



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**USO DO BARBATIMÃO (*Stryphnodendron rotundifolium*) COMO
ADITIVO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM
CONFINAMENTO**

CRISTIANE REBOUÇAS BARBOSA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Área de concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS
Janeiro de 2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**USO DO BARBATIMÃO (*Stryphnodendron rotundifolium*) COMO
ADITIVO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM
CONFINAMENTO**

CRISTIANE REBOUÇAS BARBOSA
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior
Coorientadoras: Dra. Carla Giselly de Souza
Dra. Tatiane Fernandes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Área de concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS
Janeiro de 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B238u Barbosa, Cristiane Reboucas

Uso do barbatimão (*Stryphnodendron rotundifolium*) como aditivo na alimentação de cordeiros em confinamento [recurso eletrônico] / Cristiane Reboucas Barbosa. -- 2021.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Fernando Miranda de Vargas Junior.

Coorientadoras: Tatiane Fernandes, Carla Giselly de Souza.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. aditivos naturais. 2. desempenho. 3. digestibilidade. 4. extratos vegetais. 5. parâmetros metabólicos. I. Vargas Junior, Fernando Miranda De . II. Fernandes, Tatiane. III. Souza, Carla Giselly De. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**USO DO BARBATIMÃO (STRYPHODENDRON ROTUNDIFOLIUM) COMO
ADITIVO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM CONFINAMENTO**

por

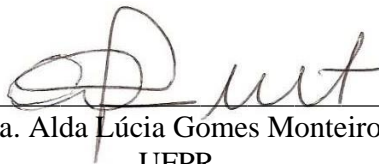
CRISTIANE REBOUÇAS BARBOSA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE
EM ZOOTECNIA

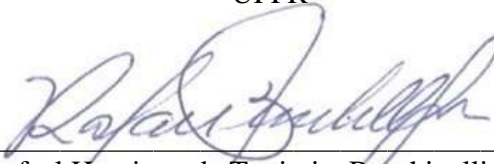
Aprovado em: 27/01/2021



Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior
Orientador – UFGD



Dra. Alda Lúcia Gomes Monteiro
UFPR



Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes
UFGD



Dra. Tatiane Fernandes
Universidade de Lisboa

“O coração do homem planeja
o seu caminho, mas o Senhor
lhe dirige os passos”

À minha família, pelo amor, apoio e pelo incentivo de seguir na jornada pela concretização de meus objetivos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e a oportunidade concedida de poder sempre alcançar meus objetivos, iluminando os meus passos, dando-me forças nos momentos de dificuldades e tranquilidade nos dias turbulentos.

Aos meus pais, Moisés Barbosa e Luciete Barbosa, por me ensinarem o valor da luta e da perseverança. E por todo apoio e incentivo nessa jornada para tornar meus sonhos em realidade.

Ao meu irmão Cristiano Barbosa pela parceria de sempre e a minha amada sobrinha Renata Barbosa por tornar meus dias mais alegres.

A Universidade Federal da Grande Dourados por ter me proporcionado a estrutura necessária para que pudesse crescer academicamente e pessoalmente.

Ao meu orientador Professor Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior, pela confiança e por mostrar os caminhos que devo seguir e como seguir.

A minha amiga e coorientadora Dra. Tatiane Fernandes pela parceria, apoio, dedicação e pela paciência por todas as vezes que pedi ajuda. Agradeço pelos ensinamentos compartilhados de forma admirável, e por me guiar nos primeiros passos na caminhada da pós-graduação. Meu muito obrigada!

A minha coorientadora Dra. Carla Souza por todo apoio, dedicação, incentivo e paciência durante a realização deste trabalho.

Ao corpo docente pelos ensinamentos e incentivo e apoio tão importantes. Sem sua ajuda e ensino nada disso seria possível.

A minha amiga Jéssica Pantoja, pela parceria e amizade em desbravar um novo estado brasileiro e nessa aventura na vida acadêmica.

A minha amiga Renata Alves das Chagas, por ser um anjo em minha vida. Pelo apoio em todos os momentos, sejam eles acadêmicos ou pessoais. Muito obrigada por tudo!

As minhas amigas Hellen Felicidade e Janaina Tayna, pelo companheirismo e apoio nos momentos difíceis que vive no decorrer dessa caminhada.

Aos meus amigos e colegas que mesmo com suas obrigações acadêmicas, contribuíram com a realização deste trabalho: Joyce Pereira, Sullyvan Oliveira, Yasmin Picanço, Nayara Gonçalves, Samuel Navaro, Geovana Mantovani, Douglas Ajala, Jean Kaique Valentim, Orlando Filipe, Edgar Jara, Mirely Souza, Marcio Souza.

A todos os servidores da UFGD pelo suporte e atenção. E à Capes, cuja bolsa foi imprescindível a dedicação total ao mestrado.

A todos que me incentivaram, meu **Muito obrigada!**

Sumário

Resumo.....	xi
Abstract	xiii
Considerações iniciais	1
CAPÍTULO I.....	3
USO DO BARBATIMÃO COMO ADITIVO NATURAL, COMO MODULADOR DOS PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL, DESEMPENHO PRODUTIVO E CARCAÇA DE RUMINANTES: REVISÃO.	3
1. REVISÃO DA LITERATURA	4
1.1 Cerrado.....	4
1.2 Barbatimão	6
1.2.1 Taninos presentes no barbatimão	9
1.2.2 Saponinas presentes no barbatimão	11
1.3 Biocompostos na nutrição de ruminantes	14
1.3.1 Utilização de taninos na nutrição de ruminantes.....	14
1.3.2 Utilização de saponinas na nutrição de ruminantes	17
1.4 Biocompostos na saúde e desempenho animal	19
1.5 Perspectivas do uso de barbatimão como aditivo para cordeiros.....	22
2. Referências.....	23
CAPÍTULO II	45
PARÂMETROS METABÓLICOS, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM EXTRATOS DA CASCA DE BARBATIMÃO COMO ADITIVO	45
1. Introdução	47
2. Materiais e métodos	48
2.1. Animais, dietas e delineamento experimental.....	48
2.2. Coleta e produção dos extratos	49
2.3. Desempenho produtivo	50
2.4. Abate e avaliação de carcaça	51
2.5. Cor da carne	52
2.6. Parâmetros metabólicos	52
2.7. Análises química	52
2.8. Análise estatística.....	53
3. Resultados e discussão	53
5. Conclusão.....	55
6. Referências	56
CAPÍTULO III	68

EFEITO DOS EXTRATOS DA CASCA DO BARBATIMÃO NO COMPORTAMENTO INGESTIVO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE CORDEIROS CONFINADOS	68
1. Introdução	70
2. Material e métodos	71
2.1. Local do experimento.....	71
2.2 Animais, dietas e delineamento experimental.....	71
2.3 Coleta e produção dos extratos	72
2.4 Comportamento ingestivo	73
2.5 Digestibilidade	74
2.6 Análises química	75
2.7 pH e N-NH ₃	75
2.8 Análise estatística.....	76
3. Resultados	76
4. Discussão	77
5. Conclusão.....	80
6. Referências	80
Considerações finais.....	93

Lista de tabelas

Capítulo II

- Tabela 1.** Ingredientes e composição química-bromatológica da dieta experimental.....66
- Tabela 2.** Composição química e compostos da casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....67
- Tabela 3.** Desempenho produtivo e características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB)68
- Tabela 4.** Cor da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....69
- Tabela 5.** Parâmetros sanguíneos e urinários de cordeiros alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....70

Capítulo III

- Tabela 1.** Ingredientes e composição química-bromatológica da dieta experimental.....88
- Tabela 2.** Composição química da casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....89
- Tabela 3.** Consumo de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....90
- Tabela 4.** Comportamento ingestivo e atividade merícica de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....91
- Tabela 5.** Digestibilidade de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....92
- Tabela 6.** pH e nitrogênio amoniacal do fluido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcólico de barbatimão seco (EHB).....93

Lista de figuras

Figura 1. Mapa dos biomas do Brasil.....	04
Figura 2. Distribuição geográfica do barbatimão no Brasil.	07
Figura 3. Classificação dos metabólitos secundários	09
Figura 4. Estrutura química de taninos hidrolisáveis (Gallotanina e os monômeros do ácido gálico e ácido digálico; Estrutura de ellagitanina e os monômeros do ácido hexahidroxínico e ácido elágico).	10
Figura 5. Estrutura química de taninos condensados (Flavan-3-ol - monômero catequino).	11
Figura 6. Estrutura geral de uma saponina. A ligação glicosídica entre aglicona e um glicosídeo.....	12

Lista de abreviaturas

- AGV – Ácidos graxos voláteis
ALT – Alanina aminotransferase
AST – Aspartato aminotransferase
AOL – Área de olho de lombo
BOL – Número de bolos por dia
CA – Conversão alimentar
CBS – Casca de barbatimão seca e moída
CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais
CH₄ – Metano
CMS – Consumo de matéria seca
CT – Carboidratos totais
EAL – Eficiência de alimentação
ECC – Escore de condição corporal
EE – Extrato etéreo
EGS – Espessura de gordura subcutânea
EHB – Extrato hidroalcolico de barbatimão seco
ERU – Eficiência de ruminação
FDA – Fibra em detergente ácido
FDN – Fibra em detergente neutro
GEE - Gases de efeito estufa
GMD – Ganho médio diário
GPT – Ganho de peso total
H₂ – Hidrogênio
HPLC – Cromatografia líquida de alta eficiência
HUE – Ângulo de tonalidade
MM – Matéria mineral
MO – Matéria orgânica
MS – Matéria seca
NDT – Nutrientes digestíveis totais
N-NH₃ – Nitrogênio amoniacal
PA – Peso ao abate

PB – Proteína bruta

PC – Peso corporal

PCA – Peso dos componentes abióticos

PCF – Peso de carcaça fria

PCQ – Peso de carcaça quente

PCV – Peso de corpo vazio

PDR – Proteína degradável no rúmen

PI – Peso inicial

PM – Peso metabólico

PNDR – Proteína não degradável no rúmen

PR – Perda ao resfriamento

RCQ – Rendimento de carcaça fria

RCQ – Rendimento de carcaça quente

TC – Taninos condensados

TGI – Trato gastrointestinal

TH – Taninos hidrolisáveis

TMT – Tempo de mastigação total por dia

UNIGRAN – Centro Universitário da Grande Dourados

Resumo

BARBOSA, C.R. Uso do barbatimão (*Stryphnodendron rotundifolium*) como aditivo na alimentação de cordeiros em confinamento. 2021. 111p. Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2021.

Aditivos naturais ricos em compostos bioativos podem ser usados como alternativas aos ionóforos na alimentação de ruminantes com o objetivo de atender as exigências do mercado por produtos livres de resíduos químicos. Objetivou-se estudar as características do barbatimão e seus potenciais efeitos na produção de ruminantes através de uma revisão de literatura (Capítulo I). O capítulo I foi baseado na busca no levantamento da literatura de domínio público. Os resultados obtidos apresentaram que os compostos biológicos presentes no barbatimão, possuem grande potencial para serem utilizados na produção de ruminantes. Para o capítulo II avaliou-se os parâmetros metabólicos, desempenho e características da carcaça cordeiros Pantaneiros com idade média de $150 \pm 4,59$ dias e peso corporal inicial de $21,2 \pm 3,63$ kg, distribuídos em blocos casualizados em três dietas experimentais: LAS (0,019 g de Lasalocida sódica/kg da dieta); CBS (1,5 g de casca de barbatimão seca e moída/animal/dia); EHB (0,3 g de extrato hidroalcolico de barbatimão seco/animal/dia). Para o ganho médio diário não foi observado efeito ($P = 0,32$) com a inclusão dos extratos CBS ($189,2 \pm 24,48$ g) e EHB ($198,4 \pm 51,74$) em relação ao LAS ($221,8 \pm 24,41$). A conversão alimentar não foi influenciada ($P = 0,09$) pelos extratos, com média de $4,46 \pm 0,87$ para todos os tratamentos. As inclusões de CBS e EHB nas dietas dos cordeiros reduziram ($P < 0,05$) 0,6 pontos na escala de escore de acabamento. O EHB diminuiu ($P < 0,05$) a intensidade de amarelo, o chroma e o ângulo da tonalidade da carne em 0,9, 0,85 e 2,35 pontos, respectivamente. Os cordeiros que consumiram os CBS e EHB reduziram ($P = 0,04$) em 15,8 mg/dl no nível de colesterol total. Conclui-se que o uso da casca de barbatimão nas doses testadas em substituição a Lasalocida sódica na dieta de cordeiros em terminação pode ser utilizado sem prejuízo ao desempenho produtivo e parâmetros metabólicos. O capítulo III consistiu-se na avaliação do efeito dos extratos da casca do barbatimão sobre os parâmetros ruminais, consumo, comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes dos cordeiros. A ingestão de alimentos não foi afetada pelos extratos em g/dia. O EHB aumentou o tempo (59,74 min/dia) gasto para a ingestão, reduzindo a eficiência em 127 g de MS/h. A eficiência de ruminação e o número de mastigações por dia não foram interferidas pelos extratos CBS e EHB. A digestibilidade

dos nutrientes, não foi afetada pelos extratos do barbatimão na dieta dos cordeiros. Os extratos não influenciaram o pH ruminal dos cordeiros, no entanto houve redução de 1,8 mg / dL na concentração de nitrogênio amoniacal do rúmen. A CBS ao ser incluída na dieta dos cordeiros reduziu em 48,9 % os AGV totais quando comparada ao tratamento LAS. Os teores de butirato reduziram em 12,05% com a inclusão dos extratos do barbatimão (CBS e EHB). Com base nos resultados, o barbatimão pode ser usado em substituição a Lasalocida sódica na dieta de cordeiros confinados, sem comprometer o consumo, o comportamento ingestivo e a digestibilidade, apesar das alterações na fermentação ruminal.

Palavras-chave: aditivos naturais, desempenho, digestibilidade, extratos vegetais, parâmetros metabólicos

Abstract

BARBOSA, C.R. Use of barbatimão (*Stryphnodendron rotundifolium*) as an additive in feedlot lambs.

Natural additives rich in bioactive compounds can be used as alternatives to ionophores to feed ruminants to achieve the market requirements of products free of chemical residues. The objective was to study the characteristics of barbatimão and its potential effects on the ruminants' production through a literature review (Chapter I). Chapter I was based on the search for a survey of public domain literature. The results showed that the biological compounds present in barbatimão have great potential to be used in the ruminants' production. For chapter II, the metabolic parameters, performance, and carcass characteristics of Pantaneiro lambs were evaluated, with an average age of 150 ± 4.59 days and an initial body weight of 21.2 ± 3.63 kg, distributed in randomized blocks in three experimental diets. : LAS (0.019 g of Lasalocida sodium / animal / day); CBS (1.5 g of dry and ground barbatimão bark / animal / day); EHB (0.3 g of dry barbatimão hydroalcoholic extract / animal / day). There was no effect ($P = 0.32$) with the inclusion of the CBS (189.2 ± 24.48 g) and EHB (198.4 ± 51.74) extracts compared to the LAS (221.8 ± 24.41), for the average daily gain. The feed conversion was not influenced ($P = 0.09$) by the extracts, with an average of 4.46 ± 0.87 for all treatments. The inclusion of CBS and EHB in the lambs' diets decreased by 0.6 points ($P < 0.05$) in the finishing score scale. The EHB decreased ($P < 0.05$) 0.9, 0.85, and 2.35 points of the meat tonality on yellow intensity, chroma, and angle, respectively. The animals that consumed the CBS and EHB reduced ($P = 0.04$) by 15.8 mg/dl in the level of total cholesterol. We concluded that the use of the bark of barbatimão in the tested doses in substitution to the Lasalocida sodium diet of confined lambs could be used without prejudice to the productive performance and metabolic parameters. Chapter III assessed the effect of barbatimão extracts on ruminal parameters, intake, ingestive behavior, and digestibility of lambs' nutrients. Food intake was not affected by the extracts in g/day. EHB increased the time (59.74 min/day) spent ingesting, reducing efficiency by 127 g DM/h. The rumination efficiency and the number of chews per day were not affected by the CBS and EHB extracts. The digestibility of nutrients was not affected by the extracts of barbatimão in the animals' diet. The extracts did not influence the ruminal pH of the lambs. However, there was a reduction of 1.8 mg/dL in the rumen ammoniacal nitrogen

concentration. When included in the lambs' diet, CBS reduced 48.9% of total AGV, compared to the LAS treatment. Butyrate content decreased by 12.05% with the inclusion of barbatimão extracts (CBS and EHB). Based on the results, barbatimão can be used to replace Lasalocida sodium in the diet of confined lambs without compromising on intake, ingestive behavior, and digestibility, despite changes in rumen fermentation.

Key words: natural additives, performance, digestibility, plant extracts, metabolic parameters

Considerações iniciais

O sistema de produção de ruminantes contribui com a produção sustentável de alimentos, justificado pela capacidade do animal em transformar alimentos não comestíveis pelos humanos em produtos de alto valor, como leite e carne (FLORES et al., 2020). Mundialmente, o sistema pecuário gera direta e indiretamente cerca de 2 bilhões de empregos, com participação significativa no crescimento econômico da população (SALAMI et al., 2019). Em 2050, a população será de aproximadamente de 9,8 bilhões, 29% a mais do número atual, consequentemente resultando em maior demanda por alimentos (FAO, 2017). Neste cenário, as perspectivas de aumento na produção e a eficiência de produção de alimentos no mundo serão de 70%, consequentemente o Brasil ganha destaque como principal fornecedor de alimentos (FAO, 2017).

Para atender esta crescente demanda, o sistema de produção animal adota o uso de estratégias de nutrição ou ainda a inclusão de aditivos alimentares para potencializar os índices produtivos e reduzir a incidência de distúrbios metabólicos (BROWN et al., 2006; MILLEN et al., 2009; CARDOZO et al., 2005). Os ionóforos são potentes compostos antimicrobianos utilizados na produção animal com objetivo de potencializar a eficiência alimentar por meio da manipulação da fermentação ruminal, resultando na melhoria da saúde e da eficiência de produção (JESUS, 2015). Porém, a legislação classifica os ionóforos como antibióticos e a rejeição de seu uso tem se intensificado cada vez mais (REGULATION1831/2003).

Esta rejeição está relacionada na provável deposição de resíduos dos antibióticos nos produtos de origem animal (leite e carne) (LEWIS et al., 2013). Devido a este fato, a busca por alternativas naturais almeja principalmente a diminuição de desenvolvimento de patógenos resistentes que possam influenciar na cadeia alimentar e causar prejuízos para a saúde humana (VALENZUELA-GRIJALVA et al., 2017). Os extratos de plantas são alternativas por serem ricos em biocompostos com eficiência similar aos aditivos químicos convencionais (JESUS, 2015).

A *Stryphnodendron sp.* (barbatimão) é uma planta utilizada pela medicina tradicional, especialmente através da administração tópica de preparações por infusões das cascas do caule (DE CARVALHO et al., 2019). O uso do barbatimão está relacionado às propriedades antimicrobianas, atividades cicatrizantes, anti-inflamatória e antioxidante (MOREIRA et al., 2018; PEREIRA JUNIOR et al., 2020). O barbatimão em seu processo

metabólico gera vários metabólitos químicos, dentre eles, os taninos e as saponinas (RODRIGUES et al., 2017).

Os taninos e as saponinas têm a capacidade de modificar a fermentação ruminal, por meio de sua influência direta sobre a atividade dos protozoários, bactérias e fungos, melhorando a eficiência na produção animal (PUCHALA et al., 2012; GOULART, 2017). As atividades antimicrobianas e antioxidantes destes biocompostos corroboram para uma melhor resposta do sistema imune e função intestinal, promovendo a tolerância do animal ao estresse oxidativo ou térmico (SALEM et al., 2012).

Assim, as hipóteses consideradas neste estudo foram: a) os extratos do barbatimão influenciam os parâmetros metabólicos, desempenho animal e características da carcaça de cordeiros confinados; b) os extratos do barbatimão alteram o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e parâmetros ruminais de cordeiros confinados.

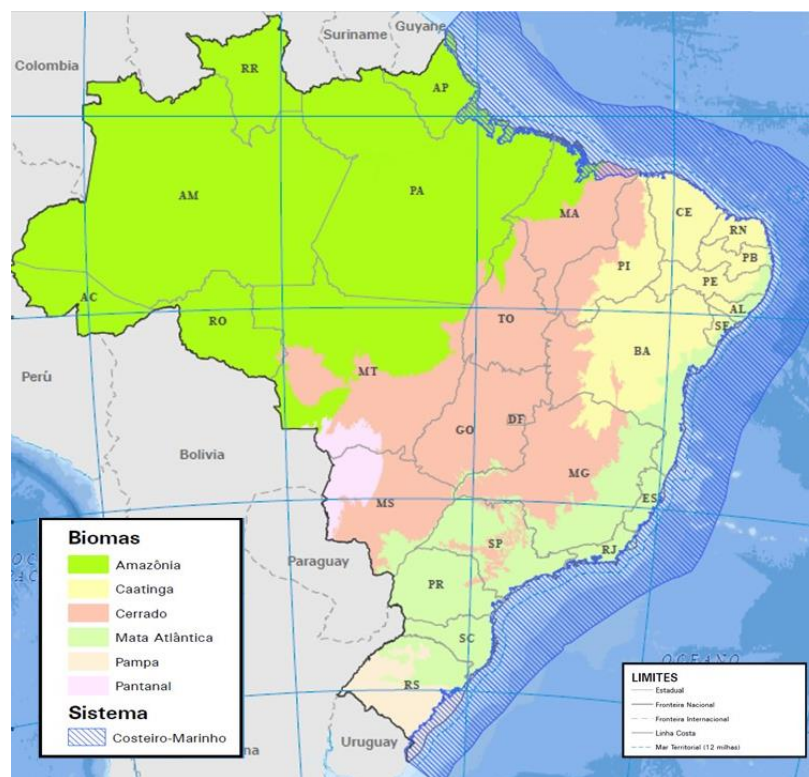
Diante deste contexto, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o desempenho, digestibilidade e características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo extratos de barbatimão. Para isso a dissertação foi dividida em Capítulo 1, uma revisão de literatura intitulada “Uso do barbatimão como aditivo natural, como modulador dos processos de fermentação ruminal, desempenho produtivo e carcaça de ruminantes: revisão”; Capítulo 2, um artigo científico intitulado “Parâmetros metabólicos, desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com extratos da casca de barbatimão como aditivo”; e Capítulo 3, um artigo científico intitulado “Efeito dos extratos da casca do barbatimão no comportamento ingestivo, digestibilidade e parâmetros ruminais de cordeiros confinados”.

CAPÍTULO I
USO DO BARBATIMÃO COMO ADITIVO NATURAL, COMO MODULADOR
DOS PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL, DESEMPENHO
PRODUTIVO E CARÇA DE RUMINANTES: REVISÃO.

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Cerrado

O Cerrado é conhecido pela sua riqueza biológica, tornando-se um dos 35 “hotspots” em biodiversidade do mundo, possuindo aproximadamente 11.627 espécies de plantas nativas (MMA, 2019). É o segundo maior bioma do Brasil, ocupando 22% do território nacional, distribuído nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão, São Paulo e Distrito Federal (Figura 1; IBGE, 2019).



Fonte: Adaptado (IBGE, 2019).

Figura 1. Mapa dos biomas do Brasil.

O clima predominante no cerrado é o tropical sazonal, em que cerca de 90% das chuvas ocorrem nos meses de outubro a março, caracterizando dois períodos – o chuvoso e o de seca. A temperatura varia entre 22 °C e 27 °C, e a umidade relativa do ar alcança taxas entre 38 e 40% no inverno seco, diferentemente do período chuvoso, onde a umidade é elevada, chegando até 97%. A vegetação do bioma do cerrado é tipificada como florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado *sensu stricto*, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (MMA, 2006; MENDES et al., 2012; ALMEIDA JÚNIOR et

al., 2014). Essa diversidade faz do Cerrado brasileiro ser considerada única e a mais rica do mundo em biodiversidade, representando 5% da flora e da fauna mundial.

Dentre as formações savânicas identificadas no bioma salienta-se o cerrado *sensu stricto*, constituído por um estrato herbáceo principal e um estrato lenhoso esparsamente distribuído (FERREIRA et al., 2017). O cerrado *sensu stricto* é a fisionomia mais extensamente distribuída pelo domínio do Cerrado (GOMES et al., 2016a). É caracterizada pela exuberância de espécies arbóreas, com um estrato herbáceo rico em vários aspectos de crescimento, com espécies de ervas, palmeiras, subarbustos e gramíneas (OLIVEIRA et al., 2015).

Apesar da ampla diversidade do Cerrado, aproximadamente 43,6% do bioma foi transformado em área antropizada (SCARAMUZZA et al., 2017). Nesse contexto, unidades de conservação de uso sustentável são opções viáveis para preservar os meios de vida e a cultura de populações extrativistas tradicionais da região, além de garantir a utilização sustentável de recursos naturais. A gestão de áreas protegidas de uso sustentável requer compreensão sobre a biodiversidade e como as populações tradicionais usam e entendem os recursos naturais disponíveis (BALATA & WILLIAMS, 2020). Nesse cenário, pesquisa etnobotânica se torna primordial para a gestão das informações que viabilizem o subsídio do manejo sustentável das plantas extraídas e a criação dessa categoria de unidade de conservação (LIMA et al., 2012).

O bioma do Cerrado Brasileiro é uma extensa fonte de plantas medicinais, possuindo variedade de espécies farmacológicas. Essas plantas têm sido utilizadas na medicina popular, corroborando para o estudo de compostos bioativos e para o desenvolvimento de remédios à base de plantas (RIBEIRO et al., 2016). Além, da tendência natural em se utilizar recursos naturais como alternativa aos medicamentos sintéticos (BATTISTI et al., 2013). Produtos naturais e pesquisa no campo das plantas medicinais contribuem na descoberta de diversos compostos bioativos e esclarecimento de seus mecanismos de ação (De OLIVEIRA et al., 2014). Uma planta é classificada como medicinal quando é utilizada na reversão de diversos estados de saúde, e quando esse resultado é atribuído ao efeito de seus componentes, cuja atividade pode ser comprovada cientificamente (CHENG et al., 2004).

Os avanços no campo da farmácia e da química viabilizaram que o estudo das plantas medicinais se tornasse uma ciência fundamentada em procedimentos

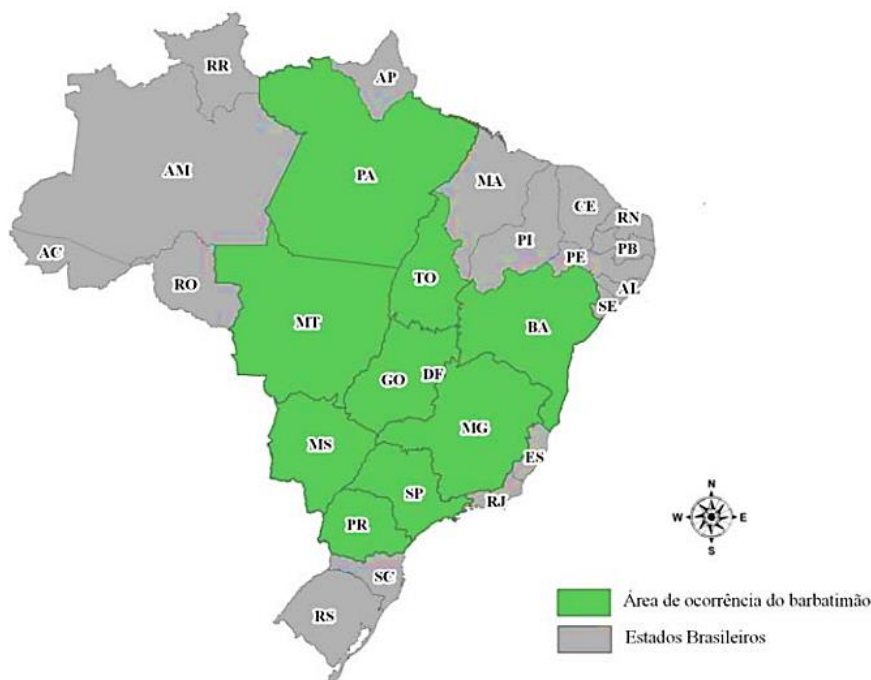
experimentais (KHAN, 2018). Em regiões com pouco desenvolvimento socioeconômico, a utilização de plantas medicinais é geralmente empírica, e os conhecimentos são passados entre gerações, sendo que, essa cultura ainda persiste nas regiões do Cerrado brasileiro (NETO et al., 2020). Esse conhecimento regional tem sido de grande valor para fundamentar investigações fitoquímicas e farmacológicas na descoberta de novos produtos (MACÊDO et al., 2018).

Apesar da imensa riqueza vegetal do bioma do Cerrado ainda são escassos estudos científicos etnobotânicos. Das 55.000 espécies de plantas catalogadas no cerrado, somente 8% tiveram seus biocompostos quantificados e dentre esses 8%, 25% foram analisadas quanto a suas características fitoterápicas (SIMÕES et al., 2003; WALKER, 2013). Essa vasta biodiversidade regional fornece várias plantas com potencial medicinal, sendo amplamente utilizadas na saúde da população local. Dentre elas, a *Stryphnodendron rotundifolium* conhecida como barbatimão, é utilizada na medicina popular para o tratamento de distúrbios uterinos e cicatrização de feridas (ALBUQUERQUE et al., 2007; SANTOS FILHO et al., 2011).

Além disso, plantas ricas em compostos bioativos também são alternativas na produção animal. Diversos extratos de plantas foram analisados devido a sua propriedade antimicrobiana e capacidade de transformar a função do trato gastrointestinal em ruminantes, devido ao aumento de enzimas referentes a absorção de nutrientes (COBELLIS et al., 2016). Desta forma, os compostos de plantas podem ser usados como promotores de crescimento naturais, oferecendo vantagens na nutrição de ruminantes (GIANNENAS et al., 2013).

1.2 Barbatimão

A *Stryphnodendron sp.* é popularmente conhecida como barbatimão, barba-de-timão, casca-da-virgindade, faveira e barbatimão-branco (BRASIL, 2014). O nome “barbatimão” originou-se da língua indígena tupi guarani e significa “a árvore que aperta” (VILAR et al., 2010). É uma planta nativa do Cerrado brasileiro com distribuição em todas as regiões geográficas brasileiras (Figura 2; PELLEENZ et al., 2019).



Fonte: Adaptado de Goulart (2010).

Figura 2. Distribuição geográfica do barbatimão no Brasil.

O gênero *Stryphnodendron* é um membro da família Fabaceae, e atualmente contém 21 espécies e uma subespécie. São espécies decídua que necessitam de intensa luz solar para sobreviver, e suas folhas são bipinadas, com seis a oito folíolos compostos (EURIDES et al., 2010) e folíolos de tamanho entre 30 a 60 mm, com coloração idêntica nas duas faces. A periderme da árvore é dividida em externa e interna, a primeira, compreende a periderme mais interna e as peridermes seguintes com os tecidos isolados por elas, e a segunda refere-se ao floema secundário (ANGYALOSSY et al., 2016). É uma árvore perene e hermafrodita que floresce de outubro a fevereiro e dispõe de flores com coloração avermelhadas, que são polinizadas por insetos, especialmente abelhas (RODRIGUES et al., 2017). Os frutos formam vagens sésseis e grossas, com tamanho médio de 10 cm gerado nos meses de outubro a março (EURIDES et al., 2010).

O barbatimão é facilmente cultivado, com custo de produção reduzido, disponível em mercados para preparações de decocção (cascas) e como uma formulação farmacêutica (PEREIRA JUNIOR et al., 2020). A extração sustentável do barbatimão é baseada no conhecimento das diversas características da espécie, como por exemplo, o melhor período de coleta da casca e entrecasca é quando não houver flores e vagens na árvore (BRASIL, 2017). Além disso, sugere-se que a extração da casca seja realizada

apenas em árvores que apresentem diâmetro a altura do peito (de 14,5 cm a 36,5 cm; BRASIL, 2017). A produção de casca de barbatimão reduziu de 12 t ano⁻¹ em 2000 para 5 t ano⁻¹ em 2015, no entanto em de 2016 a produção máxima registrada foi de 17 t ano⁻¹ (IBGE, 2018). Este cenário pode estar relacionado na mudança do hábito de exploração através do sistema silvicultural de cortes seletivos (MEIRA & CABACINHA, 2016).

O barbatimão tem sido usado por comunidades tradicionais, principalmente por meio da administração tópica de preparações por infusões, macerações e decocções das cascas do caule (DE CARVALHO et al., 2019; DE CARVALHO et al., 2020). Justificado pelas suas propriedades antimicrobianas, atividades cicatrizantes, anti-inflamatória, antioxidante e neutralização de veneno da *Bothrops jararacuçu* (MOREIRA et al., 2018; PEREIRA JUNIOR et al., 2020). Sendo ainda, utilizada em indústria madeireira, curtume, petrolífera, plástica e de resinas, como fixador para tintas e corantes, preservativos e clarificação de vinhos (JACOBSON et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2013).

As cascas do caule e entrecascas apresentam coloração avermelhada e odor próprio (NASCIMENTO, 2008) e substâncias adstringentes (BRASIL, 2010). O barbatimão apresenta alto teor de tanino (25-37%) na casca, rico em polímeros de proantocianidina, incluindo vários flavan-3-ols, como prodelfinidinas e prorobinetinidinas (MACÁKOVÁ et al., 2014). Os teores de taninos totais no extrato seco da casca do barbatimão podem variar de 48,06% a 52,2% (SOUZA, 2013; LEMOS, 2013).

O barbatimão produz diversos metabólitos químicos em seu processo metabólico secundário, sendo classificados como saponinas, taninos, alcalóides e inibidores de proteases. Sendo que as saponinas podem ser subdivididas em esteróides e terpenos, e os taninos em hidrolisáveis e condensados (Figura 3; RODRIGUES et al., 2017). Dentre os metabólitos químicos secundários encontrados em extratos hidroalcológicos citam-se, os fenóis totais ($34,94 \pm 2,95$ %), flavonoides ($6,44 \pm 0,19$ %) e taninos condensado (TC; $24,76 \pm 1,28$ μ M; SANTOS FILHO et al., 2011). Apesar da menor quantidade de saponinas em relação aos taninos, esses compostos podem auxiliar de maneira sinérgica ou potencializadora de efeitos biológicos e farmacológicos (BARDAL, 2011).

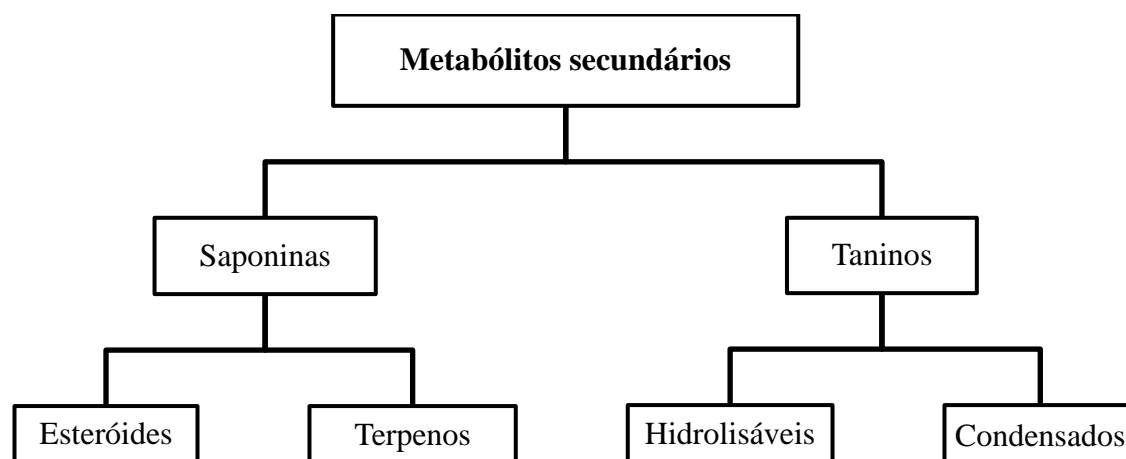


Figura 3. Classificação dos metabólitos secundários

1.2.1 Taninos presentes no barbatimão

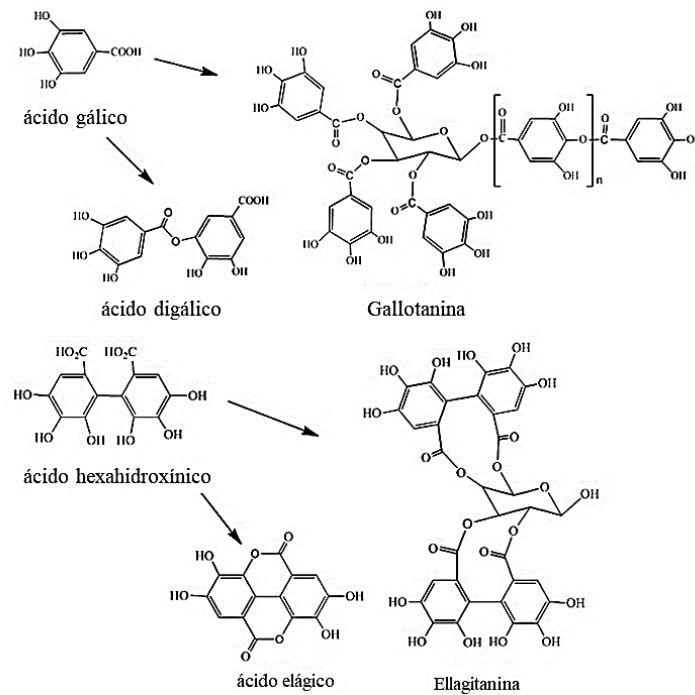
A palavra tanino vem do termo “tanning” em inglês (curtimento), relacionada a fontes de taninos usados para curtimento de peles de animais em couro (BELE et al., 2010). Os taninos são compostos biológicos encontrados principalmente nas cascas, sementes, flores e frutas (PING et al., 2012; BRAGA et al., 2018; SARTORI et al., 2018; TENG et al., 2019). Sendo um dos constituintes mais abundante nas plantas, ficando atrás somente da celulose, hemicelulose e lignina (SOUZA et al., 2019).

Os resultados medicinais do barbatimão são atribuídos principalmente ao alto teor de TC em sua composição química, podendo atingir níveis de 20% a 50% (LIMA et al., 2010). Porém, estes níveis de taninos podem se modificar de acordo com a espécie, localização geográfica e parte da planta utilizada (BATTESTIN et al., 2004; MONTEIRO et al., 2005; LOPES et al., 2009).

Os taninos são compostos fenólicos solúveis em água e precipitadores de proteínas (SILVA & SILVA, 1999; LIMA et al., 2010). A quantidade de taninos presentes no vegetal define se a planta apresenta odor desagradável, sabor adstringente, capacidade de causar intoxicações e favorecer efeitos antinutricionais em predadores (BATTESTIN et al., 2004). São compostos que apresentam estrutura química heterogênea com massa molecular de 500-3000 Da e são solúveis em água e solventes orgânicos polares (GRASEL et al., 2016a). Estes compostos polifenólicos possuem características estabilizadores e propriedade de precipitar proteínas, sendo estes divididos como TC e taninos hidrolisáveis (TH; SILVA et al., 2020).

Os TH possuem em sua estrutura de glicoses centrais ou polióis ligados a uma ou

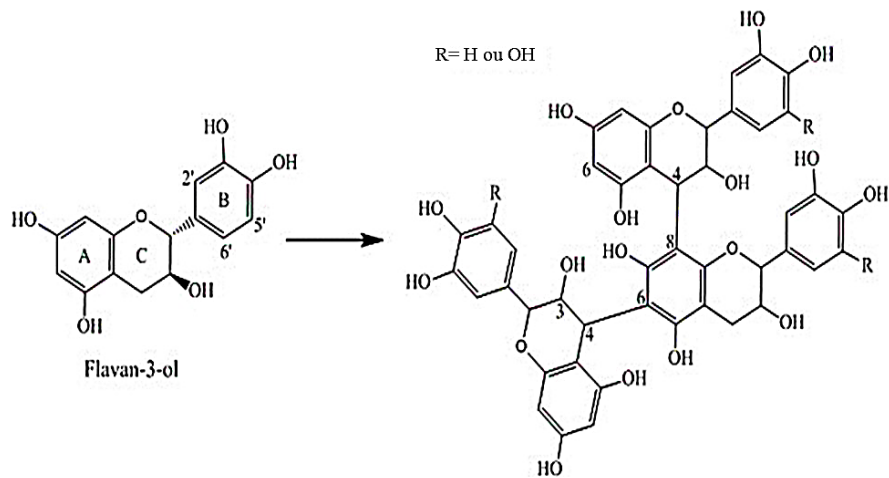
mais frações gálicas ou elágicas (SHIMOZU et al., 2017). Essas moléculas são facilmente hidrolisadas com ácidos, bases ou enzimas e por isso são chamadas de TH (Figura 4; GRASEL et al., 2016b).



Fonte: Adaptado de Grasel et al. (2016b).

Figura 4. Estrutura química de taninos hidrolisáveis (Gallotanina e os monômeros do ácido gálico e ácido digálico; Estrutura de ellagitanina e os monômeros do ácido hexahidroxínico e ácido elágico).

Os TC geralmente apresentam ligações covalentes à catequina e epicatequina (CHAI et al., 2018). Estes compostos são classificados quimicamente como polímeros de flavonoides (Figura 5; ASHOK & UPADHYAYA, 2012). A solubilidade desses compostos é de acordo com sua forma, em que, na estrutura de flavonoides são insolúveis em água, no entanto, são solúveis em água quando estão na forma oligomérica (MARTINS et al., 2020).



Fonte: Adaptado de Grasel et al. (2016b).

Figura 5. Estrutura química de taninos condensados (Flavan-3-ol - monômero catequino).

Os TC estão localizados na porção da fibra alimentar de diversos alimentos e podem ser classificados como indigeríveis ou parcialmente digeríveis (SOUZA et al., 2019). São encontrados em diversas plantas como as forrageiras, arbustos, leguminosas, frutas, cereais e grãos (PATRA & SAXENA, 2010). As plantas sintetizam os compostos fenólicos (taninos) por meio da via do ácido shikímico (ASSEFA et al., 2008). Esta via contribui com a formação de TH em circunstâncias ambientais favoráveis, no entanto, em condições de estresse ambiental promovem a produção de TC (ASSEFA et al., 2008).

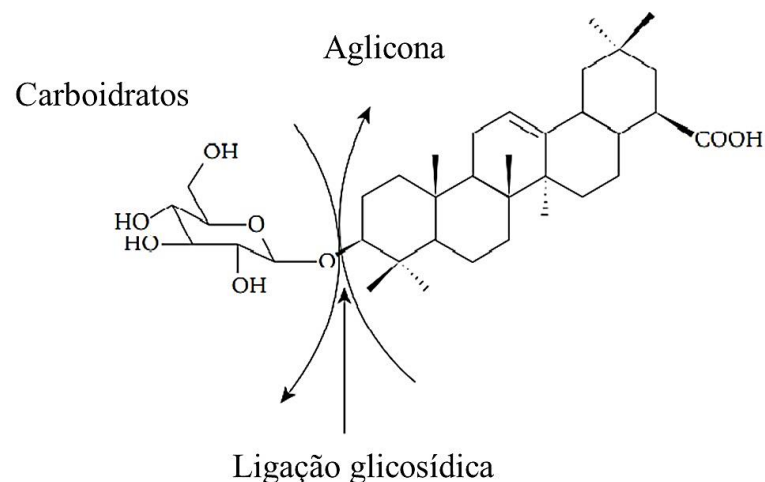
Os TC são comumente usados para dar adstringência (TEIXEIRA, 2019) a bebidas populares, como vinhos e chás (WAGHORN, 2008), composto antidiarreico, homeostático e antibacteriano na medicina tradicional (BELE et al., 2010; SALMINEN, 2018). A principal aplicação dos taninos é no curtimento do couro, devido sua capacidade de se combinar com os grupos funcionais das proteínas que, ao se estabilizarem são convertidos em couro (PINTO et al., 2013; SCHROEPFER & MEYER, 2016). Essa capacidade de complexação com proteínas enzimáticas os caracteriza como poderosos inibidores de enzimas (SILVA & SILVA, 1999), potencializando seu uso como aditivo na alimentação animal (GRAINGER et al., 2009; GRIFFITHS et al. 2013; AGUERRE et al., 2016).

1.2.2 Saponinas presentes no barbatimão

As saponinas são surfactantes naturais produzidos por plantas como barbatimão,

provenientes do metabolismo secundário das plantas, referente ao sistema de defesa, localizadas nos tecidos que são mais expostos ao ataque fúngico, bacteriano ou predatório dos insetos (WINA et al., 2005), justificando a concentração deste tipo de composto nas folhas, caules, frutos e raízes (WINA et al., 2005; CHEOK et al., 2014).

A palavra saponina é originária do latim *sapo* (em português: sabão), referindo-se a elevada capacidade das saponinas para produzir soluções aquosas estáveis (AUGUSTIN et al., 2011). As saponinas são ingredientes importantes de fitoquímicos ativos e classificadas em esteroides e triterpenoides de acordo com suas diferentes estruturas agliconas, além disso, algumas agliconas incorporam nitrogênio definidas como alcaloides (Figura 6; WIESNER et al., 2017; LUO et al., 2020). O primeiro grupo é constituído pelas saponinas esteroides, encontradas basicamente nas angiospermas monocotiledôneas. O segundo grupo consiste nas saponinas triterpenoides, que tem propriedade de defesa contra insetos e microrganismos, geralmente encontradas nas dicotiledôneas e raramente nas monocotiledôneas (SCHENKEL et al., 2010; VIZZOTTO et al., 2010).



Fonte: Adaptado de Ahumada et al. (2016).

Figura 6. Estrutura geral de uma saponina. A ligação glicosídica entre aglicona e um glicosídeo.

As saponinas esteroidais apresentam 27 carbonos na sua estrutura com cinco ou seis anéis aromáticos, agrupados em espirostano e furostano, e as saponinas triterpenóides possuem 30 carbonos e seu esqueleto é pentacíclica (GONZALEZ & SÖRENSEN, 2020).

Assim, possui a função de diminuir a tensão superficial com a água atuando como detergentes e emulsificantes (SCHENKEL et al., 2001; PERES, 2004).

As saponinas possuem uma estrutura com elevada complexidade, em decorrência da natureza das cadeias laterais de sacarídeos, assim como o arranjo desses sacarídeos sobre a aglicona (SCHENKEL et al., 2010; AUGUSTIN et al., 2011). Desta forma, tanto os esteroides como os triterpenos podem ser classificados pelo número de cadeias laterais de sacarídeos (AUGUSTIN et al., 2011). As mais comuns são as que possuem somente uma posição da aglicona glicolisada (ligada a um sacarídeo), classificadas como monodesmosídicas (AUGUSTIN et al., 2011). Se possuir mais de uma posição da aglicona glicolisada podem ser classificadas como bidesmosídicas (AGRAWAL et al., 1995). Essa elevada complexidade da estrutura das saponinas é resultante da diversidade estrutural das agliconas, a natureza das cadeias laterais e o arranjo dessas moléculas sobre a aglicona (WIESNER et al., 2017).

Diversos estudos aaliaram as propriedades biológicas das saponinas, entre as quais sua capacidade fungicida, atividade hemolítica e anti-inflamatória (PAPPIER et al., 2008; CHEOK et al., 2014). Dentre as principais propriedade das saponinas, está a habilidade de reagir com os esteróis existentes na membrana plasmática das células (WIESNER et al., 2017). Essa reação transforma a configuração da bomba de sódio e potássio, com isso, os íons e a água entram no interior da célula, causando a ruptura da mesma, essa propriedade que permite seu uso como detergente natural (KARABALIEV & KOICHEV, 2003; YANG et al., 2010).

Augustin et al. (2011) revelam que as saponinas além de proporcionar papel de defesa nas plantas, possuem grande importância comercial devido suas propriedades farmacológicas. São utilizadas grandemente nos setores alimentício, farmacêutico e da agricultura, especialmente, como agentes produtores de espuma por causa de sua atividade superficial (GÜÇLÜ-ÜSTÜNDAĞ & MAZZA, 2007). Por apresentar propriedades surfactantes podem diminuir a tensão superficial em volta das membranas celulares e auxiliar na absorção de nutrientes (AFROSE et al., 2011).

Estudos recentes demonstram que as saponinas possuem propriedades anti-helmínticas sobre nematoides de caprinos, com elevada inibição na eclosão de ovos (GOMES et al., 2016b), e eficácia larvívica (L3) de 64% sobre os helmintos (BOTURA et al., 2013). A ação das saponinas pode ser diferente em função da morfologia complexa

que os nematoides apresentam nas diferentes fases da evolução (DOLIGALSKA et al., 2011), assim como também é variável em função da presença de proteínas, lipídeos e glicoproteínas na membrana destes organismos (KOTZE, 2012).

1.3 Biocompostos na nutrição de ruminantes

A utilização de extratos vegetais na alimentação animal vem ganhando destaque cada vez mais, por serem potenciais substitutos dos antibióticos, influenciando a eficiência produtiva dos animais. Alguns biocompostos (taninos) presentes nas plantas como barbatimão, tem comprovado sua eficiência como moduladores da fermentação ruminal (LIU et al., 2015; BRUTTI, 2017; VASTA et al., 2019). Estes compostos possuem vantagem por serem opções naturais e seguras como aditivo antimicrobiano, uma vez que, dispõem de vários princípios ativos e modos de ação, oferecendo desse modo baixo risco e resistência bacteriana (ACAMOVIC & BROOKER, 2005).

Os biocompostos moduladores ruminais são capazes ainda de mitigar a produção de CH₄, através da inibição dos microrganismos metanogênicos ou ainda causar desvio de hidrogênio (H₂) na metanogênese (MCGINN et al., 2004, MAO et al., 2010). Estimulam o metabolismo com o aumento da degradabilidade da proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), e a eficiência e rendimento da produção de biomassa microbiana (SOUZA, 2013).

1.3.1 Utilização de taninos na nutrição de ruminantes

O rúmen é uma câmara de fermentação influenciada pela ingestão de alimentos e taxas de fluxo, onde o rúmen e retículo são os responsáveis pela movimentação do conteúdo ruminal, pela redeglutição e eructação de gases de fermentação (DAVIDSON & STABENFELDT, 2014). O processo de ruminação e atividade das enzimas microbianas na cavidade retículo-rúmen, resultam na liberação de produtos finais como ácidos graxos voláteis (AGV), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e metano (CH₄; ZOTTI & PAULINO, 2009; MAGAÇO & DUARTE, 2019).

O CH₄ entérico é oriundo da ação das metanogênicas, uma categoria de microrganismos unicelulares que pertence ao Domínio das *Archaea*, o qual se difere do *Eukarya* (protozoários e fungos) e *Bacteria* (bactérias), e que possuem cofatores e lipídeos únicos (COTTLE et al., 2011; PEREIRA et al., 2015). As *Archaea* são

encontradas aderidas na superfície celular ou na fase intracelular em protozoários ciliados, além, de ficarem unidas com as bactérias, o que caracteriza relação simbiótica entre esses microrganismos (WREDE et al., 2012; WALLACE et al., 2017).

O anabolismo do CH₄ no ambiente ruminal corresponde a um significativo desvio de energia que poderia ser usada para o desempenho do animal (COTA et al., 2014). No entanto, é necessário que haja equilíbrio na concentração de H₂, pois, caso não seja retirado pelas metanogênicas pode reduzir o processo fermentativo, a taxa de crescimento das bactérias celulolíticas e a síntese de proteína microbiana (BOTERO et al., 2013). O CH₄ entérico é liberado por meio de eructação para o ambiente, gerando maior contribuição em equivalentes de carbono de gases de efeito estufa (GEE) na produção pecuária (MAGAÇO & DUARTE, 2019).

Estratégias têm sido dirigidas para aperfeiçoar a eficiência de emprego da energia dispersa na forma de CH₄ no rúmen, ao mesmo tempo com o aprimoramento no desempenho produtivo dos animais (MAGAÇO & DUARTE, 2019). A manipulação ruminal com o uso de taninos reduz a produção de CH₄ (PIÑEIRO-VÁZQUEZ et al., 2018), devido a diminuição dos microrganismos envolvidos no processo de produção de H₂ (GEMEDA & HASSEN, 2015; JAYANEGARA et al., 2015).

Na alimentação animal, os taninos geralmente são associados a efeitos prejudiciais, como redução na ingestão de alimento, na digestibilidade da proteína e matéria seca, redução no ganho de peso, produção leiteira e crescimento de lã (MUELLER-HARVEY, 2006; AHNERT et al., 2015). Esses efeitos podem estar relacionados a capacidade de complexação com proteínas, resultando na menor digestibilidade das proteínas, inibição do crescimento microbiano e aumento da excreção de nitrogênio fecal (SILVA & SILVA, 1999).

Em estudo de Puchala et al. (2012) com caprinos alimentados com *Sericea lespedeza* (20% TC em sua composição), alfafa ou sorgo forrageiro, evidenciaram que o fornecimento de *Lespedeza* reduziu a produção de CH₄ quando comparada com as outras forrageiras. Os autores ressaltam ainda que apesar da presença de TC ter afetado a digestibilidade (49,4% *Lespedeza*, 60,3% alfafa e 65% sorgo forrageiro), houve compensação pelo aumento do consumo de matéria seca (CMS) da forragem, além de terem menores taxas de emissão CH₄.

As distinções entre os benefícios e os efeitos negativos estão relacionados

diretamente com as características estruturais e concentração de tanino no alimento, estágio fisiológico do animal e composição da dieta (NAUMANN et al., 2013). Porém, os efeitos negativos são resultantes da ingestão de alta quantidade de taninos pelos animais, todavia, se o consumo for moderado não há impactos prejudiciais (AHNERT et al., 2015; AGUERRE et al., 2016).

Nos ruminantes, os efeitos tóxicos dos taninos pelo elevado consumo, podem se distinguir de acordo com a classificação desses compostos fenólicos. Os TH são tóxicos em virtude da metabolização a nível ruminal, transformando-os em produtos de baixo peso molecular, sendo estes absorvidos pelo organismo causando toxicidade e necrose nos rins e fígado (CANNAS, 2018). Já os TC não são absorvidos no trato digestivo, porém podem gerar lesões na mucosa do trato gastrointestinal, além de reduzir a absorção de aminoácidos essenciais, principalmente a metionina e lisina (CANNAS, 2018).

Os ruminantes possuem estratégias fisiológicas ao consumir taninos, com adaptação da microbiota ruminal (AMMAR et al., 2009). E os pequenos ruminantes, principalmente em caprinos, possuem a capacidade de excretar proteína salivar rica em prolina (CANON et al., 2013), sendo está a primeira linha de defesa contra os taninos dietéticos (DELIMONT et al., 2017). Além disso, os ruminantes usam estratégias comportamentais, amostragem cautelosas e reduzidas de alimentos desconhecidos, seleção de alimento com menores concentrações de taninos ou redução do consumo (ESTELL, 2010), resultando em mudanças nos tempos de alimentação como resposta aos efeitos negativos de taninos sobre o valor nutricional do alimento (MKHIZE et al., 2015).

A utilização dos taninos em níveis adequados (2% a 4% na dieta) pode atuar de maneira similar a alguns antibióticos, manipulando o ambiente ruminal, especialmente a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados e promovendo efeitos benéficos ao animal (MIN et al., 2003; BRUTTI, 2017; VASTA et al., 2019). O mecanismo de redução dos taninos na biohidrogenação estar relacionado com a inibição de diversas espécies incluindo *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Butyrivibrio proteoclasticus* (WANG et al., 2020). São espécies bacterianas gram-negativa pertencente ao grupo A, responsáveis no processo de converter o ácido linoleico em ácido linoleico conjugado, com participação na fermentação de vários substratos (VASTA et al., 2010; HUWS et al., 2011).

Os efeitos dos taninos na microbiota do rúmen são atribuídos a propriedade desses compostos fenólicos em formar complexos com polímeros de proteína e carboidratos,

além de interagir diretamente com a membrana da célula bacteriana (PATRA & SAXENA, 2011). Estes atributos do complexo tanino-proteína e outros nutrientes, quando administrados corretamente podem potencializar a eficiência da utilização de nutrientes, resultando no melhor desempenho dos animais (TABKE et al., 2017).

Os taninos também apresentam capacidade de formar complexos com fibras, inibindo a ação das bactérias celulolíticas, provocando menor produção de ácido acético, N-NH₃ e H₂, resultando na redução de até 5% da digestibilidade alimentar (GRAINGER et al., 2009; DENTINHO & BESSA, 2016; BROUCEK, 2018). A formação de complexos com fibra acontece com menos intensidade quando comparada com a complexação com as proteínas, o que justifica a pouca influência na digestibilidade e na nutrição dos animais (PERNA JUNIOR et al., 2020).

Um dos principais objetivos na produção de ruminantes é reduzir a excreção de nutrientes para o meio ambiente, principalmente nitrogênio (BRUTTI, 2017). A perda de nutrientes acontece no processo de fermentação por meio da produção de elementos como o CH₄ e nitrogênio amoniacal (CALLAWAY et al., 2003). Em dietas com elevado nível de nitrogênio, a ligação de proteínas com TC pode minimizar sua metabolização a nível ruminal, reduzindo a produção de N-NH₃ em até 20% (ACAMOVIC & BROOKER, 2005). Conseqüentemente, resulta em menores teores de ácidos graxos de cadeia ramificada e nitrogênio ureico do sangue, com aumento do fluxo de proteína para o intestino (AGUERRE et al., 2016). A utilização dos taninos na nutrição animal é bastante promissora, principalmente pela capacidade de manipular o ecossistema ruminal, sendo potenciais substitutivos aos antibióticos promotores de crescimento.

1.3.2 Utilização de saponinas na nutrição de ruminantes

A eficiência de produção animal pode ser potencializada pelo uso das saponinas, justificado pela capacidade das saponinas em modificar a fermentação ruminal, devido sua influência direta sobre a atividade dos protozoários, bactérias e fungos (GOULART, 2017). Esta ação das saponinas sobre a população de protozoários ciliados do rúmen, potencializa a síntese de proteína microbiana e aumenta o fluxo de proteínas para o duodeno, em consequência ocorre declínio na predação bacteriana pelos protozoários (SOUZA, 2013). Essa defaunação de protozoários auxilia na maior eficiência de energia e proteína devido ao aumento de ácidos graxos voláteis e nitrogênio microbiano

(EUGÈNE et al., 2004).

O mecanismo de ação das saponinas reduz 17% da concentração de amônia no fluido ruminal, devido a depressão da população de protozoários, visto que os protozoários corroboram com 10% a 40% do nitrogênio microbiano produzido no rúmen (HESS et al., 2003; KAMRA, 2005). Esse declínio é justificado pela dieta dos protozoários, composta por bactérias e proteínas, sendo estas degradadas em aminoácidos e amônia (EUGÈNE et al., 2004). As saponinas em dietas reduzem significativamente a população protozoária, porém, após o período de adaptação (14 dias), o nível populacional fica próximo ao encontrado em animais com dietas sem o uso de saponinas (IVAN et al., 2004; TEFEREDEGNE et al., 1999).

Estudos demonstram que em sistema de fermentação ruminal *in vitro* com diferentes níveis de saponinas de *Quillaja saponaria*, a redução significativa de protozoários após 24 horas, com redução de 51,3% quando comparada com o controle (sem saponinas) (CASTRO-MONTOYA et al., 2011). Além disso, as saponinas minimizam a produção de CH₄ para a atmosfera, reduzindo o impacto ambiental (WINA et al., 2005; WANG et al., 2012). A redução de CH₄ pode ser consequência da ação das saponinas sobre a população de microrganismos do rúmen envolvidos na produção do CH₄ (WANG et al., 2012), visto que os protozoários são produtores de H₂ e abrigam uma população significativa de metanogênicos (WENNER et al., 2020).

A influência das saponinas sobre a microbiota ruminal e a fermentação são autônomas, variando com a classificação e níveis de saponinas, composição da dieta, população microbiana afetada e adaptação dos microrganismos do rúmen à saponina (PATRA & SAXENA, 2009). Devido a diversidade estrutural, as saponinas podem afetar distintos microrganismos, permitindo a manipulação seletiva do metabolismo do rúmen (GOULART, 2017). Por exemplo, o conhecimento de uma saponina que diminuísse a população de *Streptococcus bovis* em dietas com elevado teor de concentrados, minimizaria a produção de ácido lático, conseqüentemente a ocorrência de acidose ruminal (PATRA & SAXENA, 2009). Sua ação antimicrobiana é mais evidente sobre as bactérias Gram-positivas, com efeito semelhante aos dos ionóforos (ROCHFORD et al., 2008).

Alguns autores atribuem efeito hepatotóxico das plantas pela presença das saponinas, no entanto, o uso de níveis moderados não produzirá efeitos tóxicos

significantes (TOKARNIA et al., 2012; GADELHA et al., 2015; MARINHO et al., 2018). Apesar do mecanismo de ação das saponinas ainda não ser completamente conhecido, estes componentes têm demonstrado seu potencial em transformar a microbiota intestinal, o metabolismo do nitrogênio e elevar a permeabilidade de células da mucosa intestinal e a taxa de absorção intestinal.

1.4 Biocompostos na saúde e desempenho animal

Nos últimos anos, a população reduziu o consumo de alimentos como carne e leite, procedentes de sistemas que fazem a utilização de aditivos químicos (PRADO-CALIXTO et al., 2017), preferindo alimentos oriundos que fazem uso de aditivos naturais. Aliado a isso, é fundamental percebermos a vital importância da interação entre nutrição e saúde em sistemas de produção animal, mesmo que o ambiente e o manejo também influenciem a produtividade do indivíduo e do rebanho (GONÇALVES et al., 2010).

A inclusão de aditivos naturais na nutrição visa o bem-estar e o melhor desempenho animal, além de serem seguros aos animais e ao homem, não deixam resíduos nos produtos de consumo e são livres de contaminantes para o meio ambiente (CATALAN et al., 2012). Este cenário, tem gerado diversos estudos relacionados ao uso de aditivos ricos em biocompostos, com a capacidade de promover aumento na eficiência produtiva e saúde dos animais. Tais resultados são atribuídos pela ação moduladora digestiva, ação antibiótica, imunomoduladora, antioxidante e anti-inflamatória (STEVANOVIC et al., 2018).

As atividades antimicrobianas e antioxidantes dos biocompostos, contribuem para uma melhor resposta do sistema imune e função intestinal, aumentando a tolerância do animal ao estresse oxidativo ou térmico (SALEM et al., 2012). Biocompostos como as saponinas, apresentam potencial imuno estimulante e são utilizadas como adjuvantes em vacinas de humanos e animais (ELLIS et al., 2005; SKENE & SUTTON, 2006; SUN et al., 2009).

Estudos tem demonstrado a eficácia da atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico da casca do caule de barbatimão sobre o crescimento e metabolismo das bactérias. Nas bactérias Gram positivas: *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*; e Gram negativas: *Providencia* spp., *Proteus mirabilis*, *Shigella sonnei* e *Pseudomonas aeruginosa* (AUDI et al., 2004; GONÇALVES et al., 2005). Costa et al.

(2011) avaliaram a atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato bruto seco do barbatimão contra bactérias isoladas (*Echerichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) do leite. Os autores observaram que o extrato inibiu o crescimento da *S. aureus* e *S. aureus* ATCC 25923 na menor concentração (25mg/ml) do estudo, demonstrando elevada susceptibilidade desses microrganismos ao extrato bruto seco do barbatimão.

A utilização de metabólitos secundários de plantas no controle de helmintos do trato gastrointestinal tem crescido. Grande parte dos estudos sobre plantas com propriedades anti-helmínticas tem como foco principal em plantas com elevado teores de TC, pois a atividade anti-helmíntica das plantas com TH ou TC+TH ainda são divergentes (KATIKI et al., 2013). Apesar dos TC terem destaque sobre os benefícios anti-helmínticos para os ruminantes, os TH também apresentam propriedades como esses que beneficiam para esses animais (FRUTOS et al., 2004; SHABTAY et al., 2008).

A maioria das respostas imunológicas dos animais acontecem pela ação de proteínas, provenientes das citocinas, quimiocinas ou dos anticorpos (VIEIRA et al., 2020). Provavelmente esse seja o principal fator pelo qual os TC sejam investigados para combater verminoses, uma vez que, esses compostos elevam a absorção de proteína a nível de intestino e restituem a hipoproteïnemia causada pela atividade parasitária (AROWOLO & HE, 2018).

Pathak et al. (2016) avaliaram 12 ovelhas infectadas com larvas do *Haemonchus contortus*, divididas em dois grupos, em que seis animais receberam suplementação com TC (1,5 % da dieta) e os outros seis animais não receberam TC na dieta. Os autores observaram que os animais que receberam a suplementação com TC apresentaram menor contagem de ovos dos parasitas nas fezes, quando comparado aos animais que não foram suplementados com TC. Este resultado deve estar relacionado ao fator que os TC interferem no ciclo de vida do *Haemonchus contortus*, da mesma forma que na grande parte dos nematoides, impossibilitando a eclosão dos ovos e o desenvolvimento até o estágio adulto (PATHAK & TIWARI, 2013). Os nematoides gastrointestinais são uma das principais causas de doenças em pequenos ruminantes, especialmente em regiões temperadas e tropicais (MILLER et al., 2012; HOSTE et al., 2015).

Pesquisas na área de suplementação de taninos para ruminantes têm sido uma estratégia promissora, as quais têm sugerido o uso de taninos para atuar em fontes de

proteínas para potencializar a eficiência digestiva da proteína (ABARGHUEI et al., 2014; JOLAZADEH et al., 2015; DENTINHO et al., 2020). Este efeito está fundamentado na capacidade dos taninos em precipitar proteínas através da formação do complexo tanino-proteína para aumentar a proteína não degradável no rúmen (PNDR) (SILVA et al., 2020). A formação desses complexos pode atender melhor as exigências de aminoácidos e possibilita reduzir o teor de proteína da dieta (SILVA et al., 2020). Mas isso só funcionará se a proteína for de qualidade e se mantiver o mínimo de proteína degradável no rúmen (PDR) para manter a fermentação. Deste modo, reduz o teor de proteína nas dietas sem comprometer o desempenho dos ruminantes, além de reduzir os custos de alimentação (DENTINHO et al., 2020).

O consumo de TC normalmente é relacionado ao baixo consumo de ração devido à pouca palatabilidade e degradabilidade de nutrientes (HUANG et al., 2018). No entanto, essa influência está associada a quantidade de TC ingerida pelo animal, sua composição (tipo e estrutura química) e a composição química da dieta total, principalmente o teor de proteína bruta (PB; MUELLER-HARVEY, 2006). Concentrações $< 50 \text{ g kg}^{-1}$ de MS nas dietas não afeta o consumo de ração e digestão de nutrientes (HUANG et al., 2018).

Em um estudo com ovinos alimentados com dieta contendo $15 \text{ g de TC kg}^{-1}$ MS, a ingestão diária de MS desses animais não foi comprometida, apresentando maior eficiência alimentar e ganho de peso diário (DENTINHO et al., 2020). Além disso, as características da carcaça e a qualidade da carne não foram afetadas (KRUEGER et al., 2010; CAMACHO et al., 2011; TABKE et al., 2017).

Em uma pesquisa realizada por Grainger et al. (2009) com extrato de taninos de *Acácia mearnsii* com níveis de 0,9% e 1,8% na dieta de vacas Holandesas em lactação, houve diminuição entre 5,0% e 8,5% no CMS, resultando queda na produção de leite. No entanto, em outro estudo com extrato de taninos de *Acácia mearnsii* para novilhos Holandeses, o CMS se manteve com níveis de 2,7% (ORLANDI et al., 2015). Rivera-Méndez et al. (2017) avaliaram o desempenho de novilhos Holandeses suplementados com 0,6% de TH e/ou TC, e não observaram distinção entre os taninos, onde ambos melhoram o desempenho animal quando comparado ao tratamento controle.

Os TC também apresentam efeitos sobre a produção e composição de leite de acordo com sua concentração, estrutura e peso molecular (PILUZZA et al., 2014). Anantasook et al. (2015) obtiveram aumento na proporção de ácido propiônico no rúmen,

na produção leiteira e no teor de proteína e gordura do leite de vacas alimentadas com vagens de *Samanea saman* (uma mistura de TC e saponinas). No entanto, em outro estudo com vacas alimentadas com níveis crescentes de taninos, os efeitos foram negativos na ingestão de MS, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção leiteira e proteína verdadeira do leite (AGUERRE et al., 2016).

1.5 Perspectivas do uso de barbatimão como aditivo para ruminantes

O uso de aditivos naturais na produção animal tem apresentado resultados promissores sobre a segurança do alimento e seus efeitos no desempenho animal. Neste sentido, o barbatimão é uma planta nativa do Cerrado brasileiro que possui potencial para ser utilizado na produção de ruminantes, visto que, apresenta ação antimicrobiana e possível capacidade de modulação do ecossistema ruminal (MOREIRA et al., 2018).

Extratos da casca de barbatimão foram utilizados em pesquisas desenvolvidas para avaliar a ação dos biocompostos sobre o desempenho e metabolismo ruminal em bovinos (JESUS, 2015; MOREIRA, 2018). Estes estudos demonstram que os extratos do barbatimão não foram capazes de afetar o CMS e matéria orgânica, e a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos foi semelhante aos utilizando ionóforo (Monensina). Além disso, não afetaram a digestibilidade dos nutrientes e as características da carcaça dos animais estudados. Estes resultados, evidenciam que baixas dosagens deste aditivo não são capazes de afetar estas variáveis. Acredita-se que resultados semelhantes possam ser encontrados em ovinos.

No entanto, estudos científicos relacionados ao uso do extrato de barbatimão para modulação da fermentação ruminal e na melhoria do desempenho de ruminantes ainda são escassos. Além disso, o uso deste aditivo tem potencial para melhorar a eficiência de produção dos metabólitos ruminais, elevando a proporção de propionato ruminal, resultando na mitigação de metano (MOREIRA, 2018).

2. Referências

- ABARGHUEI, M.J.; ROUZBEHAN, Y.; SALEM, A.F. (2014). The influence of pomegranate-peel extracts on in vitro gas production kinetics of rumen inoculum of sheep. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 38, p. 212–219. <https://doi.org/10.3906/vet-1305-69>
- ACAMOVIC, T.; BROOKER, J. D. (2005). Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, p. 403-412.
- AFROSE, S.; HOSSAIN, M. S.; TSUJII, H. (2011). Hypocholesterolemic effect of karaya saponin in Japanese laying quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 95, p. 693-700. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01098.x>
- AGRAWAL, P.K., JAIN, D.C., PATHAK, A.K. (1995). NMR spectroscopy of steroidal saponin and steroidal saponins: an update. **Magnetic Resonance in Chemistry**, v.33, p.923 – 953.
- AGUERRE, M. J.; CAPOZZOLO, M. C.; LENCIONI, P.; CABRAL, C.; WATTIAUX, M. A. (2016). Effect of quebracho-chestnut tannin extracts at 2 dietary crude protein levels on performance, rumen fermentation, and nitrogen partitioning in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p.4476–4486.
- AHNERT, S.; DICKHOEFER, U.; SCHULZ, F.; SUSENBETH, A. (2015). Influence of ruminal Quebracho tannin extract infusion on apparent nutrient digestibility, nitrogen balance, and urinary purine derivatives excretion in heifers. **Livestock Science**, v.177, p.63–70.
- AHUMADA, A.; ORTEGA, A.; CHITO, D.; BENÍTEZ, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. **Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas**, v. 45, p. 438-469.
- ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; RAMOS, M. A.; AMORIM, E. L. C. (2007). Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 110, p. 76-91.
- ALMEIDA JÚNIOR, E. B.; CHAVES, L. J.; SOARES, T. N. (2014). Caracterização genética de uma coleção de germoplasma de cagaiteira, uma espécie nativa do cerrado.

Bragantia, v. 73, p.246-252. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0075>

AMMAR, H.; LÓPEZ, S.; KAMMOUN, M.; BODAS, R.; GIRÁLDEZ, F. J.; GONZÁLEZ, J. S. (2009). Feeding quebracho tannins to sheep enhances rumen fermentative activity to degrade browse shrubs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 149, p. 1-15.

ANANTASOOK, N.; WANAPAT, M.; CHERDTHONG, A.; GUNUN, P. (2015). Effect of tannins and saponins in Samanea saman on rumen environment, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, p. 335–344.

ANGYALOSSY, V.; EVERT, R. F.; MARCATI, C. R.; OSKOLSKI, A. A. (2016). IAWA List of Microscopic Bark Features. **IAWA Journal**, v. 37, p. 517–615.

AROWOLO, M. A.; HE, J. (2018). Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: a review. **Animal Nutrition**, v. 4, p. 241-249.

ASHOK, P. K.; UPADHYAYA, K. (2012). Tannins are Astringent. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, Ivano-Frankivsk, v. 1, p. 45-50.

ASSEFA, G.; SONDER, K.; WINK, M.; KIJORA, C.; STEINMUELLER, N.; PETERS, K. J. (2008). Effect of variety and harvesting management on the concentration of tannins and alkaloids in tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*). **Animal Feed Science and Technology**, v. 144, p. 242–256.

AUDI, E.A.; TOLEDO, C.E.M.; SANTOS, F.S.; BELLANDA, P.R.; PRADO, W.A.; UEDA-NAKAMURA, T.; NAKAMURA, C.V.; SAKURAGUI, C.M.; AMADO, C.A.B.; MELLO, J.C.P. (2004). Biological Activity and Quality Control of Extract and Stem Bark From *Stryphnodendron adstringens*. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, v.23, p.328-33.

AUGUSTIN, J. M.; KUZINA, V.; ANDERSEN, S. B.; BAK, S. (2011). Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins. **Phytochemistry**, v. 72, p. 435-457.

BALATA, F.; WILLIAMS, C. (2020). The role of coastal communities in the sustainable management of marine protected areas. **Marine Protected Areas**, p. 113–129. doi:10.1016/b978-0-08-102698-4.00006-x

- BARDAL D. (2011). Atividade antimicrobiana de barbatimão *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville em agentes causadores da mastite. **(Dissertação)**. Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. Pag. 87.
- BATTESTIN, V.; MATSUDA, L.K.; MACEDO, G.A. (2004). Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.15, p.63-72.
- BATTISTI, C.; GARLET, T. M. B.; ESSI, L.; HORBACH, R. K.; DE ANDRADE, A.; BADKE, M. R. (2013). Plantas medicinais utilizadas no município de Palmeira das Missões, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, p. 338-348.
- BELE, A. A.; JADHAV, V. M.; KADAM, V. J. (2010). Potential of tannins: A review. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 9, p. 209-214. <http://dx.doi.org/10.3923/ajps.2010.209.214>
- BORGES-FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. (2003). Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, p. 735–745.
- BOTERO, I. C. M.; CANTET, J. M.; MONTOYA, S.; LONDOÑO, G. A. C.; ROSALES, R. B. (2013). Producción de metano *in vitro* de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. **Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v. 8, p. 15-31.
- BOTURA, M. B.; SANTOS, J. D. G.; SILVA, G. D.; LIMA, H. G.; OLIVEIRA, J. V. A.; ALMEIDA, M. A. O.; BATATINHA, M. J. M.; BRANCO, A. (2013). *In vitro* ovicidal and larvicidal activity of *Agave sisalana* Perr. (sisal) on gastrointestinal nematodes of goats. **Veterinary Parasitology**, v. 192, p. 211-217.
- BRAGA, W. L. M.; ROBERTO, J. A.; VAZ, C.; SAMANAMUD, G. R. L.; LOURES, C. C. A.; FRANCA, A. B.; LOFRANO, R. C. Z.; NAVES, L. L. R. GOMES, J. HD. F.; NAVES, F. L. (2018). Extraction and optimization of tannin from the flower of *Musa* sp. Applied to the treatment of iron ore dump. **Journal of Environmental Chemical Engineering**. V. 6, p. 4310–4317. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.05.058>.
- BRASIL, Ministério da Saúde. (2014). Monografia da espécie *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão). Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/novembro/25/Vers-o-cp->

[Stryphnodendron.pdf](#). Acesso em: 22 agos 2020.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. (2017). **Caderno do extrativista: Boas práticas para o extrativismo sustentável orgânico Caderno do extrativista**, Brasília.

BRASIL. (2010). **Farmacopeia Brasileira**, v. 2. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 904 p.

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

BROUDISCOU, L.P.; PAPON, Y.; BROUDISCOU, A.F. (2002). Effects of dry plant extracts on feed degradation and the production of rumen microbial biomass in a dual outflow fermenter. **Animal Feed Science and Technology**, v. 101, p. 183–189.

BROWN, M.S.; PONCE, C.H.; PULIKANTI, R. (2006). Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. **Journal of Seed Science**, v. 84, p. 25-33.

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

CALLAWAY, T. R.; EDRINGTON, T. S.; RYCHLIK, J. L.; GENOVESE K. J., POOLE, T. L.; JUNG, Y. S.; BISCHOFF, K. M.; ANDERSON, R. C.; NISBET, D. J. (2003). Ionophores: Their Use as Ruminant Growth Promotants and Impact on Food Safety. Ionophores Impact on Food Safety. **Current Issues Intestinal Microbiology**, v. 4, p. 43-51.

CAMACHO, A. B. J.; CERVANTES, M. A.; ESPINO, M.; VERDUGO, L. R.; FLORES, J. A.; ROMO, AND R.; BARAJAS. (2011). Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on carcass characteristics of bull-calves. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 615.

CANNAS A. (2018). **Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules. Dept of Animal Science- Plants Poisonous to Livestock**. Cornell University College of Agriculture and Life Sciences.

CANON, F.; PATÉ, F.; CHEYNIER, V.; SARNI-MANCHADO, P.; GIULIANI, A.; PÉREZ, J.; CABANE, B. (2013). Aggregation of the salivary proline-rich protein IB5 in

the presence of the tannin EgCG. **Langmuir**, v. 29, p. 1926-1937.

CARDOZO, P. W.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. (2005). Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on *in vitro* rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. **Journal of Seed Science**, v. 83, p. 2572-2579.

CASTRO-MONTOYA, J. M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. (2011). Effects of monensin on the chemical composition of the liquid associated microbial fraction in an *in vitro* rumen fermentation system. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91, p.433–448.

CATALAN, A. A.; GOPINGER, E.; LOPES, D. C.; GONÇALVES, F. M.; ROLL, A. A.; XAVIER, E. G.; ROLL, V. F. (2012). Aditivos fitogênicos na nutrição animal: Panax ginseng Phytogenic additives in animal nutrition: Panax ginseng. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 107, p. 15-21, 2012.

CHAI, W.-M.; HUANG, Q.; LIN, M.-Z.; CHONG, O.-Y.; HUANG, W.-Y.; WANG, Y.-X.; XU, K.-L.; FENG, H.-L. (2018). Condensed tannins from longan bark as inhibitor of tyrosinase: structure, activity, and mechanism. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. V. 66, p. 908–917. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05481>

CHEOK, C. Y.; SALMAN, H. A. K.; SULAIMAN, R. (2014). Extraction and quantification of saponins: A review, **Food Research International**, v. 59, p.16.

COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; MARCOTULLIO, M. C.; YU, Z. (2016). Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria *in vitro*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 25–36.

CONCEIÇÃO, G. M. (2012). **Caracterização botânica e fitossociologia de uma área de Cerrado, no Maranhão, sob pastejo por bovinos** (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal. Pag. 10.

COSTA, J. P. R.; DE ALMEIDA, A. C.; MARTINS, E. R.; RODRIGUES, M. N.; DOS SANTOS, C. A.; MENEZES, I. R. (2011). Atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim-pimenta e do extrato bruto seco do barbatimão diante de bactérias isoladas do leite. **Biotemas**, v. 24, p. 1-6.

COTA, O. L.; FIGUEREDO, M. D.; BRANCO, R. H.; MAGNANI, E.; NASCIMENTO, C. F.; OLIVEIRA, L. F.; MERCADANTE, M. E. Z. (2014). Methane emission by Nellore cattle subjected to different nutritional plans. **Tropical Animal Health Production**, v. 46, p. 1229-1234.

COTTLE, D.J.; NOLAN, J.V.; WIEDEMANN, S.G. (2011). Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, v.51, p.491-514.

DAVIDSON, P. A.; STABENFELDT, H. G. (2014). **Cunningham tratado de fisiologia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 624 p.

DE CARVALHO, J. T. G.; AGUDELO, J. S. H.; BALDIVIA, D. D. S.; CAROLLO, C. A.; SILVA, D. B.; DE PICOLI SOUZA, K.; DOS SANTOS, E. L. (2020). Hydroethanolic stem bark extracts of *Stryphnodendron adstringens* impair M1 macrophages and promote M2 polarization. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 254, p. 112684.

DE CARVALHO, J.T.G.; BALDIVIA, D.S.; ARAÚJO, L.C.A.; ESPINDOLA, P.P.T.; ANTUNES, K.A.; ROCK, P.S.; SOUZA, K.P.; DOS SANTOS, E.L. (2019). Medicinal plants from Brazilian cerrado: antioxidant and anticancer potential and protection against chemotherapy toxicity. **Oxidative medicine and cellular longevity**, v. 1, 3685264. <https://doi.org/10.1155/2019/3685264>

DE OLIVEIRA, D. R.; JÚNIOR, W. S. F.; BITU, V. D. C. N.; PINHEIRO, P. G.; MENEZES, C. D. A.; DE BRITO JUNIOR, F. E.; MENEZES, I. R. A. (2014). Ethnopharmacological study of *Stryphnodendron rotundifolium* in two communities in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, p. 124-132.

DELIMONT, N. M.; ROSENKRANZ, S. K.; HAUB, M. D.; LINDSHIELD, B. L. (2017). Salivary proline-rich protein may reduce tannin-iron chelation: a systematic narrative review. **Nutrition & metabolism**, v. 14, p. 47.

DENTINHO, M.; BESSA, R. (2016). Efeito da fonte de taninos e do pH na estabilidade dos complexos taninos-proteína e taninos-fibra. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, p. 114-121.

DENTINHO, M. T. P.; PAULOS, K.; FRANCISCO, A.; BELO, A. T.; JERÓNIMO, E.; ALMEIDA, J.; SANTOS-SILVA, J. (2020). Effect of soybean meal treatment with *Cistus*

ladanifer condensed tannins in growth performance, carcass and meat quality of lambs. **Livestock Science**, p. 104021.

DOLIGALSKA, M.; JOŹWICKA, K.; KIERSNOWSKA, M.; MROCZEK, A.; PACZKOWSKI, C.; JANISZOWSKA, W. (2011). Triterpenoid saponins affect the function of P-glycoprotein and reduce the survival of the free-living stages of *Heligmosomoides bakeri*, **Veterinary Parasitology**, v.179, p.144–151.

ELLIS, J. A.; WEST, K. H.; WALDNER, C. RHODES, C. (2005). Efficacy of a saponin-adjuvanted inactivated respiratory syncytial virus vaccine in calves. **Canadian Veterinary Journal**, v. 46, p.155–162.

ESTELL, R. E. (2010). Coping with shrub secondary metabolites by ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 94, p. 1-9.

EUGÈNE, M.; ARCHIMÈDE, H.; SAUVANT, D. (2004). Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. **Livestock Production Science**, v. 85, p.81-97.

EURIDES, D.; FRANCO, L. G.; MOURA, M. I.; CAMPOS, S. B. S.; FREITAS, S. L. R. (2010). *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville. In: SILVA, L. A. F.; EURIDES, D.; PAULA, J. R.; LIMA, C. R. O.; MOURA, M. I. Manual do barbatimão. Goiânia: Kelps. p. 69-78.

FERREIRA, R. Q. S.; CAMARGO, M. O.; TEIXEIRA, P. R.; DE SOUZA, P. B.; DE SOUZA, D. J. (2017). Diversidade florística do estrato arbustivo arbóreo de três áreas de cerrado sensu stricto, Tocantins. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar**, v. 4, p. 69-82.

FLORES, D. R. M.; DA FONSECA, P. A. F. SCHMITT, J.; TONETTO, C. J.; JUNIOR, A. G. R.; HAMMERSCHMITT, R. K.; NÖRNBERG, J. L. (2020). Lambs fed with increasing levels of grape pomace silage: Effects on productive performance, carcass characteristics, and blood parameters. **Livestock Science**, v. 240, p. 104169.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). (2017). **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. Disponível em:< <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>>. Acesso em 04 de novembro de 2020.

FRUTOS, P.; RASO, M.; HÉRVAS, G.; MANTECÓN, A.R.; VALENTÍN, P.;

- GIRÁLDEZ, F.J. (2004). Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolysable tannin extract is included in the diet of finishing lambs? **Animal Research**, v. 53, p. 127-136.
- GADELHA, I. C. N.; CÂMARA, A. C. L.; SILVA, I. P.; BATISTA, J. S.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO B. (2015). Toxic effects of the pericarp of the *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong fruit on chicks. **International Journal of Applied Research in Veterinary**, v. 13, p.135-140.
- GEMEDA, B. S.; HASSEN, A. (2015). Effect of Tannin and Species Variation on In vitro Digestibility, Gas, and Methane Production of Tropical Browse Plants. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, p. 188-199. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0325>
- GIANNENAS, I.; BONOS, E.; CHRISTAKI, E.; FLOROU-PANERI, P. (2013). Essential oils and their applications in animal nutrition. **Medical and Aromatic Plants**, v.2, p.1-12.
- GOMES, D. C.; LIMA, H. G.; VAZ, A. V.; SANTOS, N. S.; SANTOS, F. O.; DIAS, E. R.; BOTURA, M. B.; BRANCO, A.; BATATINHA, M. J. M. (2016b). *In vitro* anthelmintic activity of the *Zizyphus joazeiro* bark against gastrointestinal nematodes of goats and its cytotoxicity on Vero cells. **Veterinary Parasitology**, v.226, p. 10-16.
- GOMES, L.; MARACAHIPES, L.; REIS, S. M.; MARIMON, B. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; LENZA, E. (2016a). Dynamics of the woody vegetation of two areas of Cerrado sensu stricto located on different substrates. **Rodriguésia**, v. 67, p. 859-870.
- GONÇALVES, A.L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. (2005). Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, p.353-358.
- GONÇALVES, F. M.; CORRÊA, M. N.; ANCIUTI, M. A.; GENTILINI, F. P.; ZANUSSO, J. T.; RUTZ, F. (2010). Nutrigenômica: situação e perspectivas na alimentação animal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 104, p. 569-572.
- GONZALEZ, P. J.; SÖRENSEN, P. M. (2020). Characterization of saponin foam from *Saponaria officinalis* for food applications. **Food Hydrocolloids**, v. 101, p. 105541.
- GOULART, D. S. (2017). Padronização para colheita e conservação de amostras de

braquiária para quantificação de saponina e toxicidade subcrônica da diosgenina em *Cavia porcellus*. (**Tese de doutorado**). Escola de Veterinária E Zootecnia. Universidade Federal de Goiás. Goiânia – Goiás: pag. 11.

GOULART, S. L. (2010). Características anatômicas, químicas e densidade do barbatimão. (**Tese de Doutorado**). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, UFLA, pag. 12.

GRAINGER, C.; CLARKE, T.; AULDIST, M. J.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; WAGHORN, G. C.; ECKARD, R. J. (2009). Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.89, p.241-251.

GRASEL, F. S.; FERRÃO, F. M.; WOLF, C. R. (2016 b). Development of methodology for identification the nature of the polyphenolic extracts by FTIR associated with multivariate analysis. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 153, p. 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.08.020>

GRASEL, F. S.; FERRÃO, M. F.; HELFER, G. A.; COSTA, A. B. (2016 a). Principal component analysis of commercial tannin extracts using digital images on mobile devices. **Journal of the brazilian chemical society**, v. 27, p. 2372-2377. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160135>

GRIFFITHS, W. M.; CLARK, C. E. F.; CLARK, D.A.; WAGHORN, G. C. (2013). Supplementing lactating dairy cows fed high-quality pasture with black wattle (*Acacia mearnsii*) tannin. **Animal**, v.7, p. 1789–1795. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001420>

GÜÇLÜ-ÜSTÜNDAĞ, Ö.; MAZZA, G. (2007). Saponins: Properties, applications and processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, p. 231-258.

HESS, H.D.; KREUZERA, M.; DIAZ, T.E.; LASCANO, C.E.; CARULLA, J.E.; SOLIVA, C. R.; MACHMÜLLER, A. (2003). Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam v. 109, p. 79–94.

HOSTE, H.; TORRES-ACOSTA, J.F.; SANDOVAL-CASTRO, C.A.; MUELLER-HARVEY, I.; SOTIRAKI, S.; LOUVANDINI, H.; THAMSBORG, S.M.; TERRILL,

- T.H. (2015). Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. **Veterinary Parasitology**, v. 212, p. 387 5–17.
- HUANG, Q.; LIU, X.; ZHAO, G.; HU, T.; WANG, Y. (2018). Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. **Animal Nutrition**, v. 4, p. 137–150. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2017.09.004>
- HUWS, S. A.; KIM, E. J.; LEE, M. R. F.; SCOTT, M. B.; TWEED, J. K. S.; PINLOCHE, E. (2011). As yet uncultured bacteria phylogenetically classified as Prevotella, Lachnospiraceae incertae sedis and unclassified Bacteroidales, Clostridiales and Ruminococcaceae may play a predominant role in ruminal biohydrogenation. **Environmental Microbiology**, v. 13, p. 1500–1512.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2018). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>. Acesso em 5 set 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa vinte vezes mais detalhado mostra Biomas e Sistema Costeiro-Marinho**. (2019). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>>. Acesso em: 17 agos. 2020.
- IVAN, M., KOENIG, K.M., TEFEREDEGNE, B., NEWBOLD, C.J., ENTZ, T., RODE, L.M., IBRAHIM, M. (2004). Effects of the dietary *Enterolobium cyclocarpum* foliage on the population dynamics of rumen ciliate protozoa in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 52, p.81–91.
- JACOBSON, T. K. B.; GARCIA, J.; SANTOS, S. C.; DUARTE, J. B.; FARIAS, J. G.; KLIEMANN, H. J. (2005). Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p.163-169.
- JAYANEGARA, A.; GOEL, G.; MAKKAR, H. P.; BECKER, K. (2015). Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 60-68.
- JESUS, F. D. D. (2015). Uso do extrato seco de barbatimão (*Stryphnodendron*

adstringens) e óleo bruto de sucupira (*Pterodon emarginatus*) e monensina na dieta de vacas leiteiras. **(Dissertação)**. Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Pag. 1, 40.

JOLAZADEH, A.; DEHGHAN-BANADAKY, M.; REZAYAZDI, K. (2015). Effects of soybean meal treated with tannins extracted from pistachio hulls on performance, ruminal fermentation, blood metabolites and nutrient digestion of Holstein bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 203, p. 33–40.

KAMRA, D.N. (2005). Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, p.125-135.

KARABALIEV, M.; KOCHEV, V. (2003). Interaction of solid supported thin lipid films with saponin. **Sensors and Actuators B**, Lausanne, v.88, p.101-105.

KATIKI, L. M.; FERREIRA, J. F.; GONZALEZ, J. M.; ZAJAC, A. M.; LINDSAY, D. S.; CHAGAS, A. C. S.; AMARANTE, A. F. (2013). Anthelmintic effect of plant extracts containing condensed and hydrolyzable tannins on *Caenorhabditis elegans*, and their antioxidant capacity. **Veterinary Parasitology**, v. 192, p. 218-227.

KHAN, R. A. (2018). Natural products chemistry: The emerging trends and prospective goals. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 26, p. 739-753.

KOTZE, A. C. (2012). Target-based and whole-worm screening approaches to anthelmintic Discovery. **Veterinary Parasitology**, n. 186, p. 118– 123.

KRUEGER, W. K.; GUTIERREZ-BAÑUELOS, H.; CARSTENS, G. E.; MIN, B. R.; PINCHAK, W. E.; GOMEZ, R. R.; FORBES, T. D. A. (2010). Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 159, p. 1–9.

LEMOS, B. J. M. (2013). Fermentação ruminal *in vitro* com adição de extrato de plantas do cerrado. **(Dissertação)**. Escola de Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, pag. 27.

LEWIS, K. A.; TZILIVAKIS, J.; GREEN, A.; WARNER, D. J.; STEDMAN, A.; NASEBY, D. (2013). Review of substances/agents that have direct beneficial effect on the environment: mode of action and assessment of efficacy. 10.

LIMA, C. R. O.; SOUZA, L. A.; HELOU, J. B.; ALMEIDA e SILVA, J.; CAETANO,

- L. B. (2010). Caracterização dos metabólitos secundários do barbatimão. In: SILVA, L. A. F.; EURIDES, D.; PAULA, J. R.; LIMA, C. R. O.; MOURA, M. I. **Manual do barbatimão**. Goiania, p. 61-68.
- LIMA, I. L. P.; SCARIOT, A.; DE MEDEIROS, M. B.; SEVILHA, A. C. (2012). Diversidade e uso de plantas do Cerrado em comunidade de Geraizeiros no norte do estado de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, p. 675-684.
- LIMA, R. A.; PIRES, L. S. S.; VIEIRA, N. G. (2014). A educação ambiental e o uso de plantas medicinais utilizadas pela população do distrito de União Bandeirante-Rondônia. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, p. 1351-1360.
- LIU, H. W.; XIONG, B. H.; LIC, K.; ZHOUD, D. W.; LVC, M. B.; ZHAOA, J. S. (2015). Effects of Suaeda glauca crushed seed on rumen microbialpopulations, ruminal fermentation, methane emission, and growth performance in Ujumqin lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 104-113.
- LOPES, G. C.; SANCHES, A. C. C.; TOLEDO, C. E. M.; ISLER, A. C.; MELLO, J. C. P. (2009). Quantitative determination of tannins in three species *Stryphnodendron* by high-performance liquid chromatography. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, p.135-143.
- LUO, Z., XU, W., ZHANG, Y., DI, L., & SHAN, J. (2020). A review of saponin intervention in metabolic syndrome suggests further study on intestinal microbiota. **Pharmacological Research**, p. 105088.
- MACÁKOVÁ K.; KOLEČKÁŘ V.; CAHLÍKOVÁ L.; CHLEBEK J.; HOŠŤÁLKOVÁ A.; KUČA K.; JUN D.; OPLETAL L. (2014). Tannins and their Influence on health, **Recent Advances in Medicinal Chemistry**, v. 1, p.159-208.
- MACÊDO, M. J. F.; RIBEIRO, D. A.; DE OLIVEIRA, M. S.; DE MACEDO, D. G.; MACEDO, J. G. F.; DE ALMEIDA, B. V.; SOUZA, M. M. A. (2018). Fabaceae medicinal flora with therapeutic potential in Savanna areas in the Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, p. 738-750.
- MAGAÇO, F. S.; DUARTE, E. R. (2019). Interação microbiana e metanogênese em ruminantes—uma revisão. **Medicina Veterinária**, v. 13, p. 88-95.

- MAO, H. L.; WANG, J. K.; ZHOU, Y. Y.; LIU, J. X. (2010). Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. **Livestock Science**, v. 129, p. 56-62.
- MARINHO, J. B.; CARVALHO, A. U.; PIEREZAN, F.; KELLER, K. M.; RIET-CORREA, F.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. (2018). Comparação dos efeitos das folhas de *Cestrum axillare* Vell. com as saponinas isoladas em caprinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, p. 852-861.
- MARTINS, R. O.; GOMES, I. C.; MENDONÇA TELLES, A. D.; KATO, L.; SOUZA, P. S.; CHAVES, A. R. (2020). Molecularly imprinted polymer as solid phase extraction phase for condensed tannin determination from Brazilian natural sources. **Journal of Chromatography A**, 460977. doi:10.1016/j.chroma.2020.460977
- MCGINN, S. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; COATES, T.; COLOMBATTO, D. (2004). Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast and fumaric acid. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 3346–3356.
- MENDES, M. R. A.; MUNHOZ, C. B. R.; SILVA JÚNIOR, M. C.; CASTRO, A. A. J. F. (2012). Vegetation and soil relationship in moist grassland in the National Park of Sete Cidades, Piauí, Brazil. **Rodriguésia**, v. 63, p. 971-984. <http://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602012000400014>
- MIISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **O Bioma Cerrado**. (2019). Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 17 agos. 2020.
- MIISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Programa Cerrado sustentável**. (2006). Disponível em: < https://www.mma.gov.br/estruturas/201/_arquivos/programa_cerrado_sustentvel_201.pdf>. Acesso em: 17 agos. 2020.
- MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. (2009). A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Seed Science**, v. 87, p. 3427-3439.
- MILLER, C.M.; WAGHORN, T.S.; LEATHWICK, D.M.; CANDY, P.M.; OLIVER, A.M.B.; WATSON, T.G. (2012). The production cost of anthelmintic resistance in lambs.

Veterinary Parasitology, v. 186, p. 376–381.

MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T.; MCNABB, W. C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, p. 3–19.

MKHIZE, N. R.; HEITKÖNIG, I. M.; SCOGINGS, P. F.; DZIBA, L. E.; PRINS, H. H.; DE BOER, W. F. (2015). Condensed tannins reduce browsing and increase grazing time of free-ranging goats in semi-arid savannas. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 169, p. 33-37.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, de U.P.; ARAÚJO, E. de L.; AMORIM, de E.L.C. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v.28, n.5, p. 892-896. Doi: 10.1590/S0100-40422005000500029

MOREIRA, K. K. G. (2018). Aditivos fitogênicos na terminação de tourinhos nelore confinados. (**Tese de doutorado**). Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Pag. 37, 52.

MOREIRA, T. M. S.; QUEIROZ-FERNANDES, G. M.; PIETRO, R. C. L. R. (2018). *Stryphnodendron* Species Known as “Barbatimão”: A Comprehensive Report. **Molecules**, v. 23, p. 1–25.

MUELLER-HARVEY, I. (2006). Review: Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.2010-2037. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2577>

NASCIMENTO, A. M. (2008). Avaliação da qualidade de extratos de *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville. (**Dissertação**). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Pag. 75-76.

NASCIMENTO, A. M.; GUEDES, P. T.; CASTILHO, R. O.; VIANNA-SOARES, C. D. (2013). *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae) proanthocyanidins quantitation by RP-HPLC. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 49, p. 549-558.

NAUMANN, H. D.; MUIR, J. P.; LAMBERT, B. D.; TEDESCHI, L. O.; KOTHMANN, M. M. (2013). Condensed tannins in the ruminant environment: a perspective on biological activity. **Journal of Agricultural Sciences**, v. 1, p. 8-20.

- NETO, J. A. R.; TARÔCO, B. R. P.; DOS SANTOS, H. B.; THOMÉ, R. G.; WOLFRAM, E.; RIBEIRO, R. I. M. D. A. (2020). Using the plants of Brazilian Cerrado for wound healing: From traditional use to scientific approach. **Journal of Ethnopharmacology**, p. 112547. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112547>
- OLIVEIRA, C. P.; FRANCELINO, M. R.; CYSNEIROS, V. C.; DE ANDRADE, F. C.; BOOTH, M. C. (2015). Composição florística e estrutura de um cerrado sensu stricto no oeste da Bahia. **Cerne**, v. 21, p. 545-552.
- ORLANDI, T.; KOZLOSKI, G. V.; ALVES, T. P.; MESQUITA, F. R.; ÁVILA, S. C. (2015). Digestibility, ruminal fermentation and duodenal flux of amino acids in steers fed grass forage plus concentrate containing increasing levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 37–45.
- PAPPIER, U.; FERNÁNDEZ PINTO, V.; LARUMBE, G.; VAAMONDE, G. (2008). Effect of processing for saponin removal on fungal contamination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.), **International Journal of Food Microbiology**, v. 125, p. 153.
- PATHAK, A. K.; DUTTA, N.; BANERJEE, P. S.; GOSWAMI, T. K.; SHARMA, K. (2016). Effect of condensed tannins supplementation through leaf meal mixture on voluntary feed intake, immune response and worm burden in *Haemonchus contortus* infected sheep. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 40, p. 100-105.
- PATHAK, A. K.; TIWARI, S. P. (2013). Effect of high plane of nutrition on the performance of *Haemonchus contortus* infected kids. **Veterinary World**, v. 6, p. 22.
- PATRA, A. K.; SAXENA, J. (2009). The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. **Nutrition Research Reviews**, v. 22 p.204-219. <https://doi.org/10.1017/S0954422409990163>
- PATRA, A. K.; SAXENA, J. (2011). Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 24-37.
- PATRA, A.K.; SAXENA, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v. 71, p. 1198–1222. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010>

PELLENZ, N. L.; BARBISAN, F.; AZZOLIN, V. F.; MARQUES, L. P. S.; MASTELLA, M. H.; TEIXEIRA, C. F.; DA CRUZ, I. B. M. (2019). Healing activity of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.), a Brazilian tannin-rich species: A review of the literature and a case series. **Wound Medicine**, v. 26, p. 100163.

PEREIRA JUNIOR, L. C. S.; DE OLIVEIRA, E. C.; RORIG, T. D. V.; DE ARAÚJO, P. I. P.; SANCHEZ, E. F.; GARRETT, R.; FULY, A. L. (2020). The plant *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville as a neutralizing source against some toxic activities of *Bothrops jararacussu* snake venom. **Toxicon**, v. 186, p. 182-190. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.08.011>

PEREIRA, L. G. R.; MACHADO, F. S.; CAMPOS, M. M.; GUIMARAES JÚNIOR, R.; TOMICH, T. R.; REIS, L. G.; COOMBS, C. (2015). Enteric methane mitigation strategies in ruminants: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 28, p. 124-143.

PERES, L. E. P. (2004). **Metabolismo Secundário**. Piracicaba – São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/USP. p. 1-10.

PERNA JUNIOR, F.; VÁSQUEZ, D. C. Z.; GARDINAL, R.; MEYER, P. M.; BERNDT, A.; FRIGUETTO, R. T. S.; RODRIGUES, P. H. M. (2020). Short-term use of monensin and tannins as feed additives on digestibility and methanogenesis in cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, p. 1-9.

PILUZZA, G.; SULAS, L.; BULLITTA, S. (2014). Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: A review. **Grass and Forage Science**, v.69, p.32–48.

PIÑEIRO-VÁZQUEZ, A.T.; JIMÉNEZ-FERRER, G.; ALAYON-GAMBOA, J.A.; CHAY-CANUL, A.J.; AYALA-BURGOS, A.J.; AGUILAR-PÉREZ, C.F.; KU-VERA J.C. (2017). Effect of condensed tannins from *Ficus infectoria* and *Psidium guajava* leaf meal mixture on nutrient metabolism, methane emission and performance of lambs Asian-Australas. **Journal of Animal Science**, v. 30, p. 1702-1710.

PING, L.; PIZZI, A.; GUO, Z.D.; BROSSE, N. (2012). Condensed tannins from grape pomace: characterization by FTIR and MALDI TOF and production of environment friendly wood adhesive. **Industrial Crops and Products**. V. 40, p. 13–20.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.039>

PINTO, P. C.; SOUZA, G.; CRISPIM, F.; SILVESTRE, C. P. (2013). *Eucalyptus glóbulos* Bark as Source of Tannin Extracts for Application in Leather industry. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 1, p. 950–955.

PRADO-CALIXTO, O. P.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; SILVA, R. T.; CORLETTI, N. L.; PEIXOTO, E. L. T.; CARVALHO, L. N.; NIBEI, A. K.; MASSARO JUNIOR, F. L.; SILVA, L. D. F.; GALBEIRO, S. (2017). Comportamento ingestivo e parâmetros sanguíneos em ovinos que receberam dietas contendo aditivos à base de extratos de própolis em pó. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.381-390.

PUCHALA, R.; ANIMUT, G.; PATRA, A.; DETWEILER, G. D.; WELLS, J. E.; VAREL, V.H.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. (2012). Effects of different fresh-cut forages and their hays on feed intake, digestibility, heat production, and ruminal methane emission by Boer x Spanish goats. **Journal of animal science**. v. 90. p. 2754-2762. Doi:10.2527/jas.2011-4879.

REGULATION, E. C. (2003). REGULATION (EC) No. 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 Sep. 2003 on additives for use in animal nutrition. Official Journal of the European Union L, 268.

RIBEIRO, P.H.S.; SANTOS, M.L.; CAMARA, C.A.G.; BORN, F.S.; FAGG, C.W. (2016). Composições químicas sazonais dos óleos essenciais de duas espécies de *Eugenia* e suas propriedades acaricidas. **Química Nova**, v. 39, p. 38-43.

RIVERA-MÉNDEZ, C.; PLASCENCIA, A.; TORRENTERA, N.; ZINN, R. A. (2017). Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, n. 1, p. 199-203.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. 1995. Botânica econômica brasileira. 2. Ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, p. 248.

ROCHFORT, S.; PARKER, A. J.; DUNSHEA, F. R. (2008). Plant bioactives for ruminant health and productivity. **Phytochemistry**, v. 69, p. 299-322.

RODRIGUES, D. F.; MENDES, F. F.; MENEZES, L. B.; CARVALHO, W. L.; SÁ, S.; SILVA, J. A.; SILVA, L. A. F. (2017). Tratamento de feridas excisionais de coelhos com

extrato de barbatimão associado a células mononucleares autólogas da medula óssea. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, p. 1243-1250.

SALAMI, S. A.; LUCIANO, G.; O'GRADY, M. N.; BIONDI, L.; NEWBOLD, C. J.; KERRY, J. P.; PRIOLO, A. (2019). Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 37-55.

SALEM, A. Z. M.; LÓPEZ, S.; ROBINSON, P.H. (2012). Plant bioactive compounds in ruminant agriculture – Impacts and opportunities. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, p.1-4. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.001>

SALMINEN, J.P. (2018). Two-dimensional tannin fingerprints by liquid chromatography tandem mass spectrometry offer a new dimension to plant tannin analyses and help to visualize the tannin diversity in plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. V. 66, p. 9162–9171. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02115>.

SANTOS FILHO, P. R.; FERREIRA, L. A.; PAIVA, C.M.C.G. (2011). Protective action against chemical-induced genotoxicity and free radical scavenging activities of *Stryphnodendron adstringens* ("barbatimão") leaf extracts. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, p.1000-1005.

SANTRA, A.; S.A. KARIM. (2002). Influence of ciliate protozoa on biochemical changes and hydrolytic enzyme profile in the rumen ecosystem. **Journal of Applied Microbiology**, v. 92, p.801-811.

SARTORI, C.J.; MOTA, G.S.; MIRANDA, I.; MORI, F.A.; PEREIRA, H. (2018). Tannin extraction and characterization of polar extracts from the barks of two *Eucalyptus urophylla* hybrids. **BioResources** v. 13, p. 4820–4831. <https://doi.org/10.15376/biores.13.3.4820-4831>

SCARAMUZZA, C. A. M.; SANO, E. E.; ADAMI, M.; BOLFE, E. L.; COUTINHO, A. C. (2017). Land-use and Land-cover mapping of the Brazilian Cerrado based mainly on Landsat-8 satellite images. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, p. 1041-1051.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M.L. SAPONINAS. IN: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. (2001). **Farmacognosia: da planta ao medicamento** .3 ed. Porto

Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC. cap.27, p.597-619.

SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M.L. Saponinas. In: SIMÕES, C.M.O et al. (2010). **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC. Cap. 27, p.711-734.

SCHROEPFER, M.; MEYER, M. (2016). Investigations Towards the Binding Mechanisms of Vegetable Tanning Agents to Collagen. **Research Journal of Phytochemistry**, v. 10, p, 58-66.

SHABTAY, A.; EITAM, H.; TADMOR, Y.; ORLOV, A.; MEIR, A.; WEINBERG, P.; WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y.; BROSH, A.; IZHAKI, I.; KEREM, Z. (2008). Nutritive and antioxidative potential of fresh and stored pomegranate industrial byproduct as a novel beef cattle feed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 10063–10070.

SHIMOZU, Y.; KURODA, T.; TSUCHIYA, T.; HATANO, T. (2017). Structures and antibacterial properties of isorugosins H-J, oligomeric ellagitannins from liquidambar formosana with characteristic bridging groups between sugar moieties. **Journal of Natural Products**. V. 80, p. 2723–2733. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.7b00496>

SILVA, L. N.; RIGO, G. V.; SILVA, D. B.; CAROLLO, C. A.; TRENTIN, D. S.; SILVA, M. V.; MACEDO, A. J. (2020). Hydrolyzable tannins from *Poincianella (Caesalpinia) microphylla* fruits: metabolite profiling and anti-*Trichomonas vaginalis* activity. **Food Research International**, 109236.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. (1999). Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, p. 5-19.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (2003). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS /Editora UFSC.

SKENE, C. D.; SUTTON, P. (2006). Saponin-adjuvanted particulate vaccines for clinical use. **Methods**, v. 40, v.53–59. doi:10.1016/j.ymeth.2006.05.019

SOUZA, C. G.; DE MOURA, A. K. B.; DA SILVA, J. N. P.; SOARES, K. O.; DA SILVA, J. V. C.; VASCONCELOS, P. C. (2019). Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **PUBVET**, v. 13,

p. 1-19.

SOUZA, F. M. (2013). Extratos de plantas do cerrado na fermentação ruminal *in vitro* com dietas de alta inclusão de concentrado. (**Dissertação**). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia. Pag. 11.

SPARG, S.G.; LIGHT, M.E.; STADEN, J. (2004). Biological activities and distribution of plant saponins. **Journal of Ethnopharmacology**, n. 94, p. 219–243.

STEVANOVIC, Z. D.; BOŠNJAK-NEUMÜLLER, J.; PAJIĆ-LIJAKOVIĆ, I.; RAJ, J.; VASILJEVIĆ, M. (2018). Essential Oils as Feed Additives—Future Perspectives. **Molecules**. v. 23, n. 7, p. 1717.

SUN, H. X.; XIE, Y.; YE, Y. P. (2009). Advances in saponin-based adjuvants. **Vaccine**, v. 27, p.1787–1796. doi:10.1016/j.vaccine.2009.01.091

TABKE, M. C.; SARTURI, J. O.; GALYEAN, M. L.; TROJAN, S. J.; BROOKS, J. C.; JOHNSON, B. J.; THOMPSON, A. J. (2017). Effects of tannic acid on growth performance, carcass characteristics, digestibility, nitrogen volatilization, and meat lipid oxidation of steers fed steam-flaked corn-based finishing diets. **Journal of animal science**, v. 95, p. 5124-5136. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1464>

TEFEREDEGNE, B., MCINTOSH, F., OSUJI, P.O., ODENYO, A., WALLACE, R.J., NEWBOLD, C.J. (1999). Influence of foliage from different accessions of the subtropical leguminous tree, *Sesbania sesban*, on ruminal protozoa in Ethiopian and Scottish sheep. **Animal Feed Science Technology**, v. 78, p.11–20.

TEIXEIRA, C. S. (2019). *Hamamelis virginiana*: composição fitoquímica, usos na medicina tradicional, propriedades biológicas e toxicologia. (**Dissertação**). Universidade da Beira Interior. Pag. 9.

TENG, B.; HAYASAKA, Y.; SMITH, P.A.; BINDON, K.A. (2019). Effect of grape seed and skin tannin molecular mass and composition on the rate of reaction with anthocyanin and subsequent formation of polymeric pigments in the presence of acetaldehyde. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 67, p. 8938–8949. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b01498>.

TOKARNIA, C. H.; BRITO, M. F.; BARBOSA, J. D.; PEIXOTO, P. V.; DÖBEREINER, J. (2012). **Plantas Tóxicas do Brasil**. 2ª ed. Editora Helianthus, Rio de Janeiro.

- VALENZUELA-GRIJALVA, N.V.; PINELLI-SAAVEDRA A.; MUHLIA-ALMAZAN A.; DOMÍNGUEZ-DÍAZ D.; GONZÁLEZ-RÍOS H. (2017). Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 59, n. 1, p. 8.
- VAN SOEST, P. J. (1994). **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2nd ed.; Cornell University Press: United States.
- VASTA, V.; DAGHIO, M.; CAPPUCCI, A.; BUCCIONI, A.; SERRA, A.; VITI, C.; MELE, M. (2019). Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of Dairy Science**, v. 102, p. 3781-3804.
- VASTA, V.; YANEZ-RUIZ, D. R.; MELE, M.; SERRA, A.; LUCIANO, G.; LANZA, M. (2010). Bacterial and protozoal communities and fatty acid profile in the rumen of sheep fed a diet containing added tannins. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 76, p. 2549–2555.
- VIEIRA, L. V.; SCHMIDT, A. P.; BARBOSA, A. A.; DE OLIVEIRA FEIJÓ, J.; BRAUNER, C. C.; DEL PINO, F. A. B.; RABASSA, V. R. (2020). Utilização de taninos como aditivo nutricional na dieta de ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 23, p. 1-13.
- VILAR, J. B.; D'OLIVEIRA, M. I. P.; SANTOS, S. C.; CHEN, L. C. (2010). Cytotoxic and genotoxic investigation on barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, extract, **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 46, p. 687–694.
- VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. (2010). Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Embrapa Clima Temperado**, 1ª edi., p. 10-11.
- WALKER, T. D. (2013). **The medicines trade in the Portuguese Atlantic World: acquisition and dissemination of healing knowledge from Brazil** (c. 1580-1800). In: *Social History of Medicine* Advanced Access. Oxford: Oxford University Press.
- WALLACE, R.J.; SNELLING, T. J.; MCCARTNEY, C.A.; TAPIO, I.; STROZZI, F. (2017). Application of meta-omics techniques to understand greenhouse gas emissions

originating from ruminal metabolism. **Genetics Selection Evolution**, v. 49, p. 1-11.

WANG, B.; LUO, Y.; WANG, Y.; WANG, D.; HOU, Y.; YAO, D.; JIN, Y. (2020). Rumen bacteria and meat fatty acid composition of Sunit sheep reared under different feeding regimens in China. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. DOI 10.1002/jsfa.10720

WANG, J. K.; YE, J. A.; LIU, J. X. (2012). Effects of tea saponins on rumen microbiota, rumen fermentation, methane production and growth performance—a review. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, p.697–706.

WENNER, B. A.; WAGNER, B. K.; ST-PIERRE, N. R.; YU, Z. T.; FIRKINS, J. L. (2020). Inhibition of methanogenesis by nitrate, with or without defaunation, in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v. 103, p. 7124-7140.

WIESNER, M.; HANSCHEN, F. S.; MAUL, R.; NEUGART, S.; SCHREINER, M.; BALDERMANN, S. (2017). Nutritional Quality of Plants for Food and Fodder. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**, v. 1, p. 285-291.

WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. (2005). The Impact of saponins or saponincontaining plant materials on ruminant productions – a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. V. 53. p. 8093-8105. <http://dx.doi.org/10.1021/jf048053d>

WREDE, C.; DREIER, A.; KOKOSCHKA, S.; HOPPERT, M. (2012). Archaea em simbioses. **Archaea**, vol. 2012, p. 11. Doi:10.1155/2012/596846

YANG, C.-H.; HUANG, Y.-C.; CHEN, Y.-F.; CHANG, M.-H. (2010). Foam properties, detergente abilities and long-term preservative efficacy of the saponins from *Camellia oleifera*, **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 18, p. 4417.

ZHU, J.; FILIPPICH, L.J.; NG, J. (1995). Rumen involvement in sheep tannic acid metabolism. **Veterinary and Human Toxicology**, v.37, p.436-440.

ZOTTI, C.A.; PAULINO, V.T. (2009). **Metano na produção animal: emissão e minimização de seu impacto**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia. 24 p.

CAPÍTULO II
PARÂMETROS METABÓLICOS, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM EXTRATOS DA CASCA
DE BARBATIMÃO COMO ADITIVO

Capítulo redigido conforme as normas da Revista “Animal Nutrition” com exceção ao
idioma.

Disponível: <http://www.keaipublishing.com/en/journals/animal-nutrition/guide-for-authors/>

PARÂMETROS METABÓLICOS, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM EXTRATOS DA CASCA DE BARBATIMÃO COMO ADITIVO

Cristiane Rebouças Barbosa ^{a,*}, Fernando Miranda Vargas Junior ^a, et al.

^a Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, CEP: 79804-970, Dourados, MS, Brasil

RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos do uso de extratos de casca de barbatimão como aditivo alimentar em substituição ao uso de Lasalocida sódica sobre parâmetros metabólicos, desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados. Foram utilizados 24 cordeiros com idade média de $150 \pm 4,59$ dias e peso corporal inicial de $21,2 \pm 3,63$ kg. Os cordeiros foram distribuídos em blocos casualizados, três tratamentos, que correspondem a suplementação dos aditivos: LAS (0,019 g de Lasalocida sódica/animal/dia); CBS (1,5 g de casca de barbatimão seca e moída/animal/dia; EHB (0,3 g de extrato hidroalcolico de barbatimão seco/animal/dia). Não se observou efeito ($P = 0,32$) com a inclusão dos extratos CBS e EHB em relação ao ganho médio diário ($221,8 \pm 24,41$, $189,2 \pm 51,74$ e $198,4 \pm 3,94$ g para LAS, CBS e EHB, respectivamente). A conversão alimentar não foi influenciada ($P = 0,09$) pelos extratos CBS ($5,1 \pm 0,50$) e EHB ($4,2 \pm 1,56$). As inclusões de CBS e EHB nas dietas dos cordeiros reduziram em 0,6 pontos ($P < 0,05$) na escala de escore de acabamento em relação ao uso de Lasalocida sódica. O EHB diminuiu a intensidade de amarelo, o chroma e o ângulo da tonalidade da carne ($P < 0,05$) em 0,9 pontos, 0,85 pontos e 2,35 graus, respectivamente, em relação ao tratamento controle. Os animais que consumiram os CBS e EHB reduziram ($P = 0,04$) em 15,8 mg/dl no nível de colesterol total. Conclui-se que o uso de extratos de barbatimão em substituição a Lasalocida sódica na dieta de cordeiros confinados pode ser utilizado sem prejuízo ao desempenho produtivo e parâmetros metabólicos.

Palavras-chave: avaliação de carcaças; biocompostos; extrato vegetal; ruminante; taninos; saponinas

1. Introdução

A utilização de produtos sintéticos como aditivos na alimentação animal está relacionada com a capacidade de mitigar a formação de metano (CH₄), melhorar o desempenho animal (Silva et al., 2015) e aumentar a margem de produção. Porém, o mercado está cada vez mais exigente, aumentando a rejeição do uso de produtos químicos na produção de proteína animal. Em função dos riscos de evolução de patógenos resistentes aos antibióticos usados na terapia de humanos (Valenzuela-Grijalva et al., 2017).

Na procura por substitutos aos produtos sintéticos a indústria de aditivos para alimentação animal, intensificou seus investimentos em biocompostos (Tabke et al., 2017; Vasta et al., 2019). Estes biocompostos modificam o ecossistema microbiano do rúmen, diminuindo dessa forma a ocorrência de distúrbios relacionados com a fermentação (Piñeiro-Vázquez et al., 2018). Os efeitos dos aditivos naturais estão relacionados ao tipo de dieta (alto ou baixo concentrado), concentração e quantidade do aditivo ingerida, modo de ação no trato gastrointestinal e o estado fisiológico do animal (Ahnert et al., 2015; Tabke et al., 2017). Além disso, a composição de biocompostos nas plantas pode ser afetada de diversas formas, desde sua formação na planta até a extração final (Figueiredo et al., 2008).

O barbatimão (*Stryphnodendron sp.*) é nativo do Cerrado brasileiro e produz diversos metabólitos químicos em seu processo metabólico secundário, dentre eles os taninos e as saponinas (Rodrigues et al., 2017). Esses biocompostos possuem propriedades antimicrobianas, atividades cicatrizantes, anti-inflamatórias e antioxidantes, por isso é uma planta usada por comunidades na medicina tradicional (Moreira et al., 2018; De Carvalho et al., 2020). Os taninos presentes no barbatimão são compostos fenólicos que possuem características estabilizadoras e propriedades de precipitar proteínas (Silva et al., 2020). Doses elevadas de taninos (> de 5% na MS) na dieta de ruminantes pode ocasionar redução no consumo de MS (Addisu, 2016). Porém, em doses moderadas, são capazes de potencializar a eficiência de uso de nutrientes devido a sua maior disponibilização destes nutrientes no intestino delgado (Tabke et al., 2017). As saponinas são importantes ingredientes fotoquímicos ativos, que fazem parte do sistema de defesa das plantas, possuindo princípios antimicrobianos e antioxidantes (Moreira et al., 2018; Luo et al., 2020), podendo atuar sobre os microrganismos ruminais.

Neste contexto, extratos de barbatimão possuem vantagem por serem opções naturais e seguras como aditivo, uma vez que, dispõem de vários princípios ativos e modos de ação (Acamovic e Brooker, 2005). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do uso de extratos de casca de barbatimão como aditivo alimentar em substituição ao uso de lasalocida sódica sobre parâmetros metabólicos, desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados.

2. Materiais e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Ovinocultura pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). A UFGD está localizada na latitude 22°11'38,78260" S, longitude 54°55'49,44655" W e altitude de 478,626.

2.1. Animais, dietas e delineamento experimental

Foram utilizados 24 ovinos, machos não castrados, com $150 \pm 4,59$ dias de idade e $21,2 \pm 3,63$ kg de peso corporal (PC). Previamente ao início do período experimental, os cordeiros foram pesados, identificados, desverminados (Baycox, 1ml/3,5kg PC) e alocados em baias individuais, cobertas, com área de 2,2 m², com piso de cimento forrado com casca de arroz. Com acesso *ad libitum* a comedouros e bebedouros e alimentados com feno de aveia (*A. sativa*) triturado e concentrado, por um período de 14 dias de adaptação.

A dieta experimental (Tabela 1) a base de farelo de soja, milho moído, feno de aveia e suplemento mineral comercial específico para ovinos com média de 21% de proteína bruta, e balanceada de acordo com o NRC (2007). Para atender o requerimento de cordeiros de ganho de peso de 300 g animal / dia e ingestão de matéria seca estimada em 3,5% em relação ao PC do animal. A relação volumoso:concentrado foi de 20:80. A dieta total foi ofertada em duas porções diárias, às 07:00h e às 12:00h, com ajuste da quantidade fornecida a cada três dias, considerando 5% de sobras.

Após a fase de adaptação iniciou o período experimental, composto por três períodos de 14 dias, totalizando 42 dias de avaliação de desempenho, mais 6 dias entre o final das avaliações e o abate, totalizando 48 dias de experimento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 tratamentos e 8 repetições. Os cordeiros foram blocados com base no PC e os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente

dentro de cada bloco. Os tratamentos testados foram: controle (LAS) adição de 0,019 g de Lasalocida sódica/animal/dia (Tauratec; Dourados - MS); adição de 1,5 g de casca de barbatimão seca e moída/animal/dia (CBS); adição de 0,3 g de extrato hidroalcolico de barbatimão seco/animal/dia (EHB). Para cada 100kg de concentrado foi incorporado 0.027g de Lasalocida sódica e fornecido junto com a dieta total, entretanto, o CBS e EHB foram acrescidos em uma porção de 30 g do concentrado e fornecidos antes das refeições matinais para garantir o consumo total dos moduladores.

2.2. Coleta, produção dos extratos e análise fitoquímica

As cascas de barbatimão (*Stryphnodendron rotundifolium*) foram coletadas manualmente de diversas árvores durante a estação do verão no período da manhã, sendo pré-secas em estufa de circulação a 55 °C por um período de 72 horas. Após esse procedimento foram trituradas em moinho tipo Winley® em peneira de 2mm e pesadas, obtendo-se a CBS.

O extrato hidroalcolico foi obtido segundo metodologia adaptada de Krychak-Furtado (2006) e Pinho et al. (2012), onde foram acondicionadas em Becker 250g de cascas moídas de barbatimão, as quais foram totalmente submersas em solução etanol água de 50:50. Os conjuntos formados foram incubados em banho-maria a 60°C, por 60 minutos. Após esse tempo, foi realizada filtragem a quente, em funil com algodão. Os extratos obtidos foram levados à estufa 40°C, para secagem, até peso constante. Em seguida os materiais foram macerados até obter granulometria semelhantes ou grau de divisão a pó, obtendo-se o EHB.

Os extratos do barbatimão obtidos foram submetidos à prospecção fitoquímica, seguindo metodologia de Matos (2009), para confirmação das classes de metabólitos secundários, foi utilizado procedimento de Wagner e Bladt (2009). Para confirmação da presença dos triterpenos e esteroides realizou-se a hidrólise do extrato metanólico seco, com hidróxido de potássio (0,5 mol/L), submetido a refluxo por 1 hora. Os extratos foram extraídos com éter etílico e em sequência submetidos à reação de Liebermann-Burchard.

Os extratos do barbatimão obtidos foram submetidos à prospecção fitoquímica, seguindo metodologia de Matos (2009), para confirmação das classes de metabólitos secundários, foi utilizado procedimento de Wagner e Bladt (2009). Para determinar intensidade das classes de metabólitos secundários foi utilizada classificação de Fontoura

et al. (2015).

Os extratos foram solubilizados na concentração de 1 mg mL⁻¹ em metanol para realização das análises dos compostos fenólicos e flavonoides. O conteúdo de compostos fenólicos foi determinado baseado no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Djeridane et al., 2006). A determinação de flavonoides seguiu a metodologia proposta por Djeridane et al. (2006). O teor de taninos foi determinado através do método espectrofotométrico de Folin Denis, com o ácido tânico como referência (Ibe et al, 2013; Pansera et al, 2003).

Para determinar a presença das classes de metabólitos secundários as intensidades das reações de caracterização foram classificadas como: 0 (zero) para reação negativa (-), intensidade parcial ($\pm/+ = 10\%$), baixa ($++ = 50\%$), média ($\pm++ = 75\%$) e alta intensidade ($+++ = 100\%$), calculando-se a média ao final Fontoura et al. (2015).

Os extratos foram solubilizados na concentração de 1 mg mL⁻¹ em metanol para realização das análises dos compostos fenólicos e flavonoides. O conteúdo de compostos fenólicos foi determinado baseado no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Djeridane et al., 2006). A determinação de flavonoides seguiu a metodologia proposta por Djeridane et al. (2006). O teor de taninos foi determinado através do método espectrofotométrico de Folin Denis, com o ácido tânico como referência (Ibe et al, 2013; Pansera et al, 2003).

2.3. Desempenho produtivo

Foram realizadas coletas dos ingredientes da dieta e das sobras, obtendo-se amostras compostas por período, foram identificadas e armazenadas em freezer a -20°C. Ao término do período de coletas, as amostras foram descongeladas, pré-secas e estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em moinho de facas do tipo Willey, utilizando peneira com crivo de 1 mm de diâmetro, para posteriores análises.

Para a determinação do consumo de matéria seca (CMS) diário individual, foram pesadas as sobras antes da refeição matinal. A conversão alimentar (CA) foi determinada através da relação entre o CMS e o ganho de peso médio diário (GMD). O GMD foi mensurado pela diferença de peso dos ovinos entre o início e o final do período experimental, divididos pelo número de dias transcorridos. Os cordeiros foram pesados no dia inicial (peso inicial - PI) e no final de cada período experimental, obedecendo um

jejum de sólidos e de líquido nas 12 horas precedentes.

2.4. Abate e avaliação de carcaça

Todos os procedimentos de abate obedeceram às normas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal e Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue (BRASIL, 2000) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Os cordeiros foram abatidos ao final do período experimental com 62 dias de confinamento (14 de adaptação + 48 de experimento), os quais foram submetidos a um jejum de sólidos por 16 horas e pesados para determinação do peso ao abate (PA). Após, foram insensibilizados por meio de eletranarose, suspensos pelas patas traseiras, seguindo-se com a sangria (secção das artérias carótidas e veia jugular), esfolagem e evisceração. Após o abate e a evisceração, foi realizada pesagem do trato gastrointestinal (TGI), da bexiga e da vesícula biliar cheios, posteriormente foram esvaziados, limpos e pesados novamente. A partir dessas pesagens foi obtido o peso dos componentes abióticos (PCA, conteúdo do TGI, da bexiga e da vesícula biliar) e o peso do corpo vazio (PCV) foi determinado pela equação $PCV = PA - PCA$.

A conformação e o acabamento foram determinados segundo a metodologia de Selaive-Villaruel e Osório (2014), executada por dois especialistas, onde foram utilizados índices de um (1) a cinco (5), com variação de 0,5, onde 1 - Muito pobre; 1,5 - Pobre; 2 - Aceitável; 2,5 - Média; 3 - Boa; 3,5 - Muito Boa; 4 - Superior; 4,5 - Muito Superior e 5 - Excelente.

Posteriormente procedeu-se a pesagem para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ), em seguida as carcaças foram transportadas para câmara frigorífica a 4°C, onde permaneceram penduradas pelos tendões da perna em ganchos de metal por um período de 24 horas, ao final do qual, foram pesadas para a obtenção do peso de carcaça fria (PCF). Em seguida, foram determinados os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e carcaça fria (RCF), e perda por resfriamento (PR) segundo as técnicas descritas por Osório et al. (1998). Através das seguintes equações: $RCQ = (PCQ / PA) \times 100$; $RCF = (PCF / PA) \times 100$; $PR = 100 - ((PCF/PCQ) \times 100)$.

2.5. Cor da carne

A determinação da cor da carne foi realizada no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* como descrito por Houben et al., (2000) utilizando-se um colorímetro digital Konika Minolta CR-400, calibrado no sistema CIELAB, avaliando-se a luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha (a^*) e intensidade da cor amarela (b^*), Minolta, (1998). Utilizou-se as seguintes equações para obtenção de chroma (c^*) [$C^* = \text{raiz}(a^{*2} + b^{*2})$] e ângulo de tonalidade (HUE) [$\text{HUE} = \text{graus}(\text{atan}(b^*/a^*))$].

2.6. Parâmetros metabólicos

Foram realizadas amostragens de sangue colhidas por punção da veia jugular, quatro horas após alimentação matinal, no 11º dia de cada período experimental. Todas as amostras foram centrifugadas, logo após a coleta a 3000 rpm por 15 minutos, e os soros sobrenadantes foram congelados para análises posterior. A concentração plasmática de glicose foi determinada pelo método enzimático-colorimétrico da glicose-oxidase, com a utilização de kit comercial (Sigma C.C.). O colesterol total foi avaliado pelo uso do kit comercial Colesterol Liquiform Labtest Diagnóstica (Ref. 76). A concentração de ureia (Ref. 1013), AST (aspartato aminotransferase) e ALT (alanina aminotransferase) foram avaliadas por kits comerciais da Diagnóstica (Ref. 421 e Ref. 422 para AST e ALT, respectivamente). As análises de sangue foram realizadas no Laboratório do Hospital Veterinário do Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN.

As coletas de urina foram realizadas após o abate. As quantificações de creatinina (Ref. 435) e ureia (Ref. 427) na urina, foram avaliadas por meio dos kits comerciais Gold analisa diagnóstica®. Para determinação de alantoína foi utilizado protocolo proposto por Chen e Gomes (1992).

2.7. Análises química

As amostras dos extratos e da dieta foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS, ID 934.01), matéria mineral (MM, ID 930.05), proteína bruta (PB, ID 981.10), extrato etéreo (EE, ID 920.39) de acordo com AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) utilizou-se a metodologia de Van Soest et. al. (1991) com modificações relacionadas aos sacos, uma vez que foram utilizados sacos de TNT (tecido-não-tecido) gramatura 100 mm (Mertens, 2002).

O cálculo dos carboidratos totais (CT) segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$. O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da dieta foi obtido proporcional a relação de volumoso:concentrado ofertada. O NDT do volumoso foi calculado segundo Cappelle et al. (2001) pela seguinte equação: $NDT = 83.79 - (0.4171 \times \%FDN)$. A estimativa do NDT dos concentrados segundo Paterson et al. (2000) pela seguinte equação: $NDT = [88.9 - (0.779 \times \%FDA)]$.

2.8. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do pacote estatístico do SAS (SAS University Edition) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, sendo considerado como diferença significativa quando $P < 0,05$. O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + \epsilon_{ij}$; em que: Y_{ij} = valor observado; μ = média geral da variável resposta; β_j = efeito do bloco (j: 1-8); T_i = efeito do tratamento i (controle, CBS e EHB); ϵ_{ij} = erro experimental associado ao valor observado ij.

3. Resultados e discussão

Os teores de taninos dos extratos da casca do barbatimão (Tabela 2) não interferiram na palatabilidade ao ponto de influenciar o consumo de MS ($P = 0.56$) dos cordeiros. O barbatimão apresenta elevado teor de taninos (25-37%) na casca, os quais geralmente são associados a efeitos prejudiciais, como a redução na ingestão de alimento (Macáková et al., 2014; Huang et al., 2018). Entretanto, se o consumo for moderado não há impactos prejudiciais (Ahnert et al., 2015; Aguerre et al., 2016), como ocorreu neste estudo.

Sugere-se que os extratos CBS e EHB possuem efeito semelhante ao Lasalocida sódica ao reduzir a proteólise ruminal, promovendo o aporte do fluxo de proteína dietética para o duodeno. Pois não houve alteração nas variáveis de desempenho GMD, CA, PI, PA, PCV e ECC ($P > 0,05$) com a adição de CBS e EHB (Tabela 3). O fluxo de proteína dietética em conjunto com a proteína microbiana, eleva a massa disponível de compostos nitrogenados para síntese proteica (Makkar, 2003). Além disso, a presença de taninos e saponinas nos extratos da casca do barbatimão, está associada a redução dos gastos energéticos. Justificado pela capacidade desses compostos fenólicos em reduzir o processo de metanogênese (Wang et al., 2012; Molina-Botero et al., 2019),

consequentemente reduzindo perdas energéticas pela produção de metano (Piñeiro-Vázquez et al., 2018).

Estudos com ovinos alimentados com dieta contendo menos de 50 g de taninos / kg de MS, não houve comprometimento da ingestão diária de MS, apresentando maior eficiência alimentar e ganho de peso diário em comparação ao tratamento sem aditivo (Huang et al., 2018; Dentinho et al., 2020). Além disso, as características da carcaça e a qualidade da carne não foram afetadas (Camacho et al., 2011; Tabke et al., 2017).

A inclusão dos extratos de CBS e EHB também não influenciou as variáveis relacionadas a rendimento ($P > 0,05$) o, PCQ, PCF, PR, RCQ, RCF, conformação das carcaças dos cordeiros. Independentemente dos tratamentos, o PA e rendimentos de carcaças dos cordeiros foram semelhantes, isso pode ser referente a uma relação positiva do PA com o rendimento de carcaça. Todos os tratamentos do presente estudo apresentaram médias dentro do padrão, visto que, o rendimento de carcaça de ovino pode oscilar de 40 a 50% (Carneiro et al., 2019; Rego et al., 2019). A PR não foi influenciada pelos tratamentos, ficando com índices dentro do que é estabelecido para ovinos, variando de 1 a 7% (Martins et al., 2000). A PR é um aspecto relacionado com a classificação de acabamento da carcaça, uma vez que, estão ligados a idade, manejo nutricional, peso vivo e da carcaça (Osório et al., 2012).

O tratamento EHB apresentou menor índice de acabamento de carcaça ($P= 0.01$), esse resultado pode estar relacionado ao nível de extrato usado na dieta dos cordeiros, resultando em menor influência dos biocompostos do barbatimão sobre os cordeiros. Segundo a classificação de Selaive-Villaruel e Osório (2014), as carcaças do tratamento EHB apresentaram acabamento aceitável (2 a 2,4), com média de 2,4; seguidas pelo CBS, com acabamento médio (2,5 a 3,0) e LAS com acabamento considerado bom (3,0 a 3,4). O acabamento de carcaça está diretamente ligado com a adiposidade, o que prediz a composição tecidual da carcaça (César e Sousa, 2010). Além disso, reduz a perda de líquidos e o encurtamento das fibras musculares, e aumenta o escurecimento da carne, durante o processo de resfriamento (César e Sousa, 2010; Cordão et al., 2012).

Os parâmetros de luminosidade e intensidade de vermelho não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos extratos CBS e EHB (Tabela 4). Porém, os cordeiros do tratamento EHB apresentaram menor intensidade de amarelo, chroma e ângulo da tonalidade, quando comparados aos cordeiros dos demais tratamentos. A influência do EHB sobre os

parâmetros da cor da carne, pode ser pela ação reduzida dos biocompostos presentes no extrato, provavelmente pelo nível de extrato utilizado, uma vez que este aditivo possui ação antioxidante, o qual pode interferir na coloração da carne (Hun et al., 2012). Valores médios de b^* (9.44), c^* (25.29) e HUE 21.92 na carne de cordeiros Pantaneiros confinados, reportados por Monteschio et al. (2018), divergem com os valores encontrados pelo presente estudo, os quais foram inferiores.

Os extratos da casca do barbatimão nas dietas dos cordeiros não influenciaram ($P > 0,05$) os níveis de glicose, ureia, AST e ALT no sangue, e ureia e alantoína na urina (Tabela 5). Os parâmetros sanguíneos e urinários foram avaliados com o objetivo de verificar as possíveis alterações metabólicas, o que não ocorreu. Apenas os níveis de colesterol total no sangue dos cordeiros foram reduzidos pelos extratos da casca de barbatimão, quando comparado aos cordeiros do tratamento LAS. Uma boa forma de avaliação do balanço energético são os níveis de colesterol no plasma (Silva, 2019).

A redução na concentração de colesterol sanguíneo, pode ser explicada por uma possível redução na produção de acetato no rúmen. Pois o acetato é precursor da síntese de colesterol em ruminantes (Kaneko et al., 2008). Os taninos presentes no barbatimão têm capacidade de formar complexos com fibras, inibindo a ação das bactérias celulolíticas, provocando menor produção de ácido acético (Grainger et al., 2009; Dentinho e Bessa, 2016; Broucek, 2018). Assim como, a ação antimicrobiana das saponinas presentes no barbatimão é mais evidente sobre as bactérias Gram-positivas (Rochfort et al., 2008). A inibição de bactérias Gram-positivas em ruminantes leva à redução na proporção de acetato produzido no rúmen (Flythe et al., 2017).

Os extratos da casca do barbatimão não influenciaram os níveis de AST e ALT, tais resultados corroboram com o relato de Shi et al. (2013). Estes autores indicam que em doses adequadas (> de 5% na MS) não causam efeitos adversos, mesmo sendo submetido a extensa biotransformação do metabolismo no fígado e na microbiota intestinal de mamíferos. As enzimas de AST e ALT são marcadores de danos hepáticos, e podem ser identificadas no citoplasma, nas mitocôndrias de células do fígado, musculo cardíaco e esquelético (Kaneko et al., 2008). Desta forma, os níveis dos extratos utilizados no presente estudo, não causaram indícios de lesão hepáticas nos cordeiros avaliados.

5. Conclusão

O uso da casca de barbatimão nas doses testadas em substituição a Lasalocida sódica na dieta de cordeiros confinados pode ser utilizado sem prejuízo ao desempenho produtivo e parâmetros metabólicos.

Sugere-se que outros estudos sejam realizados com doses superiores de casca e extrato hidroalcolico de barbatimão seco na dieta de cordeiros confinados.

6. Referências

- Acamovic T, Brooker, J D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proc of the Nutri Soc.* 2005:64:403-412.
- Addisu S. Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review. *J of Ani and F Res.* 2016:6: 45-56.
- Aguerre, MJ, Capozzolo MC, Lencioni P, Cabral C, Wattiaux MA. Effect of quebracho-chestnut tannin extracts at 2 dietary crude protein levels on performance, rumen fermentation, and nitrogen partitioning in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 2016:99:4476–4486.
- Ahnert S, Dickhoefer U, Schulz F, Susenbeth A. Influence of ruminal Quebracho tannin extract infusion on apparent nutrient digestibility, nitrogen balance, and urinary purine derivatives excretion in heifers. *Liv Scie.*2015:177: 63–70.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). *Official methods of analysis.* 17 th ed. AOAC, Gaithersburg. 1990.
- Bürger PJ, Pereira JC, Queiroz ACD, Coelho da Silva JF, Valadares Filho SDC, Cecon PR, Casali AD. 2000. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev. Bras. de Zoot.* 2000:29:236-242.
- Camacho ABJ, Cervantes MA, Espino M, Verdugo LR, Flores JÁ, Romo RB. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on carcass characteristics of bull-calves. *Journal of Animal Science.* 2011:89:615.
- Cappelle ER., Valadares Filho SDC, Silva JFCD, Cecon PR. 2001. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Rev. Bras. de Zoot.* 2001:30:1837-1856.
- Carneiro, M.M.Y., Morais, M.G., Souza, A.R.D.L., Fernandes, H.J., Feijó, G.L.D., Bonin, M.N., Franco, G.L., Rocha, R.F.A.T. Residual intake and gain for the evaluation

of performance, non-carcass components, and carcass characteristics of confined crossbred Texel lambs. *Rev Br de Zoo.* 48. 2019.

Cézar MF, Sousa WH. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslanados e caprinos. *Tec. Ci. Agrop.* 2010;4:41-51.

Chen XB, Gomes MJ. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. Bucksburnd: Rowett Research Institute; International Feed Resources Unit, 1992, 21p. (Occasional publication).

Cordão, MA, Cézar MF, Silva LS, Bandeira PAV, de Moraes FFA. (2012). Acabamento de carcaça de ovinos e caprinos-revisão bibliográfica. *Agrop. Cie Sem.* 2012;8:16-23.

De Carvalho JTG, Agudelo JSH, Baldivia DDS, Carollo CA, Silva DB, De Picoli SK, Dos Santos EL. 2020. Hydroethanolic stem bark extracts of *Stryphnodendron adstringens* impair M1 macrophages and promote M2 polarization. *J of Et.* 2020;254:112684.

Dentinho MTP, Paulos K, Francisco A, Belo AT, Jerónimo E, ALMEIDA J, Santos-Silva J. Effect of soybean meal treatment with *Cistus ladanifer* condensed tannins in growth performance, carcass and meat quality of lambs. *Liv Sc.* 2020:104021.

Dentinho M, Bessa R. Efeito da fonte de taninos e do pH na estabilidade dos complexos taninos-proteína e taninos-fibra. *Rev de Cie Agr.* 2016;39:114-121.

Djeridane A, Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D, Stocker P, Vidal N. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.* 2006; 97:654-660. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.028>

Figueiredo AC, Barroso JG, Pedro LG, Scheffer JJ. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flav. and Frag. J.* 2008;23:213-226.

Fontoura FM, Matias R, Ludwig J, Oliveira AKMD, Bono JAM, Martins PDFRB, Guedes NMR. Seasonal effects and antifungal activity from bark chemical constituents of *Sterculia apetala* (Malvaceae) at Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Ac Amaz.* 2015; 45: 283-292.

Flythe MD, Kagan IA, Wang Y, Narvaez N. 2017. Inhibition of gram-positive bacteria in ruminants leads to the proliferation of gram-negative bacteria, which promotes the production of propionate in the rumen. *Fron in Vet Sci.* 21.

Gordon HM, Whitlock HV. 1939. A new technique for counting nematode eggs in sheep

faeces. J. of the C. of Scie. and Ind. Res.12.50-52.

Houben JH, Van DA, Eikelenboom G, Hoving-Bolink AH. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. *Met Sci.* 2000;55:331-336.

Huang Q, Liu X, Zhao G, Hu T, Wang Y. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Anim. Nutr.* 2018;4:137–150.

Hunt MC, King A, Barbut S, Clause J, Cornforth D, Hanson D, Weber M. AMSA meat color measurement guidelines. *Amer M Sc Assoc.* 2012;61820:1-135.

Ibe AE, Onuoha GN, Adeyemi AA, Madukwe DK, Udobi JO. Quantitative analyses of honey samples from four different sources in abia state, Nigeria. *Int J of Nat and Ap Sci.* 2013; 13: 107-116.

Johnson TR, Combs DK. 1991. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *J. of Dai. Scie..* 1991;74:933-944.

Kaneko, J. J., Harvey, J. W., Bruss, M. L. *Clinical biochemistry of domestic animals.* 6th ed. San Diego: Academic Press, 2008.

Köppen W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.* México: Fondo de Cultura Económica. 1998:478.

Kozloski, G. V. *Bioquímica dos ruminantes.* 3.ed. Fundação de apoio a Tecnologia e Ciência - Editora UFSM, RS, BR. 2017.

Krychak-Furtado S. *Alternativas fitoterápicas para o controle da verminose ovina no estado do Paraná: testes *in vitro* e *in vivo*.* [Tese Doutorado em Ciências]. Universidade Federal do Paraná, 2006.

Luo Z, Xu W, Zhang Y, Di L, Shan J. A review of saponin intervention in metabolic syndrome suggests further study on intestinal microbiota. *Pharm Resea.* 2020:105088.

Macáková K, Kolečkář V, Cahlíková L, Chlebek J, Hošťálková A, Kuča K, Jun D, Opletal L. Tannins and their Influence on health, *Recent Advances in Medicinal Chemistry.* 2014;1:159-208.

Makkar HPS. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small ruminant research,* 2003;49:241-256.

- Martins RC, Oliveira N, Osorio JCS, Osorio MTM. Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29p. (Boletim de Pesquisa, 21).
- Matos FJ A. Introdução a fitoquímica experimental. 3. ed. UFC, 2009: 150 p.
- Mertens DR. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. J of AOAC Int. 2002;85:1217-1240.
- Minolta K. Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Seoul: Konica Minolta.1998.
- Molina-Botero IC, Montoya-Flores MD, Zavala-Escalante LM, Barahona-Rosales R, Arango J, Ku-Vera JC. Effects of long-term diet supplementation with *Gliricidia sepium* foliage mixed with *Enterolobium cyclocarpum* pods on enteric methane, apparent digestibility, and rumen microbial population in crossbred heifers. J of an sci. 2019;97:1619-1633.
- Monteschio JDO, Burin PC, Leonardo AP, Fausto DA, da Silva ALA, Ricardo HDA, de Vargas Junior FM. Different physiological stages and breeding systems related to the variability of meat quality of indigenous Pantaneiro sheep. Pl on. 2018;13:191668.
- Moreira TMS, Queiroz-Fernandes GM, Pietro RCLR. *Stryphnodendron* Species Known as “Barbatimão”: A Comprehensive Report. Molecules. 2018;23:1–25.
- National Research Council (NRC). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, Cervids and new world camelids. 6th rev. ed. Washington DC: National Academy Press. 2007.
- Orlandi T, Kozloski GV, Alves TP, Mesquita FR, Ávila SC. Digestibility, ruminal fermentation and duodenal flux of amino acids in steers fed grass forage plus concentrate containing increasing levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. An F Sci and Tec. 2015;210:37–45.
- Osório JCS, Osório MTM, Fernandes ARM, Vargas Junior FM, Seno LO. Técnicas de Avaliação *in vivo*, na Carcaça e na Carne. 1th ed. São Paulo: Roca. 2014.
- Osório JCS, Osório MTM, Jardim PO. Métodos para avaliação da produção de carne ovina: “*in vivo*” na carcaça e na carne. Pelotas: UFPEL. 1998.
- Osório, J.C. da S., Osório, M.T.M.; Vargas Junior, F.M., Fernandes, A.R.M., Seno, L. de O., Ricardo, H. de A., Rossini, F.C., Orrico Junior, M.A.P. Critérios para abate do animal

- e a qualidade da carne. *Agrarian*.5.433-443. 2012.
- Pansera MR, Santos ACA, Wasum R, Rossato M, Rota LD, Pauletti GF, Serafini LD. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. *Rev Bras de Farm*. 2003; 13: 17-23.
- Patterson T, Klopfenstein TJ, Milton T, Brink DR. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. *Nebr. Be. Cat. Rep*. 2000.
- Pérez JR, Carvalho PA. Considerações sobre carcaças ovinas. *Ovinocultura: aspectos produtivos*. Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2002:122-144.
- Piñeiro-Vázquez AT, Jiménez-Ferrer G, Alayon-Gamboa JA, Chay-Canul AJ, Ayala-Burgos AJ, Aguilar-Pérez CF, Ku-Vera JC. Effect of condensed tannins from *Ficus infectoria* and *Psidium guajava* leaf meal mixture on nutrient metabolism, methane emission and performance of lambs Asian-Australas. *J of Ani Scie*. 2017;30:1702-1710.
- Pinho LD, Souza PNS, Macedo Sobrinho E, Almeida ACD, Martins ER. 2012. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoolicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. *Ci Rur*. 2012;42:326-331.
- Purevjav T, Hoffman MP, Ishdorj A, Conover AJ, Jedlicka ME, Prusa K, Torrent J, Pusillo GM. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. *The Professional Animal Scientist*. 2013;29:426–434.
- Radostits OM, Mayhew IGJ, Houston DM. Exame clínico e diagnóstico em veterinária. 1 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002:332–338.
- Rego, F.C.A., Lima, L.D., Baise, J., Gasparini, M.J., Eleodoro, J.I., Santos, M.D., Zundth, M. Desempenho, características da carcaça e da carne de cordeiros confinados com níveis crescentes de bagaço de laranja em substituição ao milho. *Cie An Br*. 20.1-12. 50159. 2019.
- Rochfort S, Parker AJ, Dunshea FR. Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytoc*. 2008;69:299-322.
- Rodrigues D F, Mendes F F, Menezes L B, Carvalho W L, Sá S, Silva J A, Silva L A F. Tratamento de feridas excisionais de coelhos com extrato de barbatimão associado a células mononucleares autólogas da medula óssea. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2017;69:1243-1250.
- Schneider BH, Flatt W. The evaluation of feeds through digestibility experiments.

Athens: University Georgia. 1975.

Selaive-Villarroel AB, Osório JCS. *Produção de ovinos no Brasil*. Editora ROCA LTDA: São Paulo. 1ª edição. 2014.

Shi X, Xiao C, Wang Y, Wang Y, Tang H. Gallic Acid Intake Induces Alterations to Systems Metabolism in Rats. [dx.doi.org/10.1021/pr301041k](https://doi.org/10.1021/pr301041k). *J Prot Res*. 2013;12:991–1006.

Silva LN, Rigo GV, Silva DB, Carollo CA, Trentin DS, Silva MV, Macedo AJ. Hydrolyzable tannins from *Poincianella* (*Caesalpinia*) *microphylla* fruits: metabolite profiling and anti-*Trichomonas vaginalis* activity. *F Res Inter*. 2020:109236.

Silva LN, Rigo GV, Silva DB, Carollo CA, Trentin DS, Silva MV, Macedo AJ. Hydrolyzable tannins from *Poincianella* (*Caesalpinia*) *microphylla* fruits: metabolite profiling and anti-*Trichomonas vaginalis* activity. *F Res Int*. 2020:109236.

Silva MSC, Rodrigues DS, Tuerlinckx S, Siqueira CMG. Perfil bioquímico de albumina e colesterol em vacas de invernar submetidas a suplementação. *Anais do Sal Int de Ens, Pesq e Ext*. 2019:10 (Resumo).

Silva RG, Ferraz Junior, VN, Gouveia DM, Polizel MH, Santos AA, Miszura TS, Andrade MF, Westphalen MV, Biehl AV. Effects of narasin in mineral mix to Nellore heifers fed with high forage. *J. Anim. Sci*. 2015;93:118.

Tabke MC, Sarturi JO, Galyean ML, Trojan SJ, Brooks JC, Johnson BJ, Martin J, Baggerman J, Thompson AJ. Effects of tannic acid on growth performance, carcass characteristics, digestibility, nitrogen volatilization, and meat lipid oxidation of steers fed steam-flaked corn-based finishing diets. *J of An Sci*. 2017;95:5124-5136.

Valenzuela-Grijalva NV, Pinelli-Saavedra A, Muhlia-Almazan A, Domínguez-Díaz D, González-Ríos H. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *J of An. Sci and Tech*. 2017:59-68.

Van Soest, PJ, Robertson, JB, Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. of Dairy Sci*. 1991;74:3583-3597.

Vasta V, Daghighi M, Cappucci A, Buccioni A, Serra A, Viti C, Mele M. Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. *J of Dair Sci*. 2019;102:3781-3804.

Wagner H, Bladt S. Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas. 2. ed. 2009: 384 p.

Wang JK, Ye JÁ, Liu JX. (2012). Effects of tea saponins on rumen microbiota, rumen fermentation, methane production and growth performance—a review. Trop An Health and Prod. 2012;44:697–706.

Tabela 1

Ingredientes e composição química-bromatológica da dieta experimental.

Ingredientes	Quantidade (%)
Feno	20
Milho	63,2
Farelo de soja	15,2
Mineral *	0,8
Carbonato de Cálcio	0,8
Composição	
Matéria Seca (% da dieta)	89,51
Matéria Orgânica (% da MS)	91,82
Proteína Bruta (% da MS)	21,02
Extrato Etéreo (% da MS)	3,50
Fibra em Detergente Neutro (% da MS)	24,70
Fibra em Detergente Ácido (% da MS)	13,78
Carboidratos totais (% da MS)	67,30
Nutrientes digestíveis totais (%)	87,72
Distribuição do tamanho das partículas	
% retida nas peneiras	
19mm	3,6
8mm	6,0
1.8mm	4,8
Fundo > 1,8 mm	85,6

* sal comum.

Tabela 2

Composição química e compostos da casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolóico de barbatimão seco (EHB).

Composição química	CBS	EHB
Matéria Seca (% da MN)	36,2	76,52
Matéria Orgânica (% da MS)	98,02	97,51
Proteína Bruta (% da MS)	10,9	2,9
Extrato Etéreo (% da MS)	0,6	0,9
Fibra em Detergente Neutro (% da MS)	47,3	0,9
Fibra em Detergente Ácido (% da MS)	44,6	0,6
Compostos metabólicos secundários		
Compostos fenólicos *	++	++
Flavonoides*	+	+
Taninos*	+++	+++
Naftoquinona*	-	-
Cumarinas*	+	+
Triterpenos e esteroides*	+	+
Heterosídeos cianogênicos*	+	+
Heterosídeos cardioativos*	+	+
Açúcares redutores*	+	+
Saponinas*	+	+
Alcaloides*	-	-
Teor de compostos fenólicos (mg/g)	89,8	93,2
Teor de flavonoides (mg/g)	35	39,1
Teor de taninos (mg/g)	453,7	479,1

* A presença dos compostos metabólicos secundários foi classificada como: 0 (zero), reação negativa (-), intensidade parcial ($\pm/+ = 10\%$), baixa ($++ = 50\%$), média ($\pm+++ = 75\%$) e alta intensidade ($+++ = 100\%$).

Tabela 3

Desempenho produtivo, características e avaliação da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolólico de barbatimão seco (EHB).

	CON	CBS	EHB	¹ EPM	<i>P</i> – Valor
Consumo de matéria seca/dia (g)	880.2	866.8	828.3	51.20	0.56
Ganho médio diário (g)	221.8	189.2	198.4	0.02	0.32
Conversão Alimentar	3.9	5.1	4.2	0.55	0.09
Peso inicial (kg)	21.6	20.6	21.1	0.97	0.31
Peso ao abate (kg)	31.0	29.5	30.5	1.47	0.61
Peso de corpo vazio (kg)	27.6	25.9	26.5	1.20	0.40
Escore de condição corporal	2.7	2.4	2.7	0.19	0.22
Ganho de peso total (kg)	9.1	8.2	8.6	1.04	0.69
Carcaça quente (kg)	15.6	14.4	14.7	0.68	0.25
Carcaça fria (kg)	15.0	14.0	14.2	0.65	0.27
Rendimento de carcaça quente (%)	50.2	49.0	48.6	0.94	0.23
Rendimento de carcaça fria (%)	48.4	47.4	47.0	0.96	0.31
Perda ao resfriamento (%)	4.2	3.3	3.3	0.57	0.23
² Conformação	2.2	2.2	2.0	0.11	0.40
³ Acabamento	3.1 ^A	2.6 ^{AB}	2.4 ^B	0.17	0.01

¹ Erro padrão da média

² Conformação estimado por uma escala de 1 (ausência de gordura) a 5 (excesso de gordura).

³ Acabamento estimado por uma escala de 1 (ausência de gordura) a 5 (excesso de gordura).

^{A, B} Médias seguidas de letras diferentes para o mesmo parâmetro diferem ($P < 0,05$) entre si.

Tabela 4

Cor da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolico de barbatimão seco (EHB).

	CON	CBS	EHB	¹ EPM	<i>P</i> – Valor
L*	39.9	39.8	38.9	0.58	0.38
a*	16.7	16.7	15.7	0.58	0.17
b*	4.6 ^A	4.6 ^A	3.7 ^B	0.27	0.01
c*	4.8 ^A	4.7 ^A	3.9 ^B	0.32	0.02
HUE*	15.6 ^A	15.5 ^A	13.2 ^B	0.93	0.04

¹ Erro padrão da média

L*: luminosidade; a*: intensidade de vermelho; b*: intensidade de amarelo; c*: chroma: Saturação; HUE: ângulo da tonalidade.

^{A, B} Médias seguidas de letras diferentes para o mesmo parâmetro diferem ($P < 0,05$) entre si.

Tabela 5

Parâmetros sanguíneos e urinários de cordeiros alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcoólico de barbatimão seco (EHB).

	CON	CBS	EHB	¹ EPM	<i>P</i> – Valor
Sanguíneo					
Glicose	75.8	66.4	66.0	5.21	0.33
Colesterol total	56.4 ^A	39.7 ^B	41.5 ^B	5.01	0.01
Ureia	55.2	43.4	40.5	5.15	0.11
² AST	119.4	119.7	127.2	15.69	0.91
³ ALT	19.2	20.0	16.8	1.99	0.45
Urinarío					
Ureia (mg / dia)	3189.0	2336.2	2612.4	357.85	0.23
Alantoína (mg / dia)	835.0	624.5	563.6	108.02	0.15
Creatinina (mg / dia)	14.0	15.1	24.9	5.87	0.15

¹ Erro padrão da média

² Transaminase Glutâmico-Oxalacética

³ Transaminase Glutâmico - Pirúvica

^{A, B} Médias seguidas de letras diferentes para o mesmo parâmetro diferem ($P < 0,05$) entre si.

CAPÍTULO III
EFEITO DOS EXTRATOS DA CASCA DO BARBATIMÃO NO
COMPORTAMENTO INGESTIVO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS
RUMINAIS DE CORDEIROS CONFINADOS

Capítulo redigido conforme as normas da Revista Livestock Science

Disponível: <https://www.elsevier.com/journals/livestock-science/1871-1413/guide-for-authors>

EFEITO DOS EXTRATOS DA CASCA DO BARBATIMÃO NO COMPORTAMENTO INGESTIVO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE CORDEIROS CONFINADOS

Cristiane Rebouças Barbosa ^{a,*}, Fernando Miranda Vargas Junior^a, et al.

^a Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, CEP: 79804-970, Dourados, MS, Brasil

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da inclusão de extratos da casca do barbatimão em substituição a utilização de lasalocida sódica sobre o consumo, comportamento ingestivo, digestibilidade, e parâmetros ruminais de cordeiros confinados. Foram utilizados 24 cordeiros Pantaneiros com idade média de $150 \pm 4,59$ dias e peso corporal inicial de $21,2 \pm 3,63$ kg. Os cordeiros foram distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizados, com três tratamentos, que correspondem a suplementação dos aditivos: LAS (0,019 g de Lasalocida sódica/animal/dia); CBS (1,50 g de casca de barbatimão seca e moída/animal/dia); EHB (0,30 g de extrato hidroalcolico de barbatimão seco/animal/dia). Os cordeiros permaneceram confinados por 42 dias. A ingestão de MS (858,48 g/dia) e nutrientes não foi afetada pelos extratos. O EHB aumentou em 59,74 minutos o tempo gasto por dia para a ingestão, resultando em redução da eficiência de ingestão de MS (127 g / h de alimentação) dos cordeiros. A eficiência de ruminação e o número de mastigações por dia não foram interferidas pelos extratos CBS e EHB. A digestibilidade dos nutrientes, não foi afetada pelos extratos do barbatimão na dieta dos cordeiros. Os extratos não influenciaram o pH ruminal dos cordeiros, no entanto houve redução de 1,8 mg / dL na concentração de nitrogênio amoniacal, em comparação ao LAS. A adição de CBS nas dietas dos cordeiros reduziu em 48,9 % os AGV's totais ao ser comparada com o tratamento controle. Os teores de butirato reduziram em 12,05% com a inclusão dos extratos do barbatimão (CBS e EHB). Conclui-se que o uso do barbatimão em substituição a Lasalocida sódica na dieta de cordeiros confinados, pode ser usado sem causar efeitos negativos ao consumo, comportamento ingestivo, digestibilidade e os parâmetros ruminais.

Palavras-chave: aditivos naturais, ingredientes alternativos, barbatimão, extratos

vegetais, ruminantes, taninos

1. Introdução

A eficiência alimentar de ruminantes pode ser melhorada através da redução de gastos energéticos e pela modificação da fermentação ruminal com o aumento da produção de propionato (Khiaosa-Ard & Zebeli, 2013). Os antibióticos são usados nas dietas dos animais como artifício para prevenir doenças, distúrbios metabólicos e aumentar a eficiência alimentar (Ornaghi et al., 2017). Estes aditivos têm a capacidade de modificar a fermentação ruminal, aumentar a digestão e reduzir perdas de energia pela produção de metano (CH₄), além de melhorar a relação de acetato:propionato (Russell & Strobel, 1989). No entanto, é crescente a procura por substitutos a estes aditivos, devido a possibilidade de originar bactérias multirresistentes (Valenzuela-Grijalva et al., 2017).

Neste cenário, cresce a procura por aditivos que sejam naturais, dentre eles os extratos vegetais. Os extratos vegetais são compostos metabólicos secundários, que apresentam propriedades antimicrobianas, modulação digestiva, imunomoduladora, antioxidante e anti-inflamatória (Cobellis et al., 2016; Stevanovic et al., 2018). Alguns compostos metabólicos são associados a efeitos prejudiciais, como diminuição na ingestão de alimento, na digestibilidade da proteína, matéria seca e redução no ganho de peso (Mueller-harvey, 2006; Ahnert et al., 2015). Porém, sabe-se que os efeitos destes aditivos naturais são influenciados pelo tipo de dieta, concentração do aditivo, quantidade ingerida, modo de ação no trato gastrointestinal e estado fisiológico do animal (Ahnert et al., 2015; Tabke et al., 2017).

O barbatimão é uma planta com propriedades antimicrobianas, cicatrizantes, anti-inflamatória e antioxidante (Pereira Junior et al., 2020). Esta planta é nativa do Cerrado brasileiro com potencial para ser usada na produção animal por ser rica em biocompostos, dentre eles os taninos e saponinas (Moreira et al., 2018). Os taninos são compostos fenólicos considerado um dos constituintes mais abundante nas plantas (Teng et al., 2019; Souza et al., 2019). A manipulação ruminal com o uso de taninos influencia na redução de CH₄ entérico através da redução dos microrganismos envolvidos no processo de sua produção (Jayanegara et al., 2015; Piñeiro-Vázquez et al., 2018). Por outro lado, as saponinas são surfactantes naturais com propriedades antifúngica e antibacteriana (Wina et al., 2005).

Os efeitos positivos dos aditivos naturais têm comprovado que são alternativas seguras aos antibióticos (Khan et al., 2016; Prado et al., 2016). Reduzindo as bactérias patogênicas, melhorando a ingestão de MS e promovendo o crescimento e o desempenho animal (Arowolo & He, 2018). Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da inclusão de extratos da casca do barbatimão em substituição a utilização de lasalocida sódica sobre o consumo, comportamento ingestivo, digestibilidade, e parâmetros ruminais de cordeiros confinados.

2. Material e métodos

2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no Setor de Ovinocultura pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). A UFGD está localizada na latitude 22°11'38,78260" S, longitude 54°55'49,44655" W e altitude de 478,626 metros, de acordo o Sistema Geodésico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). O clima da região é do tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco e a temperatura média do período foi de 22 ° C, com máxima de 32 ° C e mínima 12 ° C.

2.2 Animais, dietas e delineamento experimental

Foram utilizados 24 ovinos, machos não castrados, com idade média de $150 \pm 4,59$ dias e peso corporal (PC) médio de $21,2 \pm 3,63$ kg. Previamente ao início do período experimental, os cordeiros foram pesados, identificados, desverminados (Baycox, 1 ml/3,5kg PC) e alocados em baias individuais, cobertas, com área de 2,2 m², com piso de cimento e forrado com casca de arroz. Com acesso *ad libitum* a comedouros e bebedouros.

Os cordeiros foram alimentados com uma mistura de feno aveia (*A. sativa*) e concentrado (farelo de soja, milho moído e suplemento mineral comercial), relação 20:80, para adaptação a dieta com alto concentrado, por um período de 14 dias. A dieta (Tabela 1) foi formulada a base de farelo de soja, milho moído, feno de aveia e suplemento mineral comercial específico para ovinos com média de 21% de proteína bruta, e balanceada de acordo com o NRC (2007) para atender o requerimento de cordeiros de ganho de peso de 300 g animal / dia e ingestão de matéria seca estimada em 3.5% em relação ao PC do animal.

Após a fase de adaptação, iniciou o período experimental, composto por três períodos, cada período de 14 dias, com duração de 42 dias de experimento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 tratamentos e 8 blocos. Os cordeiros foram blocados com base no PC e os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente dentro de cada bloco. Os tratamentos testados foram: controle (CON) adição de 0,019 g de Lasalocida sódica/animal/dia (Tauratec; Dourados - MS); adição de 1,5 g de casca de barbatimão seca e moída/animal/dia (CBS); adição de 0,3 g de extrato hidroalcolico de barbatimão seco/animal/dia (EHB). Para cada 100kg de concentrado foi incorporado 0,027g de Lasalocida sódica e fornecido junto com a dieta total, entretanto, o CBS e EHB foram acrescidos em uma porção de 30 g do concentrado e fornecidos antes das refeições matinais para garantir o consumo total dos moduladores.

2.3 Coleta, produção dos extratos e análise fitoquímica

As cascas de barbatimão (*Stryphnodendron rotundifolium*) foram coletadas manualmente de diversas árvores durante a estação do verão no período da manhã, sendo pré-secas em estufa de circulação a 55 °C por um período de 72 horas. Após esse procedimento foram trituradas em moinho tipo Winley® em peneira de 2mm e pesadas, obtendo-se a CBS.

O extrato hidroalcolico foi obtido segundo metodologia adaptada de Krychak-Furtado (2006) e Pinho et al. (2012), onde foram acondicionadas em Becker 250g de cascas moídas de barbatimão, as quais foram totalmente submersas em solução etanol água de 50:50. Os conjuntos formados foram incubados em banho-maria a 60°C, por 60 minutos. Após esse tempo, foi realizada filtragem a quente, em funil com algodão. Os extratos obtidos foram levados à estufa 40°C, para secagem, até peso constante. Em seguida os materiais foram macerados até obter granulometria semelhantes ou grau de divisão a pó, obtendo-se o EHB.

Os extratos do barbatimão obtidos foram submetidos à prospecção fitoquímica, seguindo metodologia de Matos (2009), para confirmação das classes de metabólitos secundários, foi utilizado procedimento de Wagner e Bladt (2009). Para confirmação da presença dos triterpenos e esteroides realizou-se a hidrólise do extrato metanólico seco, com hidróxido de potássio (0,5 mol/L), submetido a refluxo por 1 hora. Os extratos foram extraídos com éter etílico e em sequência submetidos à reação de Liebermann-Burchard.

Os extratos do barbatimão obtidos foram submetidos à prospecção fitoquímica, seguindo metodologia de Matos (2009), para confirmação das classes de metabólitos secundários, foi utilizado procedimento de Wagner e Bladt (2009). Para determinar intensidade das classes de metabólitos secundários foi utilizada classificação de Fontoura et al. (2015).

Os extratos foram solubilizados na concentração de 1 mg mL⁻¹ em metanol para realização das análises dos compostos fenólicos e flavonoides. O conteúdo de compostos fenólicos foi determinado baseado no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Djeridane et al., 2006). A determinação de flavonoides seguiu a metodologia proposta por Djeridane et al. (2006). O teor de taninos foi determinado através do método espectrofotométrico de Folin Denis, com o ácido tânico como referência (Ibe et al, 2013; Pansera et al, 2003).

Para determinar a presença das classes de metabólitos secundários as intensidades das reações de caracterização foram classificadas como: 0 (zero) para reação negativa (-), intensidade parcial ($\pm/+ = 10\%$), baixa ($++ = 50\%$), média ($\pm++ = 75\%$) e alta intensidade ($+++ = 100\%$), calculando-se a média ao final Fontoura et al. (2015).

Os extratos foram solubilizados na concentração de 1 mg mL⁻¹ em metanol para realização das análises dos compostos fenólicos e flavonoides. O conteúdo de compostos fenólicos foi determinado baseado no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Djeridane et al., 2006). A determinação de flavonoides seguiu a metodologia proposta por Djeridane et al. (2006). O teor de taninos foi determinado através do método espectrofotométrico de Folin Denis, com o ácido tânico como referência (Ibe et al, 2013; Pansera et al, 2003).

2.4 Ingestão e comportamento ingestivo

A dieta total foi ofertada em duas porções diária, às 07:00h e às 12:00h, procedendo-se à pesagem do alimento antes do fornecimento. As sobras foram pesadas antes da refeição matinal para estimativa do consumo diário individual. A quantidade fornecida foi ajustada a cada três dias, considerando 5% de sobras. Foram realizadas coletas diárias dos ingredientes da dieta e das sobras, obtendo-se amostras compostas por período, que foram identificadas e armazenadas em freezer a -20°C. Ao término do período de coletas, as amostras foram descongeladas, pré-secas e estufa com ventilação forçada a 55°C por

72 horas e moídas em moinho de facas do tipo Willey, utilizando peneira com crivo de 1 mm de diâmetro, para posteriores análises.

No 9º dia de cada período foi determinado o comportamento ingestivo. Por meio de observação visual dos cordeiros a cada cinco minutos, no qual foi registrado o tempo despendido em ingestão, ruminação e ócio, segundo metodologia descrita por Johnson & Combs (1991). Esta avaliação foi feita por observadores previamente treinados, em sistema de revezamento e posicionados estrategicamente de modo a não interferir nas atividades dos cordeiros. As observações foram iniciadas às 07:00 horas da manhã com duração total de 24 horas consecutivas. Durante a coleta de dados na observação noturna dos cordeiros, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, sob auxílio de lâmpadas fluorescentes tubulares.

No mesmo dia, foi realizada a contagem do número de mastigações merícicas e do tempo (segundos) despendido para ruminação de cada bolo, utilizando-se um cronômetro digital. Para a obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em períodos diferentes do dia (11:00 às 13:00 horas; 17:00 às 19:00 horas; 23:00 às 01:00 horas; 05:00 às 07:00 horas). Foram computados o tempo e o número de mastigações para cada bolo ruminal por animal. Para obtenção do número de bolos diários procedeu-se à divisão do tempo total de ruminação pelo tempo gasto na ruminação de cada bolo. O tempo de mastigação total, o número de bolos ruminais por dia e o número de mastigações merícicas por dia, foram obtidas conforme metodologia descrita por Polli et al. (1996) e Bürger et al. (2000).

Com base nos dados de comportamento e consumo de MS e FDN, foram calculadas as eficiências de alimentação (EAL) e ruminação (ERU) [EAL (g MS / h) = CMS (g MS / dia) / tempo de alimentação (g MS / dia) ; ERU (g MS / h) = CMS (g MS / dia) / tempo de ruminação (h / dia); ERU (g FDN / h) = consumo FDN (g FDN / dia) / tempo de ruminação (h / dia); tempo de mastigação total por dia (TMT) = tempo alimentação + tempo de ruminação; número de bolos por dia (BOL) = tempo de ruminação / tempo de mastigação merícica por bolo ruminal] , segundo Polli et al. (1996).

2.5 Digestibilidade

Para avaliação da digestibilidade total dos nutrientes, em no 12º e 13º dia de cada período experimental foram coletadas fezes totais de 12 cordeiros (quatro cordeiros de

cada tratamento) através de uso de bolsas coletoras individuais (Schneider & Flatt, 1975), sendo selecionados aleatoriamente, quatro blocos do delineamento experimental. As fezes foram acondicionadas em sacos plásticos individuais, identificadas por animal e congeladas para posterior pré-secagem (conforme descrito anteriormente) e análise.

2.6 Análises química

As amostras dos extratos, dieta, sobras e fezes foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS, ID 934.01), matéria mineral (MM, ID 930.05), proteína bruta (PB, ID 981.10), extrato etéreo (EE, ID 920.39) de acordo com AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) utilizou-se a metodologia de Van Soest et. al. (1991) com modificações relacionadas aos sacos, uma vez que foram utilizados sacos de TNT (tecido-não-tecido) gramatura 100 mm (Mertens, 2002).

O cálculo dos carboidratos totais (CT; $CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$) segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992). O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da dieta foram obtidos proporcional a relação de volumoso:concentrado ofertada. O NDT do volumoso foi calculado ($NDT = 83.79 - (0.4171 \times \%FDN)$) segundo Cappelle et al. (2001) e a estimativa do NDT dos concentrados ($NDT = [88.9 - (0.779 \times \%FDA)]$) segundo Paterson et al. (2000). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) consumido, foi calculado ($\% NDT = \%PB (dig) + \% CT (dig) + \%EE (dig) \cdot 2,25$; onde: dig = digestibilidade de cada fração) com base na porção digestível das frações do alimento (Tavares et al., 2015).

2.7 Parâmetros ruminais

Uma amostra de fluído ruminal foi obtida diretamente do rúmen após o abate dos cordeiros, para o abate os cordeiros foram submetidos a um jejum de sólidos por 16 horas. O pH foi determinado imediatamente após a coleta, utilizando um potenciômetro digital (Medidor de pH de Bancada - Simpla PH140). A determinação da concentração de N-NH₃ no fluído ruminal foi realizado de acordo com o método Kjeldahl (INCT-CA N-007/1).

Os AGV's foram determinados em um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) da Shimadzu, modelo Prominence, primeiramente equipado com

detector ultravioleta modelo SPD-20 programado para operar no comprimento de onda de 210 nm. O sistema foi equipado com uma coluna Aminex HPX-87H com dimensões de 300 x 7,8mm e diâmetro de partícula de 9µm, a 30°C. A fase móvel foi composta por H₂SO₄ 5 mM em modo isocrático durante 37 minutos.

2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do pacote estatístico do SAS (SAS University Edition) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, sendo considerado como diferença significativa quando $P < 0,05$. O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + \epsilon_{ij}$; em que: Y_{ij} = valor observado; μ = média geral da variável resposta; β_j = efeito do bloco (j: 1-8); T_i = efeito do tratamento i (controle, CBS e EHB); ϵ_{ij} = erro experimental associado ao valor observado ij.

3. Resultados

A adição dos extratos de barbatimão (CBS e EHS) na dieta de cordeiros, não afetou ($P > 0,05$) a ingestão de MS e MO, mantendo a média 858,48 g / dia e 788,2 g / dia, respectivamente (Tabela 3). Da mesma forma, a adição dos extratos não afetou ($P > 0,05$) a ingestão dos nutrientes PB, EE, FDN, FDA e CT, mantendo média de 229,96 ± 21,75, 29,62 ± 2,99, 217,06 ± 23,22, 118,96 ± 13,70 e 524,95 ± 53,45 g / dia, respectivamente (Tabela 3).

Os cordeiros utilizaram em média 7,81 ± 2,11 min / dia para ingestão de água, 336,56 ± 41,99 min / dia para ruminação, 898,02 ± 58,61 min / dia em ócio e 553,96 ± 57,42 min / dia para mastigação (Tabela 5) sem efeito ($P > 0,05$) da adição dos extratos de barbatimão na dieta dos cordeiros. Porém, a inclusão de EHB nas dietas dos cordeiros aumentou ($P < 0,05$) em 59,74 minutos / dia o tempo gasto para a alimentação. Conseqüentemente os cordeiros alimentados com EHB tiveram menor ($P < 0,05$) EAL, 35,39 % a menos em comparação ao tratamento LAS. Quando CBS foi incluído na dieta, não afetou o tempo gasto para alimentação (quando comparado ao LAS), mas também não diferiu dos cordeiros alimentados com EHB, obtendo um valor intermediário entre LAS e EHB. Apesar das diferenças para EAL, o fornecimento dos extratos do barbatimão não influenciou na ERU de MS ou FDN ($P < 0,05$; Tabela 5). O número de mastigações por bolo, tempo gasto por bolo, BOL e mastigações totais por dia, não foram

influenciados ($P < 0,05$) pela adição dos extratos (Tabela 5).

A inclusão dos extratos de barbatimão (CBS e EHB) na dieta dos cordeiros, não influenciou ($P > 0,05$) a digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CT e NDT, permanecendo com média de $75,86 \pm 2,74$, $75,46 \pm 2,74$, $68,24 \pm 3,82$, $88,44 \pm 1,61$, $69,30 \pm 2,15$, $62,19 \pm 2,78$, $76,82 \pm 2,83$ e $72,99 \pm 2,60$ % MS, respectivamente (Tabela 4). O pH do fluído ruminal não foi influenciado ($P = 0,23$) pelos extratos da casca de barbatimão, no entanto, observou-se redução ($P = 0,02$) de 44,04 % nas concentrações de N-NH₃ (Tabela 6).

A adição de CBS nas dietas dos cordeiros reduziu ($P < 0,05$) em 48,9 % os AGV totais (Tabela 6) ao ser comparada com o tratamento controle. O tratamento com adição de CBS apresentou maior ($P < 0,05$) proporção de acetato (% dos AGV totais). A proporção de propionato (% dos AGV totais) não foi alterada ($P > 0,05$) com a adição dos extratos de barbatimão, assim como a relação acetato:propionato também não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos extratos. Os teores de butirato reduziram ($P > 0,05$) em 12,05% com a inclusão dos extratos do barbatimão (CBS e EHB), quando comparado ao controle.

4. Discussão

Nesse estudo, as variáveis das médias de consumo em g /dia não foram influenciadas pelos extratos da casca do barbatimão na dieta dos cordeiros. A utilização dos extratos (CBS e EHB) na dieta dos cordeiros não objetivou interferência no consumo, mas sim na fermentação. A ação dos ionóforos está relacionada basicamente a sua capacidade de provocar alterações no ambiente ruminal (Tedeschi et al., 2011) corroborando em melhorias no desempenho animal. Os compostos fenólicos (taninos e saponinas) presentes nos extratos da casca do barbatimão, apresentam efeito semelhante aos dos ionóforos (Rochfort et al., 2008; Rodrigues et al., 2017; Stevanovic et al., 2018). Estes compostos agem sobre os microrganismos do rúmen, disponibilizando de forma mais eficaz os metabólitos da degradação ruminal (Narvaez et al., 2013; Jayanegara et al., 2015), ou seja, reduzindo os gastos de energia na forma de metano (Piñeiro-Vázquez et al., 2018). No entanto, alguns autores atribuem efeitos negativos ao uso destes compostos fenólicos (Aguerre et al., 2016; Tabke et al., 2017), contudo, o uso de níveis baixos ou moderados não produzirão efeitos adversos, como foi observado no presente estudo.

Comportamento adverso foi encontrado por Jesus (2015) depois de incluir dois níveis de extrato seco de barbatimão (500 e 1000 mg / kg MS) nas dietas de vacas em lactação. A autora observou que as vacas que receberam a menor inclusão de extrato seco de barbatimão (500 mg / kg MS) apresentaram o maior CMS quando comparado as vacas que tiveram a inclusão de ionóforo, o que não foi observado neste estudo. Este resultado pode estar associado pela diferença de categoria e espécie animal, e dos níveis dos extratos de barbatimão utilizados.

O maior tempo de alimentação, que reflete na menor eficiência de alimentação em g de MS / h, sugere maior seletividade na alimentação. Considerando que a inclusão dos extratos de barbatimão na dieta de ruminantes está relacionada com aceitabilidade reduzida de ração. Pois ruminantes apresentam táticas fisiológicas defensivas ao ingerir compostos fenólicos, com ajuste na microbiota ruminal (Ivan et al., 2004; Ammar et al., 2009). Também utilizam táticas comportamentais quando em liberdade, com amostragens prudentes e pequenas de alimentos inexplorados, selecionando alimentos com concentrações reduzidas destes compostos ou diminuindo o consumo (Estell, 2010). Esse comportamento pode ser parcialmente reproduzido em situação de confinamento, ocasionando variações nos tempos de alimentação como resposta a presença de compostos fenólicos na dieta. Devido ao impacto negativo que esses compostos têm no valor nutricional dos alimentos (Mklize et al., 2015).

A manutenção da eficiência de ruminação entre os tratamentos, pode estar relacionada pela composição das dietas e distribuição do tamanho de partículas (Tabela 1). Uma vez que, o comportamento ingestivo dos animais pode ser alterado pela composição química e física das dietas (Carvalho et al., 2004). Resultados semelhantes foram registrados por Azevedo et al. (2013), ao avaliar cordeiros alimentados com torta de macaúba (rica em compostos fenólicos). Estes autores não encontram diferença nas variáveis do comportamento ingestivo, e não houve comprometimento na ingestão.

A adição de extratos da casca de barbatimão nos níveis testados ou a Lasalocida sódica, tem atuação similar sobre a digestibilidade da MS e nutrientes. Os ionóforos possuem ação moduladora no ambiente ruminal, agindo sobre as bactérias e protozoários (Oliveira et al., 2019). Comportamento semelhante foi registrado para os taninos e saponinas, que tem capacidade em interagir diretamente com a membrana de microrganismos ruminais (Hess et al., 2003; Patra & Saxena, 2011).

O uso dos taninos quando administrados corretamente, podem atuar como moduladores ruminiais, proporcionando benefícios nutricionais ao animal (Tabke et al., 2017). Justificado pela capacidade de formação de complexos de taninos-proteínas no rúmen, resultando na diminuição da degradação da proteína em $N-NH_3$, conseqüentemente em aumento do fluxo de proteína para o intestino delgado (Makkar, 2003; Beauchemin et al., 2007; Al-Dobaib, 2009). O complexo tanino-proteína ocorre devido a presença de grupos fenólicos onde a ligação pode ocorrer através dos grupos carbonil de peptídeos (Bunglavan & Dutta, 2013). A principal influência nas proteínas está relacionada a capacidade destes compostos fenólicos em formar ligações de hidrogênios que são estáveis em pH 3,5 a 8 (Jerónimo et al., 2016) e o pH ruminal (5,7 a 7,3) viabiliza estas ligações (Mergeduš et al., 2018).

Como esperado, os extratos da casca de barbatimão não interferiram no pH do fluido ruminal dos cordeiros, podendo ter cooperado para a formação dos complexos de taninos com a proteína no rúmen. Sabe-se que o pH ruminal é determinante para perfil de nutrientes disponíveis para absorção, e os complexos tanino-proteína são estáveis em pH ruminal 6,5 (Jerónimo et al., 2016). Estes complexos dissociam-se em pH < 3,5 (abomaso pH 2,5 a 3) ou > 8 (duodeno pH 8), tornando-se disponível para utilização gástrica ou digestão pancreática (Mueller-Harvey, 2006).

A redução na concentração dos AGV's totais para os extratos CBS e EHB, pode estar relacionado com duas situações, os compostos dos extratos (CBS e EHB) possuem capacidade moduladora da fermentação ruminal (Eugène et al., 2004; Vasta et al., 2019). A segunda situação estaria relacionada à possível influência do método de coleta do fluido ruminal, a qual ocorreu após o abate dos cordeiros, interferindo a concentração dos AGV totais. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram obtidos por Souza (2013), ao avaliar doses crescentes de extrato seco de barbatimão sobre as características de fermentação ruminal *in vitro*. A autora observou redução em 39,4% na concentração de AGV totais para o tratamento com 0,3 g/L ruminal de extrato seco de barbatimão por litro de fluido ruminal quando comparada com o tratamento controle.

Se os teores de AGV foram influenciados nas primeiras horas após a alimentação, pela atuação dos aditivos naturais sobre a degradação ruminal da fração fibrosa nas horas iniciais após a alimentação, a coleta após o abate (com 16h de jejum de sólidos) pode ter mascarado esse efeito. Em função do conteúdo no rúmen, que após 16h de jejum teria

prevalência de fração fibrosa, podendo apresentar maiores teores de acetato, que é o principal AGV produzido na degradação da fibra. Alguns compostos presentes nos extratos do barbatimão são capazes de formar complexos com fibras, inibindo a ação das celulolíticas e fibriolíticas, ocasionando em menor produção de acetato (Grainger et al., 2009; Wang et al., 2020) e butirato. No entanto, os resultados de concentrações de acetato do presente estudo divergem aos observados por Souza (2013). A autora verificou em estudo *in vitro* que no nível intermediário (0,3 g / L fluido ruminal) dos extratos seco do barbatimão houve redução na concentração de acetato. Todavia, a concentração de butirato foi reduzida com o extrato do barbatimão, o que foi observado no presente estudo.

5. Conclusão

A utilização de extratos de barbatimão em substituição a Lasalocida sódica na dieta de cordeiros confinados, podem ser usados sem detrimento do comportamento ingestivo, ingestão de MS e nutrientes, digestibilidade, apesar dos efeitos observados nos parâmetros ruminais.

6. Referências

- Aguerre, M. J., Capozzolo, M. C., Lencioni, P., Cabral, C., Wattiaux, M. A. 2016. Effect of quebracho-chestnut tannin extracts at 2 dietary crude protein levels on performance, rumen fermentation, and nitrogen partitioning in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 99.4476–4486.
- Ahnert, S., Dickhoefer, U., Schulz, F., Susenbeth, A. 2015. Influence of ruminal Quebracho tannin extract infusion on apparent nutrient digestibility, nitrogen balance, and urinary purine derivatives excretion in heifers. *Liv Sci*.177.63–70.
- Al-Dobaib, S. N. 2009. Effect of different levels of quebracho tannin on nitrogen utilization and growth performance of Najdi sheep fed alfalfa (*Medicago sativa*) hay as a sole diet. *Animal Science Journal*. 80. 5. 532-541.
- Ammar, H.; López, S.; Kammoun, M.; Bodas, R.; Giráldez, F. J.; González, J. S. 2009. Feeding quebracho tannins to sheep enhances rumen fermentative activity to degrade browse shrubs. *Animal Feed Science and Technology*. 149. 1-15.
- and quality of edible products. In Combs, C. A. (Ed.), *Tannins: Biochemistry, Food Sources and Nutritional Properties*. New York, USA: Nova Science Publishers Inc.

- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 17 th ed. AOAC, Gaithersburg.
- Arowolo, M. A., He, J. 2018. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: a review. *Ani. Nutr.* 4. 241-249.
- Azevedo, R.A., Rufino, L.M.A., Santos, A.C.R.; Ribeiro Júnior, C.S., Rodriguez, N. M., Geraseev, L.C. 2013. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com torta de macaúba. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* 65. 490-496.
- Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Martinez, T. F., McAllister, T. A. 2007. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science.* 85. 8. 1990-1996.
- Bunglavan, S. J., Dutta, N. 2013. Use of tannins as organic protectants of proteins in digestion of ruminants. *Livestock Science.* 4. 67-77.
- Bürger, P. J., Pereira, J. C., Queiroz, A. C. D., Coelho da Silva, J. F., Valadares Filho, S. D. C., Cecon, P. R., Casali, A. D. P. 2000. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 29. 1. 236-242.
- Carvalho, G. G. P. D., Pires, A. J. V., Silva, F. F. D., Veloso, C. M., Silva, R. R., Silva, H. G. D. O., Mendonça, S. D. S. 2004. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 39. 919-925.
- Cobellis, G.; Trabalza-Marinucci, M.; Marcotullio, M. C.; YU, Z. 2016. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. *Na. Feed Sci. and Tec.* 215. 25–36.
- Djeridane A, Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D, Stocker P, Vidal N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem* 97:654-660. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.028>
- Estell, R. E. 2010. Coping with shrub secondary metabolites by ruminants. *Small Ruminant Research.* 94. 1-9.
- Eugène, M., Archimède, H., Sauvant, D. 2004. Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. *Livestock Production Science,* v. 85, p.81-97.
- Fontoura, F. M., Matias, R., Ludwig, J., Oliveira, A. K. M. D., Bono, J. A. M., Martins,

- P. D. F. R. B., Guedes, N. M. R. 2015. Seasonal effects and antifungal activity from bark chemical constituents of *Sterculia apetala* (Malvaceae) at Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Ac Amaz.* 45. 3. 283-292.
- Gadelha, I. C. N., Câmara, A. C. L., Silva, I. P., Batista, J. S., Melo, M. M., Soto-Blanco, B. 2015. Toxic effects of the pericarp of the *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong fruit on chicks. *International Journal of Applied Research in Veterinary.* 13.135-140.
- Grainger, C., Clarke, T., Auldist, M. J., Beauchemin, K. A., Mcginn, S. M., Waghorn, G. C., Eckard, R. J. 2009. Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. *Can J of An Sci.* 89. 241-251.
- Hess, H.D., Kreuzera, M., Diaz, T.E., Lascano, C.E., Carulla, J.E., Soliva, C. R., Machmüller, A. 2003. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. *Animal Feed Science and Technology.* 109. 79–94.
- Ibe, A. E., Onuoha, G. N., Adeyemi, A. A., Madukwe, D. K., Udobi, J. O. 2013. Quantitative analyses of honey samples from four different sources in abia state, Nigeria. *Int J of Nat and Ap Sci.* 9. 2.107-116.
- IBGE, 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>>. Acesso em: 18 de agosto de 2020.
- Ivan, M., Koenig, K.M., Teferedegne, B., Newbold, C.J., Entz, T., Rode, L.M., Ibrahim, M. 2004. Effects of the dietary *Enterolobium cyclocarpum* foliage on the population dynamics of rumen ciliate protozoa in sheep. *Small Ruminant Research.* 52.81–91.
- Jayanegara, A., Goel, G., Makkar, H. P., Becker, K. 2015. Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population *in vitro*. *Ani. Feed Sci. and Tech.* 209. 60-68.
- Jerónimo, E., Pinheiro, C., Lamy, E., Dentinho, M. T., Sales-Baptista, E., Lopes, O. S., Capela e Silva, F. 2016. Tannins in ruminant nutrition: Impact on animal performance
- Jesus, F. D. D. 2015. Uso do extrato seco de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e óleo bruto de sucupira (*Pterodon emarginatus*) e monensina na dieta de vacas leiteiras. (Dissertação). Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

Pag. 1, 40.

Johnson, T.R.; Combs, D.K. 1991. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 74. 3. 933-944.

Khan, R. U, Shabana, N., Kuldeep, D., Karthik, K., Ruchi, T., Mutassim, M. A. 2016. Direct-fed microbial: beneficial applications, modes of action and prospects as a safe tool for enhancing ruminant production and safeguarding health. *Int J Pharm*. 12. 220-231.

Khiaosa-Ard, R., Zebeli, Q. 2013. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *J of An Sci*. 91. 4. 1819-1830.

Krychak-Furtado, S. 2006. Alternativas fitoterápicas para o controle da verminose ovina no estado do Paraná: testes *in vitro* e *in vivo*. Tese (Doutorado em Ciências) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, PR.. Pag.147f.

Makkar, H. P. S., Francis, G., Becker, K. 2007. Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal*. 1. 9. 1371-1391.

Matos, F. J. A. 2009. Introdução a fitoquímica experimental. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC. 150 p.

Mergeduš, A., Pšenková, M., Brus, M., & Janžekovič, M. 2018. Tannins and their effect on production efficiency of ruminants. *Agricultura*. 15. 1/2. 1-11.

Mertens, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*. 85.1217-1240.

Mkhize, N. R., Heitkönig, I. M., Scogings, P. F., Dziba, L. E., Prins, H. H., De Boer, W. F. 2015. Condensed tannins reduce browsing and increase grazing time of free-ranging goats in semi-arid savannas. *Applied Animal Behaviour Science*. 169. 33-37.

Moreira, T. M. S., Queiroz-Fernandes, G. M., Pietro, R. C. L. R. 2018. *Stryphnodendron* Species Known as “Barbatimão”: A Comprehensive Report. *Molecules*. 23. 1–25.

Mueller-Harvey, I. 2006. Review: Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *J. of the Sci. of Food and Agric*.86.2010-2037.

Narvaez, N., Wang, Y., Mmcallister, T. 2013. Effects of extracts of *Humulus lupulus*

- (hops) and *Yucca schidigera* applied alone or in combination with monensin on rumen fermentation and microbial populations in vitro. *Jornal Science Food Agricol.* 2517–2522.
- NRC, 2007. National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, Cervids and new world camelids. 6th rev. ed. Washington DC: National Academy Press.
- Oliveira, O. A. M., das Graças Amaral, A., Pereira, K. A., Campos, J. C. D., & Taveira, R. Z. 2019. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente.* 12. 287-311.
- Ornaghi, M. G., Passetti, R. A., Torrecilhas, J. A., Mottin, C., Vital, A. C. P., Guerrero, A., Prado, I. N. 2017. Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *An. Feed Sci. and Tec.* 234, 274-283.
- Pansera, M. R., Santos, A. C. A., Wasum, R., Rossato, M., Rota, L. D., Pauletti, G. F., Serafini, L. D. 2003. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. *Rev Bras de Farm.* 13. 1.17-23.
- Patra, A. K., Saxena, J. 2011. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 91. 24-37.
- Pereira Junior, L. C. S., De Oliveira, E. C., Rorig, T. D. V., De Araújo, P. I. P., Sanchez, E. F., Garrett, R.; Fuly, A. L. 2020. The plant *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville as a neutralizing source against some toxic activities of *Bothrops jararacussu* snake venom. *Toxicon.* 186. 182-190.
- Piñeiro-Vázquez, A.T.; Jiménez-Ferrer, G.; Alayon-Gamboa, J.A.; Chay-Canul, A.J.; Ayala-Burgos, A.J.; Aguilar-Pérez, C.F.; Ku-Vera, J.C. 2017. Effect of condensed tannins from *Ficus infectoria* and *Psidium guajava* leaf meal mixture on nutrient metabolism, methane emission and performance of lambs Asian-Australas. *J. of Anim. Scie.* 30. 1702-1710.
- Pinho, L. D., Souza, P. N. S., Macedo Sobrinho, E., Almeida, A. C. D., Martins, E. R. 2012. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoolicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. *Ciência Rural.* 42. 2. 326-331.

- Polli, V. A. Restle, J.; Senna, D.B., ALMEIDA, S. D. 1996. Aspectos relativos à ruminção de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*.25. 5. 987-993.
- Prado, I. N., Cruz, O. T. B., Valero, M.V., Zawadzki, F., Eiras, C.E., Rivaroli, D.C. 2016. Effects of glycerin and essential oils (*Anacardium occidentale* and *Ricinus communis*) on the meat quality of crossbred bulls finished in a feedlot. *Anim Prod Sci*. 56. 12. 2105-2114.
- Rochfort, S., Parker, A. J., Dunshea, F. R. 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry*. 69. 299-322.
- Rodrigues, D. F., Mendes, F. F., Menezes, L. B., Carvalho, W. L. Sá, S., Silva, J. A., Silva, L. A. F. 2017. Tratamento de feridas excisionais de coelhos com extrato de barbatimão associado a células mononucleares autólogas da medula óssea. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 69. 1243-1250.
- Russell, J. B., Strobel, H. J. 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *App. and envir. microb*. 55. 1. 1.
- Schneider, B.H., Flatt, W. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Athens: UniversityGeorgia, p.423.
- Sniffen, C. J., O'connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., Russell, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. of anim. sci*, 70. 11. 3562-3577.
- Souza, C. G., De Moura, A. K. B., Da Silva, J. N. P., Soares, K. O., Da Silva, J. V. C., Vasconcelos, P. C. 2019. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. *PUBVET*. 13. 1-19.
- Souza, F. M. 2013. Extratos de plantas do cerrado na fermentação ruminal in vitro com dietas de alta inclusão de concentrado. (Dissertação). Universidade Federal de Goiás. 11.
- Stevanovic, Z. D., Bošnjak-Neumüller, J., Pajić-Lijaković, I., Raj, J., Vasiljević, M. 2018. Essential Oils as Feed Additives—Future Perspectives. *Molecules*. 23. 7. 1717.
- Stevanović, Z. D., Bošnjak-Neumüller, J., Pajić-Lijaković, I., Raj, J., Vasiljević, M. 2018. Essential oils as feed additives—future perspectives. *Molecules*. 23. 7. 1717.
- Tabke M.C, Sarturi J.O, Galyean M.L, Trojan S.J, Brooks J.C, Johnson B.J, Martin J, Baggerman J, Thompson A.J. 2017. Effects of tannic acid on growth performance, carcass characteristics, digestibility, nitrogen volatilization, and meat lipid oxidation of steers fed

- steam-flaked corn-based finishing diets. *J of An Sci.* 95. 11. 5124-5136.
- Tavares, S. A., Surge, C. A., Jorge, A. M., Garcia, C. A., Roça, R. O., Oliveira, F., Padovani, C. A. 2015. Parâmetros qualitativos de carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com três diferentes dietas. *Rev Cie Agro.* 13. 1. 61-67.
- Tedeschi, L. O., Callaway, T. R., Muir, J. P., Anderson, R. C. 2011. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. *Rev Bra de Zoot.* 40. 291-309.
- Teng, B., Hayasaka, Y., Smith, P.A., Bindon, K. A. 2019. Effect of grape seed and skin tannin molecular mass and composition on the rate of reaction with anthocyanin and subsequent formation of polymeric pigments in the presence of acetaldehyde. *J. of Agric. and Food Chem.* 67. 8938–8949.
- Valenzuela-Grijalva, N.V., Pinelli-Saavedra A, Muhlia-Almazan A, Domínguez-Díaz D, González-Ríos H. 2017. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *J of An. Sci and Tech.* 59. 8.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science.* 74.10.3583-3597.
- Vasta V, Daghighi M, Cappucci A, Buccioni A, Serra A, Viti C, Mele M. 2019. Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. *J of Dair Sci.* 102:3781-3804.
- Wagner, H., Bladt, S. 2009. *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas.* 2. ed. London: Springer. 384 p.
- Wang, B., Luo, Y., Wang, Y., Wang, D., Hou, Y., Yao, D., Jin, Y. 2020. Rumen bacteria and meat fatty acid composition of Sunit sheep reared under different feeding regimens in China. *J of the Sci of F and Agr.*
- Wina, E., Muetzel, S., Becker, K. 2005. The Impact of saponins or saponin containing plant materials on ruminant productions – a review. *J of Agric and Food Chem.* 53. 8093-8105. <http://dx.doi.org/10.1021/jf048053d>

Tabela 1

Ingredientes e composição química-bromatológica da dieta experimental.

Ingredientes	Quantidade (%)
Feno	20.00
Milho moído	63.20
Farelo de soja	15.20
Mineral *	0.80
Carbonato de Cálcio	0.80
Composição	
Matéria Seca (% da dieta)	89.51
Matéria Orgânica (% da MS)	91.82
Proteína Bruta (% da MS)	21.02
Extrato Etéreo (% da MS)	3.50
Fibra em Detergente Neutro (% da MS)	24.7
Fibra em Detergente Ácido (% da MS)	13.78
Carboidratos totais (% da MS)	67.3
Nutrientes digestíveis totais (%)	87.72
Distribuição do tamanho das partículas	
	% retida nas peneiras
19mm	3.60
8mm	6.00
1.8mm	4.80
Fundo > 1,8 mm	85.60

* sal comum.

Tabela 2

Composição química e compostos da casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolóico de barbatimão seco (EHB).

Composição química	CBS	EHB
Matéria Seca (% da MN)	36,2	76,52
Matéria Orgânica (% da MS)	98,02	97,51
Proteína Bruta (% da MS)	10,9	2,9
Extrato Etéreo (% da MS)	0,6	0,9
Fibra em Detergente Neutro (% da MS)	47,3	0,9
Fibra em Detergente Ácido (% da MS)	44,6	0,6
Compostos metabólicos secundários		
Compostos fenólicos *	++	++
Flavonoides*	+	+
Taninos*	+++	+++
Naftoquinona*	-	-
Cumarinas*	+	+
Triterpenos e esteroides*	+	+
Heterosídeos cianogênicos*	+	+
Heterosídeos cardioativos*	+	+
Açúcares redutores*	+	+
Saponinas*	+	+
Alcaloides*	-	-
Teor de compostos fenólicos (mg/g)	89,8	93,2
Teor de flavonoides (mg/g)	35	39,1
Teor de taninos (mg/g)	453,7	479,1

* A presença dos compostos metabólicos secundários foi classificada como: 0 (zero), reação negativa (-), intensidade parcial ($\pm/+ = 10\%$), baixa ($++ = 50\%$), média ($\pm+++ = 75\%$) e alta intensidade ($+++ = 100\%$).

Tabela 3

Consumo de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolico de barbatimão seco (EHB).

Variáveis	Tratamento			¹ EPM	P - Valor
	CON	CBS	EHB		
Ingestão (g / dia)					
Matéria seca	880.25	866.80	828.39	51.203	0.56
Matéria orgânica	806.67	797.34	760.59	46.934	0.57
Proteína bruta	238.40	234.41	225.33	12.682	0.55
Extrato etéreo	28.71	30.92	28.44	1.849	0.37
Fibra em detergente neutro	208.72	225.83	209.51	14.426	0.43
Fibra em detergente ácido	124.19	125.27	113.46	8.531	0.32
Carboidratos totais	558.05	549.82	500.09	500.09	0.51

¹ Erro padrão da média

Tabela 4

Comportamento ingestivo e atividade merícica de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolólico de barbatimão seco (EHB).

Variáveis	Tratamento			¹ EPM	P - Valor
	CON	CBS	EHB		
Tempo gasto (min / dia)					
Alimentação	151.35 ^B	172.92 ^B	221.88 ^A	17.250	< 0.001
Ingestão de água	7.60	7.29	8.33	1.088	0.78
Ruminação	375.10	349.38	323.75	23.717	0.32
Ócio	904.90	910.21	885.83	29.907	0.83
Mastigação	526.46	522.29	545.63	29.584	0.83
Eficiência de alimentação (g de MS/h de alimentação)					
Matéria seca	360.91 ^A	289.65 ^{AB}	233.17 ^B	29.163	< 0.001
Eficiência de ruminação (g de MS/h de ruminação)					
Matéria seca	143.00	137.66	154.82	8.666	0.30
² FDN	33.97	35.96	39.09	2.135	0.21
Mastigação					
Mastigações / bolo	77.93	70.85	67.81	3.062	0.06
³ Seg. / bolo	47.24	46.69	44.43	1.392	0.33
⁴ N ° bolos / dia	481.28	451.04	438.73	33.101	0.65
N° mastigações / dia	37156.00	32247.00	29681.00	2536.800	0.42

¹ Erro padrão da média

² Fibra em detergente neutro

³ Segundos por bolo

⁴ Número de bolos por dia

^{A, B} Médias seguidas de letras diferentes para o mesmo parâmetro diferem ($P < 0,05$) entre si.

Tabela 5

Digestibilidade de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolólico de barbatimão seco (EHB).

Variáveis	Tratamento			¹ EPM	P - Valor
	CON	CBS	EHB		
Matéria seca (% MS)	78.68	74.99	76.73	2.528	0.56
Matéria orgânica (% MS)	78.60	74.55	76.36	2.503	0.50
Proteína bruta (% MS)	72.35	67.43	69.04	5.535	0.80
Extrato etéreo (% MS)	85.66	87.93	88.95	1.434	0.24
Fibra em detergente neutro (% MS)	71.33	68.63	69.95	1.756	0.53
Fibra em detergente ácido (% MS)	70.11	61.46	62.91	3.227	0.17
Carboidratos totais (% MS)	79.24	75.85	77.78	2.165	0.35
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	76.19	72.13	73.84	2.239	0.42

¹ Erro padrão da média

Tabela 6

pH e nitrogênio amoniacal do fluido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo Lasalocida sódica (CON), casca de barbatimão seca e moída (CBS) e extrato hidroalcolóico de barbatimão seco (EHB).

Variáveis	CON	CBS	EHB	¹ EPM	<i>P</i> – Valor
² N-NH ₃ (mg/dL)	4,11 ^A	2,38 ^B	2,23 ^B	0,704	< 0,05
pH ruminal	6,45	6,51	6,28	0,096	0,23
Ácidos graxos voláteis					
³ AGV's totais (mM)	106,86 ^A	54,54 ^B	71,66 ^{AB}	15,884	<0,05
Acetato (%)	60,75 ^B	71,88 ^A	69,45 ^{AB}	4,070	< 0,05
Propionato (%)	18,78	19,38	22,15	2,524	0,54
Butirato (%)	20,56 ^A	8,84 ^B	8,18 ^B	4,572	< 0,05
Acetato: Propionato	3,56	3,77	3,49	0,525	0,86

¹ Erro padrão da média

² Nitrogênio amoniacal

³ Ácidos graxos voláteis totais

^{A, B} Médias seguidas de letras diferentes para o mesmo parâmetro diferem (*P* < 0,05) entre si.

Considerações finais

Estudos que aborde a vasta diversidade dos compostos biológicos do Cerrado brasileiro com potencial para ser usado na produção animal, são de grande importante na geração de produtos de origem animal.

O estudo exploratório teve como objetivo principal, demonstrar o potencial uso de extratos da casca do barbatimão no sistema de produção de ovinos confinados e verificar seus possíveis efeitos nas características de produção.

A adição dos extratos da casca do barbatimão na alimentação de cordeiros confinados, nos níveis e condições utilizadas, mostrou efeitos satisfatórios nos cordeiros avaliados, demonstrando que são potenciais substitutos aos ionóforos. Sendo um indicativo que nestes níveis, o uso dos extratos da casca do barbatimão pode ser avaliado como outras estratégias alimentares para estudos futuros. Vale ressaltar, que o uso da casca moída do barbatimão demanda menor tempo em seu processamento e responde de maneira semelhante ao extrato hidroalcólico do barbatimão.

A identificação de funções e ações de espécies do Cerrado como o barbatimão da forma proposta (base casca) corroboram para justificar a redução da destruição do Cerrado como mais uma justificativa entre outras para a conservação deste importante bioma.