeders and drinkers and allocated in a completely randomized design with the following treatments: no additive and 28-day hay (0/28), no additive and 60-day hay (0/60), MON and 28-day hay (MON/28), MON and 60-day hay (MON/60), APA and 28-day hay (APA/28), and APA and 60-day hay (APA/60). Diets were formulated with corn, soybean meal, mineral supplement, and Tifton 85 hay to achieve an average daily gain of 200 g. At slaughter, after 16 hours of fasting, samples of ruminal contents (solid and liquid phases) were collected for DNA extraction and subsequent relative quantification of methanogenic archaea and nine selected ruminal bacteria by qPCR. Treatments APA/60 and MON/28 showed lower percentages of methanogenic archaea. The APA/28 treatment reduced ($P < 0.05$) the populations of *Ruminococcus albus* and *Streptococcus bovis* compared with the 0/28 and MON/28 treatments. Regarding Gram-negative bacteria, APA/28 showed a lower relative abundance ($P < 0.05$), while the MON/60 diet showed a higher relative abundance, except for *P. ruminicola*. It is concluded that the use of APA has the potential to reduce the growth of methanogenic archaea and is recommended for diets based on lower-quality fiber grass.

KEYWORDS: additive, enteric methane, *Prosopis juliflora*, monensin .

INTRODUÇÃO

A produção de metano no rúmen representa uma perda energética para o animal hospedeiro e, além disso, o metano eructado pelos ruminantes contribui para o efeito estufa e aquecimento global.

Diversas estratégias nutricionais têm sido propostas para mitigar a emissão de metano, incluindo o uso de ionóforos e compostos bioativos de plantas. O extrato alcaloídico da algaroba tem sido investigado por sua ação na fermentação ruminal, com efeito inibitório sobre bactérias gram-positivas, configurando-se como uma potencial alternativa à monensina sódica. Tal efeito pode resultar em uma degradação mais eficiente do alimento no rúmen e em maior aporte de proteína microbiana disponível ao animal.

Esses compostos também são capazes de modificar o perfil microbiano ruminal, reduzindo a população de arqueias metanogênicas e alterando a abundância relativa de bactérias gram-positivas e gram-negativas (Asanuma, N., Iwamoto, M., and Hino, T. 1999). Assim, o objetivo avaliar os efeitos da suplementação com alcaloides piperidínicos de algaroba e monensina sobre a abundância relativa de espécies bacterianas ruminais e arqueias metanogênicas em cordeiros em fase de terminação alimentados com feno de *Tifton 85* em duas idades de corte.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Ensaio Nutricionais com Ovinos e Caprinos da UESB, campus Juvino Oliveira, Itapetinga – BA, utilizando 42 cordeiros mestiços Santa Inês em terminação com aproximadamente 6 meses de idade e peso médio inicial de 29 ± 3 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais (1,5 m x 1,0 m), providas de cocho e bebedouro, e distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com os seguintes tratamentos: sem aditivo e feno 28 dias (0/28), sem aditivo e feno 60 dias (0/60), MON e feno 28 dias (MON/28), MON e feno 60 dias (MON/60), APA e feno 28 dias (APA/28) e APA e feno 60 dias (APA/60). A proporção dos ingredientes e a composição química do feno, do concentrado e dos tratamentos estão detalhadas na Tabela 1.

TABELA 1. Proporção dos ingredientes utilizados nos tratamentos fornecidos e composição química do feno de capim *Tifton 85*, do concentrado e dos tratamentos (% MS)

Ingredientes	Feno de <i>Tifton 85</i>	Milho grão	Farelo de Soja	Sal mineral¹	
Proporções (%)	40	41	14,1	4,9	
Composição química	Feno 28 dias	Feno 60 dias	Concentrado	Tratamentos	
				0/28 APA/28 MON/28	0/60 APA/60 MON/60
Matéria seca	92,88	92,31	92,82	92,84	92,62
Matéria Orgânica	90,28	90,94	88,47	89,19	89,46
Matéria mineral	9,72	9,06	11,53	10,81	10,54
Proteína Bruta	13,21	11,78	18,37	16,31	15,73
Extrato Etéreo	5,57	5,37	6,26	5,98	5,90
Fibra insolúvel em detergente Neutro ²	63,10	66,36	15,04	34,26	35,57
Fibra insolúvel em detergente ácido	44,62	46,35	7,11	22,11	22,81
PIDN	4,27	6,22	3,08	3,56	4,34
Lignina	3,20	6,30	1,28	2,05	3,29
Celulose	44,50	42,54	6,95	21,97	21,19
Hemicelulose	19,74	21,24	14,73	16,73	17,33
Carboidratos não fibrosos	8,40	7,42	48,81	32,65	32,25

MS: Matéria seca; APA: Alcaloides Piperidínico de Algaroba; MON: Monensina; PIDN: Proteína indigestível em detergente neutro ¹Cálcio - 120,00 g; Fósforo - 87,00 g; Sódio - 147,00 g; Enxofre - 18,00 g; Cobre - 590,00 mg; Cobalto - 40,00 mg; Cromo - 20,00 mg; Ferro - 1.800,00 mg; Iodo - 80,00 mg; Manganês - 1.300,00 mg; Selênio - 15,00 mg; Zinco - 3.800,00 mg; Molibdênio - 300,00 mg; Flúor (máx.) - 870,00 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em Ácido Cítrico a 2% (min.) - 95,00 %; ²Corrigido para cinzas e proteína;

Durante o abate, após um jejum de 16 horas, foram coletadas amostras do conteúdo ruminal (fases sólida e líquida) de cada animal. O material coletado foi filtrado em gaze para separar as duas fases. Para a análise da diversidade microbiana, amostras das fases sólida (aproximadamente 25 g) e líquida (aproximadamente 25 mL) do conteúdo ruminal foram armazenadas em um ultrafreezer a -80°C e, posteriormente, liofilizadas.

O DNA total foi extraído do conteúdo ruminal e por meio do qPCR determinado a abundância relativa de arqueias metanogênicas e de espécies bacterianas: *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Eubacterium ruminantium* e *Streptococcus bovis* como espécies gram-positivas, *Fibrobacter succinogenes*, *Prevotella ruminicola*, *Ruminobacter amylophilus*, *Selenomonas ruminantium* e *Megasphaera elsdenii* como espécies gram-negativas.

Os dados foram transformados em base logarítmica (Log10) e analisados pelo PROC GLM (SAS Studio, 2025), utilizando teste de Tukey a 5% para comparar médias das dietas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A arqueia metanogênica foi menor nos tratamentos APA/60 e MON/28 em comparação aos demais. Em relação às bactérias gram-positivas, o tratamento APA/28 reduziu a abundância relativa de *R. albus* e *S. bovis* em comparação aos tratamentos 0/28 e MON/28, enquanto *E. ruminantium* aumentou no tratamento MON/28 e APA/60. Já *B. fibrisolvens* houve diferença ($P < 0,05$) entre MON/28 e MON/60. Para o tratamento APA/28 mostrou menor abundância relativa de *R. albus* e *E. ruminantium* em comparação ao APA/60. No grupo das gram-negativas (*F. succinogenes*, *P. ruminicola*, *R. amylophilus*, *S. ruminantium* e *M. elsdenii*) observou-se redução no tratamento APA/28 em relação a 0/28 e MON/28.

Neste estudo, quantificamos as alterações nas populações de espécies bacterianas ruminais, por meio da quantificação relativa, com base na hipótese de que pelo menos algumas espécies responderiam à inclusão de MON e APA no tratamento (Stevenson e Weimer, 2007).

É possível observar que as bactérias *R. albus* e *B. fibrisolvens* se mostraram insensíveis à monensina, uma vez que não houve redução em sua abundância. Por outro lado, *S. bovis* foi sensível à MON quando esta foi associada ao feno de 60 dias,

resultando na redução dessa espécie (Marques e Cooke, 2021). O APA/28 foi eficiente na inibição das bactérias *R. albus* e *S. bovis*.

Houve aumento de *R. albus* em MON/60 em comparação com 0/60, possivelmente pela proteção de polissacarídeos extracelulares contra a MON. Já no APA/28, ocorreu redução de *R. albus*, indicando que o APA conseguiu penetrar a membrana bacteriana nesse tratamento.

Os tratamentos APA/60 e MON/60 estimularam microrganismos redutores de fumarato, como *Selenomonas* e *Fibrobacter*, que competem com arqueias metanogênicas. Isso pode justificar a menor abundância de metanogênicos observada nesses tratamentos.

TABELA 2. Abundância Relativa (AbR) de genes 16S rDNA de espécies bacterianas ruminais em cordeiros alimentados com tratamentos contendo feno de capim Tifton 85 em duas idades de corte aditivadas com extrato de alcaloides piperídnicos de algaroba (APA) ou monensina (MON)

Item	Tratamento						EPM	P
	0/28	0/60	MON/28	MON/60	APA/28	APA/60		
Arqueias metanogênicas								
%	68,89 ^a	71,79 ^a	42,07 ^b	71,88 ^a	71,51 ^a	43,97 ^b	3,20	<0,0001
Gram- Positiva¹								
<i>R. albus</i>	2,9557 ^{ab}	1,9275 ^{bc}	3,1567 ^a	3,3856 ^a	1,4440 ^c	2,9608 ^{ab}	0,16	<0,0001
<i>B. fibrisolvens</i>	2,7399 ^{ab}	1,7658 ^b	3,9589 ^a	1,6680 ^b	2,3909 ^{ab}	1,3650 ^b	0,21	0,0007
<i>E. ruminantium</i>	1,4385 ^b	2,1359 ^b	3,8816 ^a	1,0095 ^b	1,1334 ^b	4,3110 ^a	0,27	<0,0001
<i>S. bovis</i>	3,4722 ^a	2,3700 ^{ab}	3,3630 ^a	0,5731 ^c	1,8035 ^{bc}	1,2544 ^{bc}	0,21	<0,0001
Gram-Negativa¹								
<i>F. succinogenes</i>	5,6086 ^a	3,5855 ^b	5,3921 ^a	4,7073 ^a	3,4134 ^b	5,3585 ^a	0,17	<0,0001
<i>P. ruminicola</i>	5,6033 ^{ab}	4,4928 ^{bc}	5,9284 ^a	5,6247 ^{ab}	3,8447 ^c	5,9161 ^a	0,17	<0,0001
<i>R. amylophilus</i>	3,1800 ^a	0,9703 ^d	2,4272 ^{ab}	1,9599 ^{bc}	1,3733 ^{cd}	2,1920 ^{bc}	0,15	<0,0001
<i>S. ruminantium</i>	6,1966 ^a	4,4732 ^b	6,3389 ^a	6,0743 ^a	4,1959 ^b	5,8348 ^a	0,17	<0,0001
<i>M. Elsdonii</i>	0,7147 ^a	0,0457 ^b	0,7387 ^a	0,6895 ^a	0,0224 ^b	1,0857 ^a	0,08	<0,0001

Médias seguidas pela mesma letra na linha não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Log₁₀

CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES

O extrato de alcaloides piperídnicos de algaroba (APA) demonstrou a sua capacidade de reduzir o crescimento de arqueias metanogênicas, sendo recomendado para dietas com capim de menor qualidade de fibra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASANUMA, N. et al. (1999) Effect of the addition of fumarate on methane production by ruminal microorganisms in vitro. **J. Dairy Sci.** 82, 780–787.
2. Stevenson, D. M., & Weimer, P. J. (2007). Dominance of Prevotella and low abundance of classical ruminal bacterial species in the bovine rumen revealed by relative quantification real-time PCR. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.75, n.1, p.165–174. <https://doi.org/10.1007/s00253-006-0802-y>.
3. Marques, R.d.S.; Cooke, R.F. (2021) Effects of Ionophores on Ruminal Function of Beef Cattle. **Animals**, v.11, p.2871. <https://doi.org/10.3390/ani11102871>.