

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**TANINOS CONDENSADOS ORIUNDOS DO EXTRATO DE *ACACIA*
MEARNSII NA ALIMENTAÇÃO DE CABRITOS EM TERMINAÇÃO**

PAULO ROBERTO SILVEIRA PIMENTEL

SALVADOR-BAHIA
AGOSTO/2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TANINOS CONDENSADOS ORIUNDOS DO EXTRATO DE
***ACACIA MEARNSII* NA ALIMENTAÇÃO DE CABRITOS EM**
TERMINAÇÃO

PAULO ROBERTO SILVEIRA PIMENTEL
Graduado em Zootecnia

SALVADOR-BAHIA
AGOSTO/2019

PAULO ROBERTO SILVEIRA PIMENTEL

**TANINOS CONDENSADOS ORIUNDOS DO EXTRATO DE
ACACIA MEARNSII NA ALIMENTAÇÃO DE CABRITOS EM
TERMINAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Zootecnia,
da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção animal

Orientador: Professor Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

Coorientador: Dr. Caius Barcellos Pellegrini

SALVADOR-BAHIA

AGOSTO/2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P 644 Pimentel, Paulo Roberto Silveira
Taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia Mearnsii*
na alimentação de cabritos em terminação/ Paulo Roberto Sil-
veira Pimentel. -- Salvador, 2019.
113 f.: il.

Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.
Coorientador: Caius Barcellos Pellegrini.
Tese (Doutorado - Zootecnia) -- Universidade
Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia,
2019.

1. Zootecnia. 2. Cabra - Alimentação. 3. Fenóis.
4. Nutrição animal. I. Oliveira, Ronaldo Lopes,
Orientador. II. Pellegrini, Caius Barcelos,
coorientador. III. Título.

CDU 636

**TANINOS CONDENSADOS ORIUNDOS DO EXTRATO DE
Acacia mearnsii NA ALIMENTAÇÃO DE CABRITOS EM
TERMINAÇÃO**

Paulo Roberto Silveira Pimentel

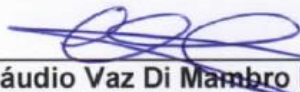
Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia

Salvador, 29 de agosto de 2019


Comissão examinadora:



Dr. Ronaldo Lopes Oliveira
UFBA
Orientador / Presidente



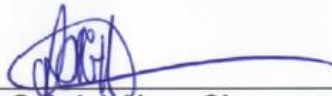
Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro
UFBA



Dr. Thadeu Mariniello Silva
UFBA



Dr. Luís Carlos Vinhas Itavo
UFMS



Dr. Luís Gabriel Alves Cirne
UFOPA

EPIGRAFE

Há sem dúvida quem ame o infinito.

Há sem dúvida quem deseje o impossível.

Há sem dúvida quem não queira nada.

Três tipos de idealistas, e eu nenhum deles.

Porque eu amo infinitamente o finito, desejo impossivelmente o possível e eu quero tudo, ou um pouco mais, se puder ser, ou até se não puder ser...

(Álvaro de Campos)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar e por proporcionar grandes realizações durante toda a minha vida;

À minha mãe, por não medir esforços para que esse sonho se tornasse realidade, oferecendo-me sempre seu amor incondicional e sua força como guerreira e como exemplo que é;

À minha irmã, pelo apoio e compreensão. Apesar da distância, sempre estaremos unidos;

À Lara, pelo incentivo, carinho, empenho e pela ajuda na execução deste trabalho, não medindo esforços para que o mesmo seja concluído;

À Universidade Federal da Bahia, pela oportunidade de formação e qualificação profissional;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao orientador Ronaldo Lopes Oliveira, pelos ensinamentos pessoais, profissionais e por acreditar no meu potencial e tornar este sonho realidade;

Ao coorientador Caius Barcellos Pellegrini por todo o suporte e colaboração para a realização deste trabalho;

Aos professores, em especial Cláudio Ribeiro e Thadeu Mariniello pelo empenho e o jeito expressivo ao transmitir seus conhecimentos.

Aos colegas do Grupo de Nutrição de Ruminantes (GENRU), principalmente à Jocasta, por toda a parceria ao longo do experimento.

À todos aqueles que torceram e me apoiaram para que eu conquistasse os meus objetivos.

Muito obrigado!!!

LISTA DE FIGURA

CHAPTER 1- Performance, digestibility, nitrogen balance and ingestive behavior of feedlot kids fed diets containing condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract

	Página
Figure 1. Ingestive behavior as feed selection of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of <i>Acacia mearnsii</i> extract.....	27

CAPITULO 3- Perfil metabólico sanguíneo e histopatología do rim e fígado de cabritos alimentados com taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*

	Página
Figura 1. Fotomicrografias do parênquima hepático de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	89
Figura 2. Fotomicrografias do parênquima renal de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	90

LISTA DE TABELAS

CHAPTER 1- Performance, digestibility, nitrogen balance and ingestive behavior of feedlot kids fed diets containing condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract

	Página
Table 1. Chemical composition of ingredients used in diets fed to goat kids.....	14
Table 2. Content proportions, chemical compositions and diet particle size of experimental diets with condensed tannin fed to goats kid.....	14
Table 3. Daily nutrient intake and total digestibility coefficient of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of <i>Acacia mearnsii</i> extract.....	21
Table 4. Performance of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of <i>Acacia mearnsii</i> extract.....	22
Table 5. Ingestive behavior of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of <i>Acacia mearnsii</i> extract.....	25
Table 6. Ingestive behavior as feed selection of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of <i>Acacia mearnsii</i> extract.....	26
Table 7 - Nitrogen (N) balance, production and microbial protein synthesis efficiency and serum urea nitrogen (SUN) of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of <i>Acacia mearnsii</i> extract.....	28

CAPITULO 2- Cortes comerciais e qualidade da carne de cabritos mestiços Boer alimentados com taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii*

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas oferecidas aos cabritos.....	48
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais oferecidas aos cabritos.....	49
Tabela 3. Cortes comerciais de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	56
Tabela 4. Composição físico-química do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	57
Tabela 5. Composição de ácidos graxos (g/100 g AGME) do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cabritos confinados alimentados com dietas	58

contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.....

Tabela 6. Características sensoriais do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	60
---	----

CAPITULO 3- Perfil metabólico sanguíneo e histopatología do rim e fígado de cabritos alimentados com taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas oferecidas aos cabritos.....	82
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais oferecidas aos cabritos.....	82
Tabela 3. Níveis séricos de ureia, proteínas totais, albumina, globulina e a relação albumina/globulina (ALB/GLOB) de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	86
Tabela 4. Níveis séricos de colesterol, triglicerídeos, alanina-aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e gamaglutamiltransferase (GGT) de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	87
Tabela 5. Principais achados do exame histopatológico do fígado e rim de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	88

SUMÁRIO

	Página
TITULO - Cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	
Introdução Geral.....	01
Referências bibliográficas.....	03
 CHAPTER 1- Performance, digestibility, nitrogen balance and ingestive behavior of feedlot kids fed diets containing condensed tannins from <i>Acacia mearnsii</i> extract	
Abstract.....	07
Resumo.....	09
Introduction.....	11
Materials and methods.....	13
Results.....	21
Discussion.....	28
Conclusion.....	34
References.....	35
 CAPITULO 2 - Cortes comerciais e qualidade da carne de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	
Resumo.....	44
Abstract.....	45
Introdução.....	46
Materiais e métodos.....	47
Resultados.....	55
Discussão.....	61
Conclusão.....	67
Referências bibliográficas.....	68
 Capitulo 3 - Perfil metabólico sanguíneo e histopatologia do rim e fígado de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	
Resumo.....	78
Abstract.....	79
Introdução.....	80
Materiais e métodos.....	81
Resultados.....	86
Discussão.....	90
Conclusão.....	93
Referências bibliográficas.....	94
Considerações Finais	100

INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas cresceu-se a importância econômica da criação de caprinos em todo o mundo, mas principalmente em países localizados em regiões caracterizadas por apresentarem características desafiadoras para a criação de animais de produção (DARCAN e SILANIKOVE, 2017), como as regiões áridas e semiáridas. Tais regiões são caracterizadas por apresentarem diversas espécies de plantas perenes ricas em compostos bioativos, como taninos condensados (CT) (MKHIZE et al., 2018).

Também conhecidos como proantocianidinas, os TC são compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário das plantas, compostos por unidades de flavan-3-ol que incluem catequina, epicatequina, galocatequina e epigalocatequina, no qual atuam como parte do sistema de defesa química da planta contra fatores bióticos (MCALLISTER et al., 2018). Por muito tempo os taninos condensados foram tratados como substâncias antinutricionais, entretanto, atualmente são reconhecidos como substâncias capazes de modular a fermentação ruminal (ABDULLAH et al., 2018).

Geralmente em níveis abaixo de 50 g/kg MS, os taninos podem trazer benefícios pela formação do complexo tanino-proteína no ambiente ruminal, o que limita a degradação excessiva da proteína no rúmen, causando uma maior absorção de aminoácidos no intestino delgado, melhorando o aproveitamento da proteína dietética e reduzindo a excreção de nitrogênio no ambiente. Além disso, os taninos condensados auxiliam na sincronização da liberação de vários nutrientes, que, por sua vez, propiciam aumento da síntese, bem como eficiência microbiana (GETACHEW et al., 2008). Taninos condensados também pode alterar parcialmente padrão de fermentação ruminal, aumentando a relação propionato:acetato, além de reduzir a produção de produção de metano entérico, refletindo no uso mais eficiente de energia, que por consequência melhora a eficiência energética para ganho de peso corporal (BURKE et al., 2014; MIN et al., 2012)

Em decorrência de suas propriedades antimicrobianas, devido aos efeitos bacteriostáticos e bactericidas (GXASHEKA et al., 2015), os taninos são capazes de alterar o metabolismo lipídico, reduzindo o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados (VASTA et al., 2019), favorecendo, conseqüentemente, maior fluxo intestinal, absorção e incorporação desses ácidos graxos na carne. Adicionalmente, tem

sido relatado que os taninos condensados possuem o potencial para reduzir a carga parasitária gastrointestinal (MULLER-HARVEY et al., 2019) e prevenir o timpanismo (AZAD et al., 2019), além de exercer atividade antioxidante (PRADO et al., 2019) e anti-inflamatória (SINGH et al., 2018) resultando em consequente melhoria ao sistema imune. Por outro lado, a inclusão de níveis elevados de taninos condensados nas dietas dos animais podem causar desequilíbrios entre o consumo, digestão e absorção dos nutrientes, resultando em redução do desempenho, além da possibilidade de desenvolvimento de doenças subclínicas de difícil percepção que também podem limitar a produção animal, como, por exemplo, lesões no trato digestório (ERVAZ et al., 2003).

Desse modo, os efeitos dos taninos condensados sobre o metabolismo animal ainda permanecem contraditórios, não sendo possível obter ainda, com nível satisfatório de acurácia, as informações necessárias para explorar os potenciais benéficos, ou impedir os malefícios de sua ingestão (VALENTI et al., 2019), dado que a extensão dos efeitos dessas substâncias não depende apenas da sua concentração nas dietas, mas também da sua atividade biológica, que está associada à sua natureza química (RODRÍGUEZ et al., 2014). Portanto, tanto a fonte de taninos condensados, bem como sua concentração nas dietas precisam ser consideradas.

Como os efeitos dos taninos condensados podem ser confundidos com outros compostos presentes nas plantas consumidas pelos animais, a avaliação da inclusão dietética de taninos condensados por meio de extratos comerciais, como o extrato de *Acacia mearnsii*, surge como uma ferramenta auxiliar no entendimento dos efeitos causados pela ingestão dessas substâncias, sobre as características produtivas, qualitativas e sanitária dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, M. A. M.; FARGHALY, M. M.; YOUSSEF, I. M. I. Effect of feeding *Acacia nilotica* pods to sheep on nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal protozoa and rumen enzymes activity. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 3, p. 662-669, 2018.
- AZAD, E., DERAKHSHANI, H., FORSTER, R. J., GRUNINGER, R. J., ACHARYA, S., MCALLISTER, T. A., KHAFIPOUR, E. Characterization of the rumen and fecal microbiome in bloated and non-bloated cattle grazing alfalfa pastures and subjected to bloat prevention strategies. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 4272, 2019.
- BURKE, J. M., MILLER, J. E., TERRILL, T. H., & MOSJIDIS, J. A. The effects of supplemental sericea lespedeza pellets in lambs and kids on growth rate. **Livestock Science**, v. 159, p. 29-36, 2014.
- DARCAN, N. K.; SILANIKOVE, N. The advantages of goats for future adaptation to Climate Change: A conceptual overview. **Small ruminant research**, v. 163, p. 34-38, 2018.
- GXASHEKA, M., TYASI, T. L., QIN, N., LYU, Z. C. An overview of tannins rich plants as alternative supplementation on ruminant animals: A review. **International Journal of Agricultural Research and Reviews**, v. 3, n. 6, p. 343-349, 2015.
- McALLISTER, T. A., WANG, Y., DIARRA, M. S., ALEXANDER, T., & STANFORD, K. Challenges of a one-health approach to the development of alternatives to antibiotics. **Animal Frontiers**, v. 8, n. 2, p. 10-20, 2018.
- MIN, B. R., SOLAIMAN, S., GURUNG, N., BEHRENDTS, J., EUN, J. S., TAHA, E., ROSE, J. Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 10, p. 3556-3567, 2012.
- MKHIZE, N. R.; HEITKÖNIG, I. M. A.; SCOGINGS, P. F.; DZIBA, L. E.; PRINS, H. H. T.; DE BOER, W. F. Effects of condensed tannins on live weight, faecal nitrogen and

blood metabolites of free-ranging female goats in a semi-arid African savanna. **Small ruminant research**, v. 166, p. 28-34, 2018.

MUELLER-HARVEY, I., BEE, G., DOHME-MEIER, F., HOSTE, H., KARONEN, M., KÖLLIKER, R., LÜSCHER, A., NIDERKORN, V., PELLIKAAN, W. F., SALMINEN, J. P., SKØT, L., SMITH, L. M. J., THAMSBORG, S. M., , TOTTERDELL, P., WILKINSON, I., WILLIAMS, A. R., AZUHNWI, B. N., BAERT, N., BRINKHAUS, A. G., COPANI, G., DESRUES, O., DRAKE, C., ENGSTRÖM, M., FRYGANAS, C., GIRARD, M., HUYEN N. T., KEMPF, K., MALISCH, C., MORA-ORTIZ, M., QUIJADA, J., RAMSAY, A., ROPIAK, H. M., WAGHORN, G. C. Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration, and diet composition. **Crop Science**, v. 59 n. 3, p. 861-885, 2019.

PATHAK, A. K., DUTTA, N., PATTANAIK, A. K., CHATURVEDI, V. B., SHARMA, K. Effect of condensed tannins from *Ficus infectoria* and *Psidium guajava* leaf meal mixture on nutrient metabolism, methane emission and performance of lambs. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 30, n. 12, p. 1702, 2017.

PRADO, M. E. A., QUEIROZ, V. A. V., DA VEIGA CORREIA, V. T., NEVES, E. O., RONCHETI, E. F. S., GONÇALVES, A. C. A., MENEZES, C.B., OLIVEIRA, F. C. E. Physicochemical and sensorial characteristics of beef burgers with added tannin and tannin-free whole sorghum flours as isolated soy protein replacer. **Meat science**, v. 150, p. 93-100, 2019.

RODRÍGUEZ, R., DE LA FUENTE, G., GÓMEZ, S., FONDEVILA, M. Biological effect of tannins from different vegetal origin on microbial and fermentation traits in vitro. **Animal Production Science**, v. 54, n. 8, p. 1039-1046, 2014.

SINGH, B., SINGH, J. P., KAUR, A., SINGH, N. Insights into the phenolic compounds present in jambolan (*Syzygium cumini*) along with their health-promoting effects. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 53, n. 11, p. 2431-2447, 2018.

VALENTI, B., NATALELLO, A., VASTA, V., CAMPIDONICO, L., ROSCINI, V., MATTIOLI, S., PAUSELLI, M., PRIOLO, A., LANZA, M., LUCIANO, G. Effect of

different dietary tannin extracts on lamb growth performances and meat oxidative stability: comparison between mimosa, chestnut and tara. **animal**, v. 13, n. 2, p. 435-443, 2019.

VASTA, V., DAGHIO, 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. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 5, p. 3781-3804, 2019.

CHAPTER 01

**Performance, digestibility, nitrogen balance and ingestive behavior of
feedlot kids fed diets containing condensed tannins from *Acacia
mearnsii* extract**

Performance, digestibility, nitrogen balance and ingestive behavior of feedlot kids fed diets containing condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract

ABSTRACT

Two experiments were performed to determine the best level (0, 16, 32 and 48 g/kg DM) of inclusion of condensed tannins (CT) from *Acacia mearnsii* extract in the diet of goat kids in feedlot. An experiment was performed with thirty-two castrated crossbred Boer goat kids, with a mean age of four months and mean body weight (BW) of 19.7 ± 2.05 kg, to measure nutrient intake and performance, and another experiment was developed with twenty Boer animals, at five months of age and 29.0 ± 2.45 kg BW, in which the digestibility coefficients, nitrogen balance, microbial protein synthesis, ingestive behavior and serum urea nitrogen (SUN) were determined. The intake of dry mater (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), nonfibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) did not change significantly ($P>0.05$) with the addition of *Acacia mearnsii* extract in the goat kid diets, but the NDF g/kg BW ($P=0.03$) and $BW^{0.75}$ ($P=0.04$) increased. No effect was observed on the addition of condensed tannins on the time spent on rumination ($P=0.45$), idling ($P=0.11$), chewing ($P=0.84$), n° chews/bolus ($P=0.41$) or eating and the rumination efficiency of DM and NDF ($P>0.05$) of the goat kids. A tendency was observed to increase the time spent feeding ($P=0.07$) but with marked responses only at CT inclusion above 32 g/kg DM. The digestibility of DM, CP, NDF, NFC and TDN decreased in goat kids, and EE ($P = 0.80$) digestibility was not affected by an increase in the condensed tannins. No effect of *Acacia mearnsii* extract levels was observed on the N intake ($P=0.66$) and N retained ($P=0.11$); however, a linear increase in fecal N excretion ($P<0.01$) and a trend for a linear decrease in urinary N excretion ($P=0.08$) were observed. A quadratic increase was observed for the synthesis ($P<0.01$) and microbial efficiency ($P<0.01$), final body weight ($P=0.01$), ADG ($P=0.01$), total gain ($P=0.01$), the Gain:Feed ratio, hot weight ($P=0.02$), and cold ($P=0.03$) carcass weights, as well as for the hot ($P=0.03$) and cold ($P=0.04$) carcass yields. The loin eye area was not affected ($P=0.75$). The inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract up to 17.7 g/kg DM is recommended, as it improves the synthesis and efficiency of microbial production, increasing the Gain:Feed ratio and performance of animals.

Keywords: animal nutrition, phenolic compounds, protein, ruminants

Desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii*

RESUMO

Dois experimentos foram realizados para determinar o melhor nível de inclusão (0, 16, 32 and 48 g/kg MS) de taninos condensados (CT) oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* na dieta de cabritos confinados. Foi realizado um experimento com trinta e duas cabritos mestiços Boer castrados, com idade média de quatro meses e peso corporal médio (PC) de $19,7 \pm 2,05$ kg, para avaliar a ingestão de nutrientes e desempenho, e outro experimento foi desenvolvido com vinte animais, aos cinco meses de idade e $29,0 \pm 2,45$ kg PC, onde foram determinados os coeficientes de digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana, comportamento ingestivo e nitrogênio ureico sanguíneo (NUS). O consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não se alterou significativamente ($P > 0,05$) com a adição do extrato de *Acacia mearnsii* nas dietas dos cabritos, mas a FDN g/kg PC ($P=0,03$) e $PC^{0,75}$ ($P= 0,04$) aumentaram. Nenhum efeito foi observado na adição de taninos condensados sobre o tempo gasto na ruminação ($P = 0,45$), ócio ($P=0,11$), mastigação ($P=0,84$) ou no nº mastigação/bolo ($P=0,41$) ou eficiência de alimentação e ruminação da MS e FDN ($P>0,05$) dos cabritos. Observou-se uma tendência de aumentar o tempo gasto com a alimentação ($P=0,07$), mas com respostas acentuadas apenas na inclusão de CT acima de 32 g/kg de MS. A digestibilidade da MS, PB, FDN, CNF e NDT reduziu e a digestibilidade do EE ($P=0,80$) não foi afetada pela inclusão de taninos condensados. Não foi observado efeito do extrato de *Acacia mearnsii* no consumo de N ($P = 0,66$) e N retido ($P = 0,11$); no entanto, foi verificado elevação na excreção de N fecal ($P<0,01$) e uma tendência para uma diminuição linear na excreção urinária de N ($P=0,08$). Houve comportamento positivo para a síntese ($P<0,01$) e eficiência microbiana ($P<0,01$), peso corporal final ($P = 0,01$), GMD ($P = 0,01$), ganho total ($P=0,01$), a EA, peso de carcaça quente ($P=0,02$), e fria ($P=0,03$), bem como para o rendimento de carcaça quente ($P=0,03$) e fria ($P=0,04$). A inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia*

mearnsii até 17,7 g kg de MS, melhora a síntese e eficiência microbiana, aumentando o desempenho dos animais.

Palavras-chave: compostos fenólicos, nutrição animal, proteína, ruminantes

INTRODUCTION

In recent decades, the economic importance of goat breeding has grown worldwide, but especially in countries located in regions characterized by challenging breeding characteristics (DARCAN and SILANIKOVE, 2017), such as arid and semiarid. Such regions are characterized by presenting several species of perennial plants rich in bioactive compounds, such as condensed tannins (CT) (MKHIZE et al., 2018). Condensed tannins (CT) are phenolic compounds derived from secondary plant metabolism, which act as part of the plant's chemical defense system against pathogen invasion and herbivorous attack (NAUMANN et al., 2017). Historically, tannins are known for their antinutritional properties but have recently been recognized as substances capable of modulating ruminal fermentation (ABDULLAH et al., 2018).

Tannins may bring benefits by forming a tannin-protein complex in the ruminal environment, which limits the excessive degradation of the protein in the rumen, causing a greater absorption of amino acids in the small intestine, improving the use of dietary protein and reducing the excretion of nitrogen in the environment.

In addition, condensed tannins assist in synchronizing the release of various nutrients, which in turn provide increased synthesis as well as microbial efficiency (GETACHEW et al., 2008). Condensed tannins can also partially alter ruminal fermentation pattern, increasing propionate: acetate ratio, and reduce the production of enteric methane production, reflecting in the more efficient use of energy, which consequently improves energy efficiency for body weight gain (BURKE et al., 2014; MIN et al., 2012).

In contrast, high levels of tannins may also cause deleterious effects such as reduced intake and digestion of feed (AL-KINDI et al., 2016), with consequent damages to animal performance. According to researches, the concentrations of CT required to reduce intake are generally greater than 50 g CT/kg DM (BROWN and NG'AMBI 2017; GARCÍA et al., 2017).

In addition, Gxasheka et al. (2015) claim that tannin has a bacteriostatic and bactericidal effect, both obtained by reducing the availability of protein and polysaccharide (COSTA et al., 2008), by destroying the cell membrane of gram-positive bacteria (BHATTA et al., 2009) or by inhibiting enzymes (ORLANDI et al., 2015). Khiaosa-Ard et al. (2009) noted that some compounds such as tannins decrease the release

of ammonia and methane, promoting more efficient use of the energy and protein provided in the diet and a change in the biohydrogenation process of fatty, thereby favoring livestock performance. However, some studies report varying results on the effects of the product. Tannin also has antinutritional effects that reduce the intake and digestibility of feed because of its affinity with proteins and polysaccharides, which causes precipitation and unavailability of such compounds (HASSANAT and BENCHAAAR, 2013).

The extent of the effects of CT depends not only on their concentration in the diets but also on their biological activity, which is associated with their chemical nature (RODRÍGUEZ et al., 2014). Therefore, the source of the condensed tannins as well as their concentration in the diets needs to be considered. However, since the effects of condensed tannins can be confused with other compounds present in plants consumed by animals, the evaluation of dietary inclusion of condensed tannins through commercial extracts, such as *Acacia mearnsii* extract, appears as an auxiliary tool in the understanding of the effects caused by the ingestion of these substances on the productive characteristics of animals.

In this sense, our hypothesis was tested that condensed tannins do not impair the intake and the digestibility of nutrients but favor a greater synthesis of microbial protein, there by propitiating improvement in animal performance. The objective of this study was to determine the best level of CT from *Acacia mearnsii* extract, based on an evaluation of the intake, digestibility, nitrogen balance and SUN, ingestive behavior and feed selection, performance and carcass traits of goat kids in feedlot.

MATERIALS AND METHODS

Ethical considerations, location and animals

This study was carried out in accordance with the recommendations in the Guide for the National Council for the Control of Animal Experimentation and all procedures were approved by the Committee on the Ethics of Animal Experiments of the Federal University of Bahia (Permit Number: 39-2015).

Two experiments were designed to investigate the effects of the inclusion of condensed tannins on the diet of Boer crossbred goats. Fifty-two, castrated, goat kids were treated for endoparasites (Cydectin®, Moxidectina 0.2%, Fort Dodge®, Fort Dodge, IA, USA) and were distributed into the two experiments. The first experiment (n = 32) was developed to evaluate the feed intake, performance and carcass traits. The second experiment (n = 20) was developed to evaluate the ingestive behavior, digestibility, nitrogen balance, microbial protein synthesis, and serum urea nitrogen (SUN).

Experiment 1: Intake, performance and carcass traits

Animals, management, treatments and diets

Thirty-two castrated Boer crossbred goat kids, with an average age of four months and an average BW of 19.7 ± 2.05 kg (mean \pm SD). The animals were housed in a covered shed in individual 1.0 m \times 1.0 m pens with *ad libitum* access to water, feed and minerals. The experiment lasted 84 d, preceded by 21 d of adaptation to the installation, location and diet.

The treatments consisted of a diet without the inclusion (0 or control) of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract and three diets with 16, 32 and 48 g/kg of DM; diets were offered twice a day at 0800 and 1500 hours as total mixed ration (TMR) with forage and concentrate (400:600 g/kg DM). Forage used was tifton-85 hay chopped at 5mm.

Diets were formulated to meet the nutritional requirements of crossbred kids with estimated weight gain of 150 g/d following the recommendations of the National Research Council (NRC 2007). Samples of the formulated ingredients and diets were collected and examined for analysis of their chemical composition (Tables 1 and 2).

Table 1 - Chemical composition of ingredients used in diets fed to goat kids.

Chemical composition (g/kg)	Tifton-85 hay	Corn bran	Soybean meal	Soy oil
Dry matter (g/kg as fed)	859	922	886	99.6
Ash	66.0	12.2	52.2	-
Crude protein	71.2	73.6	480	-
NDIP ^a	417	149	125	-
ADIP ^a	142	47.5	30.3	-
Ether extract	10.1	34.1	23.6	99.7
Neutral detergent fiber ^b	705	108	126	-
Acid detergent fiber	338	48.1	67.8	-
Non-fiber carbohydrates	147	772	318	-
Acid detergent lignin	76.2	13.5	13.7	-

^aNDIN = Neutral detergent insoluble nitrogen; ADIN = Acid detergent insoluble nitrogen (g/kg CP)

^bNDF_{ap}, neutral detergent fiber corrected for ash and protein;

Table 2 - Content proportions, chemical compositions and diet particle size of experimental diets with condensed tannin fed to goats kid.

(To be continued)

Item	<i>Acácia mearnsii</i> extract (g/kg DM total)			
	0	16	32	48
Ingredient (g/kg DM)				
Corn bran	305	289	273	254
Soybean meal	265	265	265	268
Soy oil	15.0	15.0	15.0	15.0
<i>Acácia mearnsii</i> extract ^a	0.00	16.0	32.0	48.0
Mineral Premix ^b	15.0	15.0	15.0	15.0
Tifton-85 hay	400	400	400	400
Chemical composition (g/kg DM)				
Dry matter (g/kg as fed)	890	889	889	889
Ash	59.0	58.8	58.6	58.5

Table 2 - Content proportions, chemical compositions and diet particle size of experimental diets with condensed tannin fed to goats kid.

Item	(Continuation)			
	<i>Acácia mearnsii</i> extract (g/kg DM total)			
	0	16	32	48
Crude protein	178	177	176	176
NDIP ^c	245	243	241	238
ADIP ^c	79.3	78.6	77.8	77.0
Ether extract	35.6	35.0	34.5	33.9
Neutral detergent fiber ^d	348	346	344	343
Acid detergent fiber	168	167	166	166
Non-fiber carbohydrates	379	383	387	389
Acid detergent lignin	38.2	38.0	37.8	37.6
Distribution of diet particle size (g/kg DM retained on sieves)				
19.0 mm	151	152	155	141
8.0 mm	145	148	145	149
1.18 mm	414	419	416	415
Base	290	282	284	295
PEF _{1.18} ^e	710	718	716	705
peNDF _{1.18} ^f	265	267	265	260

^aCondensed tannin (Weibull AQ, 72% Condensed Tannin, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bAssurance levels (per kilogram of active elements): 120 g of calcium, 87 g of phosphorus, 147 g of sodium, 18 g of sulfur, 590 mg of copper, 40 mg of cobalt, 20 mg of chromium; 1,800 mg of iron, 80 mg of iodine; 1,300 mg of manganese, 15 mg of selenium; 3,800 mg of zinc, 300 mg of molybdenum; maximum 870 mg of fluoride.

^cNDIN = Neutral detergent insoluble nitrogen; ADIN = Acid detergent insoluble nitrogen (g/kg CP)

^dNDF_{ap}, neutral detergent fiber corrected for ash and protein;

^ePhysical effectiveness factor (PEF_{1.18})

^fPhysical fiber effectiveness (peNDF)

Intake, performance and carcass traits

The DM intake was obtained from the amounts of feed offered and the refusals recorded during the experimental period. The amount of feed was adjusted daily with the refusals amount corresponding to 100 g/kg of the total amount supplied to ensure *ad libitum* intake. The feed refusals were weighed in the morning in their entirety and placed in plastic bags labelled with the animal and tannin level; they were then frozen at -15°C.

At the end of the experimental period, the samples were then thawed, homogenized and pre-dried at 55 °C for 72 h and ground to pass through 1-mm screen using a Wiley mill (Tecnal, Piracicaba City, São Paulo State, Brazil). These ground samples were then stored in properly sealed, airtight, plastic containers (ASS, Ribeirão Preto City, São Paulo State, Brazil) until needed for laboratory analysis.

The goats were weighed at the beginning and at the end of the experiment to determine the total weight gain. The average daily gain (ADG) was obtained by dividing the total weight gain by the number of days in the experimental period. Feed efficiency was calculated by dividing the daily mean weight gain by the DMI of the animals, with values expressed in g/g.

The slaughter was carried out in a commercial slaughterhouse after a 12-h fasting period following the Federal Inspection Service (S.I.F.) recommendations advocated by the Ministry of Agriculture Livestock and Food Supply of Brazil. Animals were stunned by electronarcosis (minimum current of 1.25 amperes) using appropriate equipment (Dal Pino, Santo André, SP, Brazil), followed by bleeding through the section of the jugular veins and the carotid arteries, after which they were skinned and eviscerated. After removal of the head and feet, the carcasses were weighed to determine the hot carcass weight (HCW) and hot carcass yield ($HCY = [HCW/\text{live weight at slaughter (SLW)}] \times 100$). Then the carcasses were packed in a cold room at 4 °C for 24 hours, at the end of this period the carcasses were again weighed to determine the weight (CCW) and cold carcass yield ($CCY = CCW/SLW \times 100$).

The evaluation of the loin eye area (LEA) was performed through a cross section between the 12th and 13th ribs, thus allowing the cross-sectional exposure of the loin of the left half carcass. Thus, the evaluation of the LEA was performed with transparency (FILIPAPER, RJ, Rio de Janeiro, Brazil) and an appropriate pen (model 886440, Bic, AM, Manaus, Brazil). The images were then scanned, and the pixel area was converted to square centimeters using Quant software (Hewlett-Packard Development Company, SP, São Paulo, Brazil).

Experiment 2: ingestive behavior, digestibility, nitrogen balance, microbial protein synthesis

Animals, management, treatments and diets

In this experiment, twenty castrated goats, with a mean age of five months and initial body weight of $29.0 \text{ kg} \pm 2.45$, were used. The experimental diets were the same as those used in Experiment 1. The animals were housed for 31 days in metabolic cages ($0.75\text{m} \times 1.0\text{m}$), and then submitted to a 21-day adaptation period, followed by 10 days of data, urine and feces collection.

Digestibility trial

The digestibility assay was performed from days 21 to 31 of the experimental period. The feces, diets and refusals from each animal were collected and quantified during this period (total collection). The feces were collected in plastic containers placed under the metabolic cages in such a way that no contamination by urine could occur.

On each day of the collection period, a 1/3 of the total amount of the feces was collected and stored in plastic bags. Subsequently, composite samples of orts and feces were prepared for each animal and stored in a freezer at $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ until analysis. The samples were then thawed, pre-dried at $55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 72 h and ground to pass through a 1-mm sieve using a Wiley mill (Tecnal, Piracicaba City, São Paulo State, Brazil), before being stored in properly sealed, airtight, plastic containers (model SR941, Sanremo, RS, Esteio, Brazil) until needed for laboratory analysis.

The digestibility coefficients (DC) of DM, CP, EE, NDFap and non-fibrous carbohydrates (NFC) were calculated as follows: $\text{DC} = [(\text{kg of the fraction ingested} - \text{kg of the fraction excreted}) / (\text{kg of the fraction ingested})] \times 100$. The intake of total digestible nutrient (TDN) was calculated according to Sniffen et al. (1992) and the concentrations of TDN were calculated from the following equation: $\text{TDN} = (\text{TDN intake} / \text{DM Intake}) \times 100$.

Ingestive behavior and feed selection

Individual observations of the animals were performed in two 24-hour periods, day 25 and day 30, at ten minute intervals to evaluate ingestive behavior (feeding,

rumination and idling), and the ingestive behavior was used to calculate the behavior index in minutes per hour, the DM in minutes per kilogram, and the NDF in minutes per kilogram (MARTIN and BATESON, 1993).

Two trained observers recorded data on the behavioral activities of each animal. The observers took turns every three hours and positioned themselves to intervene as little as possible on the behavior of the goats. During the nocturnal observations the environment was illuminated artificially. For the evaluation of rumination, the chews were evaluated in three different periods of the day (10:00-12:00, 14:00-16:00 and 18:00-20:00 hours), determining the number of chews per bolus (n°/bolus) and with aid of digital timer determining the time spent by bolus (sec/bolus), according to the methodology of Martin and Bateson (1993).

The total chewing time, as well as eating efficiency and rumination efficiency determined following the methodology proposed by Bürger et al. (2000).

The evaluation of particle size selection of the diets by the animals was performed on days similar to those on which the evaluation of ingestive behavior occurred to avoid feed selection interference in the ingestive behavior of the animals. Representative samples of the diets were collected prior feeding. Samples of the diets remaining in the troughs of each animal were collected at 12 and 24 h after the first supply, and the residues in the troughs were collected, weighed, sampled and returned to the trough; when sampled at 24 h, the feed residues were weighed and fully collected.

The distribution of the particle size of the diets and refusals (Table 2) was realized according method Penn State Particle Separator - PSPS (Pennsylvania, U.S. Department of Agriculture), and determined according to three different sieve diameters (19.0, 8.00 and 1.18 mm) according methodology Kononoff et al. (2003). The physical effectiveness factor (peNDF) was calculated as the sum of the proportion of DM retained on the 19.0, 8.00 and 1.18 mm sieves (YANG and BEAUCHEMIN, 2007). The peNDF1.18 index of the diets offered, residue present in the trough 12 h after the first supply and the leftovers was calculated by multiplying the NDF content by the peNDF1.18 (LAMMERS et al., 1996; YANG and BEAUCHEMIN, 2007).

Synthesis of microbial protein, nitrogen balance and serum urea nitrogen (SUN)

For urine collection, containers (10 L) with 100 ml of 20% (vol/vol) sulfuric acid solution (required to maintain the final pH below three) were packed under the cages. Urine was collected separately from feces in containers placed under the metabolic cages, and its volume was measured daily for a period of ten days (21st to 31st), with 100 mL/L of samples of urine being collected each day and stored at -20 °C for analysis of concentrations of purine derivative totals (PDT) and nitrogen balance. Prior to the analyzes, 10 mL aliquots of the total stored were diluted with 40 mL 0.036 N sulfuric acid, according to Valadares et al. (1997).

The analyses of allantoin, xanthine and hypoxanthine were conducted by a colorimetric method (FUJIHARA et al., 1987). Uric acid was analyzed by an enzymatic colorimetric test with clearing factor lipase (FOSSATI et al., 1980). The production of microbial biomass was measured according to the procedure of Chen and Gomes (1992) by enzymatically measuring the purine bases xanthine and hypoxanthine. The total excretion of PDT was determined by the sum of the concentrations of uric acid, allantoin, xanthine and hypoxanthine excreted in urine, expressed in mmol/day, according to Belenguer et al. (2002); the equation for goats was as follows: $AP \text{ (mmol/day)} = TP/0.76$, where AP = the absorbed purines (mmol/d), TP = the total purine excretion (mmol/day), and the value of 0.76 corresponds to the purine recovery rate.

The intestinal flow of microbial N (g NM/d) was estimated from the amount of absorbed purines (mmol/day), according to the following equation: $NM \text{ (g/d)} = AP \times (0.92 \times 1.97)$. In this study, the total digestibility of the purine bases in the duodenum was 0.92, and the ratio between the purine bases and the nitrogen content in the microbial population was determined from the rumen of goats (BELENGUER et al., 2002).

The nitrogen (N) contents of the triplicate samples of the provided diet, feces and urine were determined according to AOAC (2012) method 981.10. The balance (retention) of N (N retained, g/d) was obtained using the following formula: $N \text{ balance (g/d)} = N \text{ intake (g/d)} - [N \text{ excreted in the feces (g/d)} + N \text{ excreted in the urine (g/d)}]$.

On the 31st day of the trial, blood samples were collected by jugular vein puncture in vacutainer tubes (Becton, Dickinson and Co., São Paulo, SP, Brazil) with anticoagulant EDTA. Collections were performed before feeding in the morning and at 2, 4 and 6 hours after feeding and immediately after the end of each collection the samples were taken to

the laboratory and centrifuged (model 80-2B DM, IONLAB, PR, Araucária, Brazil) at $3000 \times g$ for 15 minutes to obtain the plasma. Serum concentrations of urea were determined using a commercial kit (Doles®, Goiania, Brazil) and urea nitrogen concentration was calculated considering 46% of nitrogen in urea.

Chemical Analyses

Laboratory analyses were performed to determine the chemical composition (in triplicate) according to the recommendations of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC 2012). Dry matter (DM) (method 967.03), ash (method 942.05), CP (method 981.10) and EE (method 920.29) were determined.

NDF and acid detergent fiber (ADF) were determined according to the methodology proposed by Van Soest et al. (1991), with the NDF residue incinerated in an oven at 600°C for 4 h for the correction of ash contamination, as well as the subtraction of the neutral detergent insoluble protein (NDIP) for protein correction. The levels of NDIP and acid detergent insoluble protein (ADIP) were obtained following the methodology proposed by Licitra et al. (1996). For determination of acid detergent lignin (ADL), the ADF residue was treated with 72% sulfuric acid. The non-fiber carbohydrates were calculated according to Detmann and Valadares Filho (2010) using the value of NDF corrected for ash and protein.

Statistical analysis

The experimental design of the two experiments was completely randomized with four treatments and eight and five replicates per treatment, respectively. The following statistical model was used: $Y_{ij} = \mu + s_i + e_{ij}$, where: Y_{ij} = the observed value; μ = the overall mean; s_i = the effect of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract (0 for the control; 16, 32 and 48 g/kg of DM); e_{ij} = the effect of the experimental error.

A mixed model was used to perform a linear regression using the PROC MIXED from SAS® (SAS, 2003). To determine the relationship between the rate of inclusion and each evaluated parameter and to find the best rate of condensed tannin, polynomial contrast was used to determine the linear and quadratic effects of treatments, initial weight used in the statistical model as covariate when significant. The PROC NLIN software SAS 9.1® command was also used for linear response plateau analysis because

of the biological phenomenon presented by the ingestive behavior variables. Significance was declared when $P < 0.05$. Tendencies were discussed when $0.05 \leq P \leq 0.10$.

RESULTS

Intake and digestibility of nutrients, performance and carcass traits

The inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract did not change the daily intake of DM ($P = 0.22$), CP ($P = 0.53$), EE ($P = 0.89$), NDFap ($P = 0.16$), NFC ($P = 0.15$) and TDN ($P = 0.21$) (Table 3). However, when intake was expressed as g/kg BW ($P = 0.09$) and metabolic weight ($BW^{0.75}$; $P = 0.09$), an increasing trend was observed for the DM intake and a linear increase effect for the NDFap ($P = 0.03$, $P = 0.04$, respectively). A decrease was observed for the digestibility coefficient of DM ($P < 0.01$), CP ($P < 0.01$), NDFap ($P < 0.01$), NFC ($P < 0.01$) and TDN ($P < 0.01$), with the inclusion of the condensed tannins from the *Acacia mearnsii* extract. The EE digestibility was not affected ($P = 0.80$) (Table 3).

Table 3 - Daily nutrient intake and total digestibility coefficient, performance of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract.
(To be continued)

Item	<i>Acacia mearnsii</i> extract ^a				SEM ^b	<i>P</i> -value ^c	
	(g/kg DM)					Linear	Quadratic
	0	16	32	48			
Nutrient intake (g/d)							
Dry matter	846	861	937	889	0.11	0.22	0.39
Crude protein	162	162	175	165	0.05	0.53	0.43
Ether extract	33.9	33.6	35.7	33.3	0.02	0.89	0.46
Neutral detergent fiber _{ap} ^d	280	288	314	300	0.07	0.16	0.40
Non-fiber carbohydrates	316	323	353	336	0.07	0.15	0.39
Total digestible nutrients	649	621	638	578	0.09	0.21	0.35
Dry matter (g/kg BW)	32.6	32.4	34.4	34.2	0.12	0.09	0.99
NDF _{ap} ^d (g/kg BW)	10.8	10.8	11.5	11.5	0.07	0.03	0.95
Dry matter ($BW^{0.75}$)	7.34	7.34	7.85	7.70	0.20	0.09	0.73
NDF _{ap} ^d ($BW^{0.75}$)	2.43	2.45	2.62	2.59	0.12	0.04	0.70

Table 3 - Daily nutrient intake and total digestibility coefficient, performance of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract.

(Continuation)

Item	<i>Acacia mearnsii</i> extract ^a				SEM ^b	P-value ^c	
	(g/kg DM)					Linear	Quadratic
	0	16	32	48			
Digestibility coefficient (g/100 g intaked)							
Dry matter	763	696	684	643	0.49	<0.01	0.51
Crude protein	805	743	720	680	0.34	<0.01	0.43
Ether extract	829	827	851	823	0.50	0.80	0.92
NDF _{ap} ^d	613	587	542	515	0.71	<0.01	0.50
Non-fiber carbohydrates	865	832	782	745	0.48	<0.01	0.92
Total digestible nutrients	749	721	681	650	0.03	<0.01	0.29

^aCondensed tannin (Weibull AQ, 72% Condensed Tannin, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bSEM = standard error mean

^cSignificant at $P \leq 0.05$ and trend at $P < 0.10$

^dNDF_{ap}, neutral detergent fiber corrected for ash and protein;

The inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract in the diets of the animals resulted in a quadratic increase for the final BW ($P < 0.01$), total weight gain ($P = 0.01$), ADG ($P = 0.01$) and feed efficiency ($P = 0.01$), with respective maximum points at 23.2, 21.0, 20.8 and 17.7 g/kg DM of the *Acacia mearnsii* extract.

Table 4 - Performance of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract.

(To be continued)

Item	<i>Acacia mearnsii</i> extract ^a				SEM ^b	P-value ^c	
	(g/kg DM)					Linear	Quadratic
	0	16	32	48			
Performance							
Initial BW (kg)	19.4	19.3	19.8	20.4	0.47	0.33	0.65
Final BW (kg)	32.5	33.9	34.6	31.9	0.57	0.19	0.01
Total weight gain (kg)	13.1	14.6	14.9	11.6	0.62	0.23	0.01
ADG (g/d)	157	173	176	138	0.07	0.22	0.01
Gain:Feed (g/g)	0.19	0.20	0.19	0.16	0.06	0.03	0.01
Hot carcass weight (kg)	14.8	15.7	15.3	13.5	0.37	0.07	0.02

Table 4 - Performance of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract.

Item	<i>Acacia mearnsii</i> extract ^a				SEM ^b	P-value ^c	
	(g/kg DM)					Linear	Quadratic
	0	16	32	48			
Performance							
Cold carcass weight (kg)	14.8	15.7	15.2	13.5	0.35	0.12	0.03
Hot carcass yield (g/kg)	47.7	48.7	46.8	45.7	0.23	<0.01	0.03
Cold carcass yield (g/kg)	47.5	48.7	46.6	45.6	0.23	<0.01	0.04
Loin eye area (cm ²)	13.0	14.3	13.2	13.1	0.44	0.70	0.28

^aCondensed tannin (Weibull AQ, 72% Condensed Tannin, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bSEM = standard error mean

^cSignificant at $P \leq 0.05$ and trend at $P < 0.10$

^dNDF_{ap}, neutral detergent fiber corrected for ash and protein;

^aCondensed tannin (Weibull AQ, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bSEM = standard error mean

^cSignificant at $P \leq 0.05$ and trend at $P < 0.10$

^dNDF_{ap}, neutral detergent fiber corrected for ash and protein;

Regarding the hot ($P = 0.02$) and cold ($P = 0.03$) carcass weights, both showed a quadratic increase with the inclusion of condensed tannins with the point of maximum HCW and CCW at the levels of 19.2 g/kg DM of the extract, respectively, as well as hot ($P = 0.03$) and cold ($P = 0.04$) carcass yields with maximum yield point at levels 13.1 and 13.0 g/kg of DM extract. The loin eye area did not change ($P = 0.70$) with the inclusion of the condensed tannins (Table 4).

Ingestive behavior and feed selection

The inclusion of condensed tannins from the *Acacia mearnsii* extract did not affect the feeding time spent (min/day; $P = 0.11$) and NDFap (min/kg; $P = 0.16$); however, the feeding time spent on DM (min/kg) showed a linear trend increase ($P = 0.07$). The rumination time spent (min/day; min/kg DM and min/kg NDFap) was not altered ($P = 0.48$) by the inclusion levels of condensed tannins. Chewing activities, reported as n°/bolus ($P = 0.41$), sec/bolus ($P = 0.84$), n°/day ($P = 0.98$), min/day ($P = 0.11$) and min/kg NDFap ($P = 0.21$), were not affected by the levels of condensed tannins, since the chewing time in minutes per kilogram of DM increased linearly ($P = 0.04$) with the

inclusion of condensed tannins. The time spent in idling (min/day) was not affected ($P = 0.11$) by the levels of condensed tannins (Table 5).

The inclusion of condensed tannins promoted a linear reduction trend in the eating efficiency of the DM ($P = 0.10$) but did not change the eating efficiency of the NDFap ($P = 0.23$). No effect of inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract was observed for the ruminating efficiency of DM ($P = 0.23$) and NDFap ($P = 0.40$) (Table 5).

For the purpose of animal selectivity of feed particles, the distribution of particle sizes at 19.0 mm ($P = 0.12$), 8.0 mm ($P = 0.16$), 1.18 mm ($P = 0.50$) and the base ($P = 0.27$), as well as PEF1.18 ($P = 0.27$) and FDNFE1.18 ($P = 0.30$) content of the residue present in the trough 12 h after the first feeding were not influenced by the levels of condensed tannins from the *Acacia mearnsii* extract. Regarding the feed residue present in the trough 24 h after the first feeding, no effect of condensed tannin levels was observed on the distribution of the particles on the 19.0 mm ($P = 0.41$), 8.0 mm ($P = 0.14$) and 1.18mm ($P = 0.29$); however, the percentage of the base particles remaining on the sieves increased linearly with the inclusion of condensed tannins ($P < 0.01$), conversely, it observed a linear reduction for the physical effectiveness factor (PEF1.18; $P < 0.01$) and physically effective fiber (peNDF1.18; $P = 0.03$) (Table 6).

Table 5 - Ingestive behavior of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract. (To be continued)

Item	<i>Acacia mearnsii</i> extract ^a				SEM ^b	<i>P</i> -value ^c	
	(g/kg DM)					Linear	Quadratic
	0	16	32	48			
Daily spent time (min/day)							
Rumination	385	376	385	426	3.60	0.45	0.52
Feeding	242	245	252	293	2.51	0.11	0.39
Idling	813	819	803	708	2.51	0.11	0.39
Daily spent time (min/kg DM)							
Rumination	444	444	441	535	4.31	0.22	0.33
Feeding	278	292	284	378	3.63	0.07	0.24
Daily spent time (min/kg NDF _{ap} ^d)							
Rumination	1338	1350	1311	1525	8.25	0.48	0.54
Feeding	83.3	88.9	83.4	109	2.20	0.16	0.37
Efficiency (g/h)							
Eating DM	222	216	214	169	2.94	0.10	0.36
Eating NDF _{ap} ^d	74.2	71.9	73.4	59.3	1.91	0.23	0.46
Rumination DM	145	139	142	114	2.58	0.23	0.49
Rumination NDF _{ap} ^d	48.7	46.2	49.4	39.5	1.65	0.40	0.57
Chewing							
n°/bolus	76.0	76.0	76.0	70.0	1.30	0.41	0.58
Second/bolus	52.0	52.0	52.0	53.0	1.10	0.84	0.93
Chew/day	34133	33303	33902	34072	3.95	0.98	0.88
min/day	627	621	637	719	2.93	0.11	0.27
min/kg DM	723	736	725	913	4.28	0.04	0.15
min/kg NDF _{ap} ^d	2170	2239	2145	2615	8.84	0.21	0.36

^aCondensed tannin (Weibull AQ, 72% Condensed Tannin, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bSEM = standard error mean

^cSignificant at $P \leq 0.05$ and trend at $P < 0.10$

^dNDF_{ap}, neutral detergent fiber corrected for ash and protein;

Table 6 - Ingestive behavior as feed selection of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract.

Item	<i>Acacia mearnsii</i> extract ^a				SEM ^b	<i>P</i> -value ^c	
	(g/kg DM)					Linear	Quadratic
	0	16	32	48			
Feed selection (refusals 12 h post offer, g/kg DM retained on sieves)							
19.0 mm	453	438	351	251	3.14	0.12	0.66
8.0 mm	222	207	319	311	2.51	0.16	0.96
1.18 mm	244	272	209	304	1.67	0.50	0.42
Base	81.6	81.9	121	133	2.24	0.27	0.88
PEF _{1.18} ^e	91.8	91.8	87.9	86.7	0.79	0.27	0.88
peNDF _{1.18} ^f	655	686	630	583	1.44	0.30	0.51
Feed selection (refusals 24 h post offer, g/kg DM retained on sieves)							
19.0 mm	271	212	236	130	4.10	0.41	0.83
8.0 mm	441	402	435	260	2.49	0.14	0.37
1.18 mm	248	320	261	369	2.29	0.29	0.78
Base	39.4	66.1	67.6	240	2.13	<0.01	0.90
PEF _{1.18} ^e	96.1	93.4	93.2	75.9	0.69	<0.01	0.90
peNDF _{1.18} ^f	669	580	589	423	1.87	0.03	0.57

^aCondensed tannin (Weibull AQ, 72% Condensed Tannin, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bSEM = standard error mean

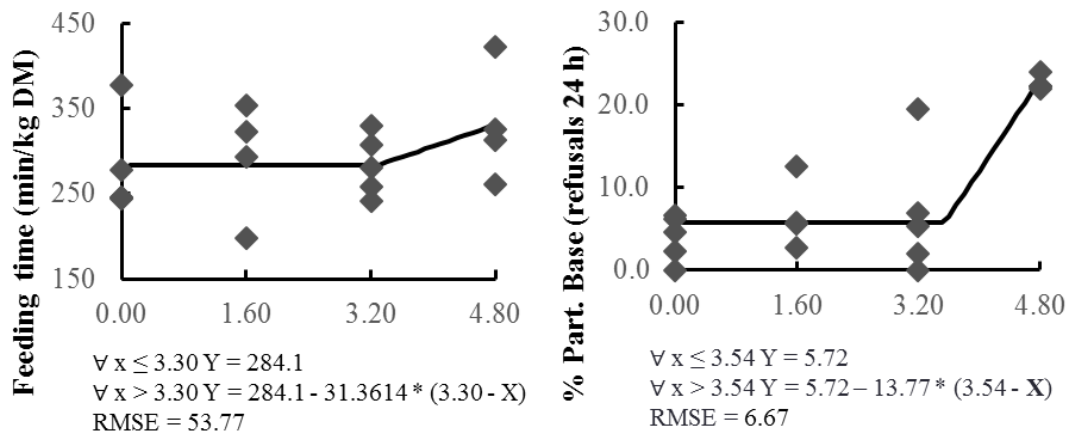
^cSignificant at $P \leq 0.05$ and trend at $P < 0.10$

^dNDF_{ap}, neutral detergent fiber corrected for ash and protein;

^ePhysical effectiveness factor (PEF_{1.18})

^fPhysical fiber effectiveness (peNDF)

Figure 1 - Ingestive behavior as feed selection of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract.



Synthesis of microbial protein, nitrogen balance and serum urea nitrogen (SUN)

The inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract in the goat kid diets did not affect the N intake ($P = 0.66$). However, a reduction trend was observed on the urinary N excretion ($P = 0.08$) and an increase was observed on the fecal N excretion ($P < 0.01$), without effect on the N balance or the N retained ($P = 0.11$). A difference was observed in the fractionation of nitrogen excretion by the addition of condensed tannins, the urinary N excretion reduced linearly ($P < 0.01$) and the fecal N excretion increased linearly ($P < 0.01$). The microbial protein synthesis ($P < 0.01$) and the efficiency of production by TDN intake (g CP/kg; $P < 0.01$) increased quadratically with maximum synthesis and efficiency at the levels of 21.6 and 24.9, respectively (Table 7). The inclusion of *Acacia mearnsii* extract did not result in a difference in serum urea levels before feeding ($P = 0.74$), however, four hours after feeding there was a tendency to reduce these levels ($P = 0.07$).

Table 7 - Nitrogen (N) balance, production and microbial protein synthesis efficiency and serum urea nitrogen (SUN) of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins of *Acacia mearnsii* extract.

Item	<i>Acacia mearnsii</i> extract ^a				SEM ^b	<i>P</i> -value ^c	
	(g/kg DM)					Linear	Quadratic
	0	16	32	48			
Nitrogen (N) balance (g/day)							
N-intake	26.8	23.4	26.3	24.7	26.8	0.66	0.50
N-urinary	6.06	6.52	6.91	5.07	6.06	0.08	0.39
N-fecal	5.16	6.75	7.38	7.45	5.16	<0.01	0.53
N-balance (N-retained)	13.8	13.2	12.0	11.8	13.8	0.11	0.26
Fractional N excretion, g/kg N-ingested							
N-urinary	561	488	485	386	0.67	<0.01	0.56
N-fecal	439	512	515	614	0.65	<0.01	0.56
Microbial protein production							
Synthesis (g/d)	32.8	37.9	41.8	26.4	2.54	0.20	<0.01
Efficiency (g CP/Kg TDN)	49.1	61.4	69.7	49.6	4.49	0.63	<0.01
Serum urea nitrogen (SUN)							
Pre prandial (0 hour)	29.0	32.1	29.9	30.4	0.70	0.74	0.37
Post prandial (4 hours)	31.7	31.9	29.0	28.6	0.30	0.07	0.83

^aCondensed tannin (Weibull AQ, 72% Condensed Tannin, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bSEM = standard error mean

^cSignificant at $P \leq 0.05$ and trend at $P < 0.10$

DISCUSSION

The inclusion of condensed tannins (CT) from *Acacia mearnsii* extract in goat kid diets did not affect the nutrient intake. In contrast, in the present study, the inclusion of *Acacia mearnsii* extract as a source of CT in up to 48.0 g/kg DM increased the DMI and NDFap in amounts of 34.2 and 11.5 g/kg BW, respectively. Notably, the maximum inclusion of condensed tannins was 45.0 g CT/kg DM, which is lower than the values considered deleterious, which, according to García et al. (2017), are generally greater than 50 g CT/kg DM. In addition, the astringent effect caused by the ingestion of tannins can

be attenuated by the goat, as these animals are able to adapt physiologically and have developed defense mechanisms based on the production of salivary proteins linked to tannins (VENTURA-CORDERO et al., 2017), resulting in a reduction of astringent effects and favoring intake.

In the past, the presence of CT in the diets of production animals was considered an antinutritional factor, which reduced the acceptability of the diet due to the astringent effect (COSTA et al., 2018) and ruminal distension due to the reduction of NDF digestibility (WAGHORN, 2008), with both factors resulting in a decrease in feed intake. In the present work, nutrient digestibility was decreased by the addition of *Acacia mearnsii* extract in the diet of the goats, which may have stimulated an increase in intake, as the animals attempted to compensate the energetic loss due to the reduction in nutrient digestibility.

The main benefit of including CT in ruminant diets is its effect on protein digestion, whereby the tannins reduce excessive degradation of dietary protein in the rumen (FOCANT et al., 2019) through the formation of the complex tannin protein at a pH near neutral (6.0 to 7.0) according to Patra and Saxena (2011). Consequently, increased intestinal flow occurs in the dietary source of amino acids (AGUERRE et al., 2016) from the dissociation of the tannin-protein complex at the low pH (<3.5) of the abomasum (MUELLER-HARVEY, 2006).

In addition, the reduction in CP digestibility of the diets with CT from the *Acacia mearnsii* extract may be related to the fact that not all tannin-protein complexes formed in the ruminal environment are completely disrupted in the abomasum, leading to a reduction in protein digestion in the total gastrointestinal tract (GETACHEW et al., 2008). This can be confirmed by the increase in fecal N excretion by the goat kids provided with these diets. That is, the CT released from the dissociation of the tannin-protein complexes in the abomasum can bind again to the nondegraded proteins from the rumen, microbial protein and/or endogenous protein when they reach the small intestine (NAUMANN et al., 2017). In addition, enzymatic activity is reduced in the intestinal mucosa in the presence of condensed tannins (WAGHORN et al., 2008). Another possible effect on the reduction of crude protein digestibility may be associated with the fact that animals fed with condensed tannins consumed more NDF (g/kg BW), which invariably

implies higher consumption of NDIP, which naturally is a characteristic of low digestibility.

The reduction of the digestibility of DM, TDN and mainly NDF, with the inclusion of CT from *Acacia mearnsii* extract, may be related to the reduction of the population of fiber-degrading bacteria associated with the lower activity of cellulolytic enzymes (ABDULLAH et al., 2018). Gram-positive bacteria have their metabolism impaired by the absorption of CT (SILVA et al., 2017), this impairment occurs because, within the microbial cell, tannins inhibit essential cellular processes, such as oxidative phosphorylation and transport processes of the microbial cells (SMITH et al., 2005). Several authors (AGUERRE et al., 2016; SOUZA et al., 2018) have described similar results.

Other factors may reduce the digestibility of the fibrous fraction as well as nonfibrous carbohydrates because the tannins can also bind to polysaccharides such as starch, cellulose, hemicellulose and pectin, forming complexes that are highly resistant to enzymatic digestion (PATRA and SAXENA 2011). The lower digestibility of nonfibrous carbohydrates may be linked to the reduction of α -amylase enzyme activity in the presence of CT (ABDULLAH et al., 2018).

Despite the reduction in digestibility caused by CT, the inclusion of CT increased the average daily and total gain, resulting in higher final BW, as well as heavier carcasses; such results were obtained when condensed tannins were included at levels close to 20.0 g/kg DM. The improvement observed at these levels may be related to a better use of dietary protein (THEODORIDOU et al., 2010), as well as to an increase in the efficiency and the production of microbial protein, since, according to Hackmann and Firkins (2015), to maximize the efficiency of microbial production would consequently improve animal productivity. Formation of complexes resistant to digestion between tannin and protein resulted in reduced rumen proteolysis, favors the flow of protein to the duodenum (ABOAGYE et al., 2018), which together with the microbial protein increases the amount of metabolizable nitrogen compounds (MAKKAR, 2003), resulting in improved animal performance by promoting muscle protein anabolism. At the same time, the presence of CT from *Acacia mearnsii* extract reduces energetic losses by methanogenesis (MOLINA-BOTERO et al., 2019) and urea excretion (GRAINGER et al., 2009), resulting in an improvement in the amount of energy retained. Together with increased protein flow, this

addition improves animal performance. In relation to the increases in hot and cold carcass yields, these facts may be associated with a greater deposition of muscle in the carcass because, according to Mezzomo et al. (2016), increased metabolizable protein flux favors the synthesis and deposition of muscle protein in the carcass, providing better feed efficiency and carcass yields.

Because of the reports of astringency and limitation of caudate intake by tannin, the evaluation of the ingestive behavior, as well as the feed selection by the animals, was performed. Thus, the inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract resulted in increased feeding time and chewing on DM (in min/kg), which may be related to the astringent effects of tannin diets. As mentioned before, the presence of CT may reduce the acceptability of the diets, although it did not affect intake in this study; the amount of tannins present in these diets seems to have led to increased selectivity of the animals.

The greater presence of particles at the bottom of the sieves in the diets with condensed tannins indicates selective activity of the animals, characteristic of the species under study. In this work, the *Acacia mearnsii* extract was homogenized to the concentrated foods, so they are the smallest particle size ingredients. Although the levels of *Acacia mearnsii* extract present in the diet have not been high (>50.0 g/kg DM), the ingredients used in this study have a high DM content, which makes it difficult to homogenize the roughage feed with the concentrate. Thus, the astringent taste concentrates on the smaller particles, which reasonably, would probably cause a longer selection time for less astringent particles and, therefore, would require more feeding and chewing time (min/kg DM).

The selection of less-astringent particles implied higher intake of larger particles, which, in this case, included specific particles of hay. Increased selection by hay particles resulted in higher NDFap (g/kg BW) intake. In addition, the use of high concentrations of NDFap was also associated with higher rumination time (ZHAO et al, 2011), with both facts observed in this research. The animals may also have spent more time in rumination as a means of attenuating the negative effects observed in reducing the digestibility of NDFap, due to the inclusion of CT.

However, from a biological point of view, in some situations, a polynomial model does not provide good adjustment of the data, causing false security, because the model

may not be physiologically correct. In this way, linear response plateau analysis may be adequate. Thus, in spite of the increase in the concentration of condensed tannins, the astringency increased, resulting in an increase in the feeding time due to the greater selective activity; however, these effects were only marked at levels higher than 32 g CT/kg DM (Figure 1). Similarly, the effects on particle selection were also only marked at levels above 32 g CT/kg DM (Figure 1). The trend of lowered eating efficiency of DM (g/h) observed in the diets with *Acacia mearnsii* extract is related to the longer time spent feeding as a result of the selective activities of the animals, since the eating of DM (kg/day) was not altered by the inclusion of the CT.

The expected effect of the impact caused by the inclusion of condensed tannins on the nitrogen balance was clearly observed in this study. The amount of fecal N excreted increased with the inclusion of CT, and conversely, urinary N excretion tended to reduce with the inclusion of the extract. The lower urinary N excretion observed in tannin diets explain the lower BUN in these treatments because, in the body, ammonia, resulting from the extensive degradation of the protein in the rumen, is converted to urea in the liver and subsequently is excreted in the urine (JENNINGS et al., 2018). As the CT diets reduce the rate and extent of protein degradation in the rumen (MEZZOMO et al., 2011), consequently reducing the excess ammonia released, and this effect results in energy savings for the animal, as it is estimated that the cost of synthesis of urea from ammonia is 3.80 ± 0.57 kcal/g N (MARTIN and BLAXTER, 1965). The higher feces N excreted is directly related to the reduction in CP digestibility.

Changes in N-excretion by *Acacia mearnsii* extract as a source of CT up to 48.0 g/kg DM are productively and environmentally related. The lower proportion of urine N excretion in urine is because it reduces nitrogen losses by highly volatile compounds because most of the urinary N excretion occurs as urea (DIJKSTRA et al., 2013). This compound is degraded to N-NH₃, denitrified for N₂O, which is a potent greenhouse gas, because the N-fecal excretion had lower volatility, and therefore the N-NH₃ and N₂O production is lower (GERLACH et al., 2018).

Despite reduced crude protein digestibility in the total gastrointestinal tract, although tending to decrease, there was no difference in serum urea levels four hours after feeding, although tending to decrease, indicating that there was no reduced availability of urea. nitrogen in the rumen environment. Notably, the maximum microbial production

occurred at the CT inclusion level of 21.6g CT/kg DM, corroborating that probably up to this level of inclusion, the presence of CT from *Acacia mearnsii* extract does not affect the ruminal availability of nitrogen.

In addition, even considering the tendency to reduce serum urea, in these cases it is possible that urea recycling becomes a high priority for the continuous supply of nitrogen, ensuring microbial growth (RECKTENWALD et al., 2014). Concentrations of N-NH₃ below 5 mg/100 mL in the ruminal lumen show a negative correlation with the flow rates of urea to the rumen; this effect is a result of the increase in the urea transporter gene expression levels, which favor a higher permeability of the urea in the ruminal epithelium (RØJEN et al., 2011). In addition, ruminants are skilled in conserving nitrogen by increasing the regulation of renal excretion (BOHNERT et al., 2002); in this case, physiological changes have occurred in the kidneys to increase the urea retention capacity by reducing the urinary nitrogen excretion (STARKE et al., 2012), an effect observed in the present study. Thus, even if a reduction in availability and may have occurred when the extract was included in up to 21.6 g CT/kg DM, this reduction was probably compensated for by the reduction of urinary nitrogen excretion and increased ruminal urea transfer (MUSCHER et al., 2010), ensuring sufficient nitrogen for adequate microbial growth.

In addition to the effects on N conservation and recycling, Makkar (2003) and Getachew et al. (2008) assumes that despite the presence of CT, a reduction would occur in the rate of digestion of feeds, and the presence of these compounds could help to synchronize the release of various nutrients, which, in turn, could be responsible for increased synthesis, as well as microbial efficiency. In addition, the presence of CT exerts an inhibitory effect on the protozoan population (BRYSZAK et al., 2019), thus reducing the population of protozoa that would favor the flow of microbial nitrogen into the small intestine (KIRAN and MUTSVANGWA, 2010); this situation may also have occurred in the present study. Finally, despite the possibility of retention, N recycling, and nutrient synchronization, as well as the reduction of the number of protozoa, in high levels of CT from the *Acacia mearnsii* extract, the reduction of protein and energy availability in the ruminal environment implies synthesis and efficiency of microbial protein production.

CONCLUSION

The inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract up to 17.7 g/kg DM is recommended in Boer goat kid diets, as this inclusion improves the synthesis and efficiency of microbial production, increasing feed efficiency, performance and carcass traits.

REFERENCES

- ABDULLAH, M. A. M.; FARGHALY, M. M.; YOUSSEF, I. M. I. Effect of feeding *Acacia nilotica* pods to sheep on nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal protozoa and rumen enzymes activity. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 3, p. 662-669, 2018.
- ABOAGYE, I. A., OBA, M., CASTILLO, A. R., KOENIG, K. M., IWAASA, A. D., BEAUCHEMIN, K. A. Effects of hydrolyzable tannin with or without condensed tannin on methane emissions, nitrogen use, and performance of beef cattle fed a high-forage diet. **Journal of animal science**, v. 96, n. 12, p. 5276-5286, 2018.
- AGUERRE, M. J., CAPOZZOLO, M. C., LENCIONI, P., CABRAL, C., WATTIAUX, M. A. 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, n. 6, p. 4476-4486, 2016.
- AL-KINDI, A., DICKHOEFER, U., SCHLECHT, E., SUNDRUM, A., SCHIBORRA, A. Effects of quebracho tannin extract (*Schinopsis balansae* Engl.) and activated charcoal on nitrogen balance, rumen microbial protein synthesis and faecal composition of growing Boer goats. **Archives of animal nutrition**, v. 70, n. 4, p. 307-321, 2016.
- AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD, USA, 2012.
- BELONGUER, A., YANEZ, D., BALCELLS, J., BABER, N. O., RONQUILLO, M. G. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 2-3, p. 127-135, 2002.
- BHATTA, R., UYENO, Y., TAJIMA, K., TAKENAKA, A., YABUMOTO, Y., NONAKA, I., ENISHI, O., KURIHARA, M. Difference in the nature of tannins on in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 11, p. 5512-5522, 2009.
- BOHNERT, D. W., SCHAUER, C. S., DELCURTO, T. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in

ruminants consuming low-quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 6, p. 1629-1637, 2002.

BROWN, D., NG'AMBI, J. W. Effect of polyethylene glycol 4000 supplementation on the performance of yearling male Pedi goats fed dietary mixture levels of Acacia karroo leaf meal and Setaria verticillata grass hay. **Tropical animal health and production**, v. 49, n. 5, p. 1051-1057, 2017.

BRYSZAK, M., SZUMACHER-STRABEL, M., EL-SHERBINY, M., STOCHMAL, A., OLESZEK, W., ROJ, E., PATRA, A. K., CIESLAK, A. Effects of berry seed residues on ruminal fermentation, methane concentration, milk production, and fatty acid proportions in the rumen and milk of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 2, p. 1257-1273, 2019.

BÜRGER, P. J., PEREIRA, J. C., QUEIROZ, A. C., SILVA, J. F. C., VALADARES FILHO, S. C., CECON, P. R. AND CASALI, A. D. P. Ingestive behavior in Holstein calves fed diets with different concentrate levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

BURKE, J. M., MILLER, J. E., TERRILL, T. H., & MOSJIDIS, J. A. The effects of supplemental sericea lespedeza pellets in lambs and kids on growth rate. **Livestock Science**, v. 159, p. 29-36, 2014.

CHEN, X. B., GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. International Feed Resources Unit, Aberdeen, UK. 1992.

COSTA, C. T. C., BEVILAQUA, C. M. L., MORAIS, S. M., VIEIRA, L. S. Tannins and their use in small ruminants. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 10, p. 108–116. 2008.

COSTA, M., ALVES, S. P., CAPPUCCI, A., COOK, S. R., DUARTE, A., CALDEIRA, R. M., MCALLISTER, T.A., BESSA, R. J. Effects of condensed and hydrolyzable tannins on rumen metabolism with emphasis on the biohydrogenation of unsaturated fatty acids. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 66, n. 13, p. 3367-3377, 2018.

DARCAN, N. K.; SILANIKOVE, N. The advantages of goats for future adaptation to Climate Change: A conceptual overview. **Small ruminant research**, v. 163, p. 34-38, 2017.

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

DIJKSTRA, J., OENEMA, O., VAN GROENIGEN, J. W., SPEK, J. W., VAN VUUREN, A. M., BANNINK, A. Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emissions. **Animal**, v. 7, n. s2, p. 292-302, 2013.

FOCANT, M., FROIDMONT, E., ARCHAMBEAU, Q., VAN, Q. D., LARONDELLE, Y. The effect of oak tannin (*Quercus robur*) and hops (*Humulus lupulus*) on dietary nitrogen efficiency, methane emission, and milk fatty acid composition of dairy cows fed a low-protein diet including linseed. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 2, p. 1144-1159, 2019.

FOSSATI, P., PRENCIPE, L., BERTI, G. Use of 3, 5-dichloro-2-hydroxybenzenesulfonic acid/4-aminophenazone chromogenic system in direct enzymic assay of uric acid in serum and urine. **Clinical chemistry**, v. 26, n. 2, p. 227-231, 1980.

FUJIHARA, T., ØRSKOV, E. R., REEDS, P. J., KYLE, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **The Journal of Agricultural Science**, v. 109, n. 1, p. 7-12, 1987.

GARCÍA, E. M., CHERRY, N., LAMBERT, B. D., MUIR, J. P., NAZARENO, M. A., ARROQUY, J. I. Exploring the biological activity of condensed tannins and nutritional value of tree and shrub leaves from native species of the Argentinean Dry Chaco. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 97, n. 14, p. 5021-5027, 2017.

GERLACH, K., PRIES, M., THOLEN, E., SCHMITHAUSEN, A. J., BÜSCHER, W., SÜDEKUM, K. H. Effect of condensed tannins in rations of lactating dairy cows on production variables and nitrogen use efficiency. **Animal**, v. 12, n. 9, p. 1847-1855, 2018.

GETACHEW, G., PITTROFF, W., PUTNAM, D. H., DANDEKAR, A., GOYAL, S., DEPETERS, E. J. The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on in vitro rumen fermentation and microbial protein synthesis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 140, n. 3-4, p. 444-461, 2008.

GRAINGER, C., CLARKE, T., AULDIST, M. J., BEAUCHEMIN, K. A., MCGINN, S. M., WAGHORN, G. C., ECKARD, R. J. 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, n. 2, p. 241-251, 2009.

GXASHEKA, M., TYASI, T. L., QIN, N., LYU, Z. C. An overview of tannins rich plants as alternative supplementation on ruminant animals: A review. **International Journal of Agricultural Research and Reviews**, v. 3, n. 6, p. 343-349, 2015.

HACKMANN, T. J., FIRKINS, J. L. Maximizing efficiency of rumen microbial protein production. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 465, 2015.

HASSANAT, F., BENCHAAAR, C. Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 2, p. 332-339, 2013.

JENNINGS, J. S., MEYER, B. E., GUIROY, P. J., COLE, N. A. Energy costs of feeding excess protein from corn-based by-products to finishing cattle. **Journal of animal science**, v. 96, n. 2, p. 653-669, 2018.

KHIAOSA-ARD, R., BRYNER, S. F., SCHEEDER, M. R. L., WETTSTEIN, H. R., LEIBER, F., KREUZER, M., SOLIVA, C. R. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α -linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 1, p. 177-188, 2009.

KIRAN, D.; MUTSVANGWA, T. Effects of partial ruminal defaunation on urea-nitrogen recycling, nitrogen metabolism, and microbial nitrogen supply in growing lambs fed low or high dietary crude protein concentrations. **Journal of animal science**, v. 88, n. 3, p. 1034-1047, 2010.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 5, p. 1858-1863, 2003.

LAMMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRICHS, Arlyn Judson. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of dairy science**, v. 79, n. 5, p. 922-928, 1996.

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

MAKKAR, H. P. S. 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**, v. 49, n. 3, p. 241-256, 2003.

MARTIN, A. K., BLAXTER, K. L. **The energy cost of urea synthesis in sheep**. In Proceedings of the 3rd Symposium on Energy Metabolism. Blaxter, K. L., edn. Academic Press, London, UK. p. 83-91, 1965.

MARTIN, P., BATESON, P. **Measuring behaviour**. 2nd. edn., Cambridge: Cambridge University Press, 222 p. 1993.

MEZZOMO, R., PAULINO, P. V. R., BARBOSA, M. M., DA SILVA MARTINS, T., PAULINO, M. F., ALVES, K. S., GOMES, D. I., DOS SANTOS MONNERAT, J. P. I. Performance and carcass characteristics of young cattle fed with soybean meal treated with tannins. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 6, p. 775-782, 2016.

MEZZOMO, R., PAULINO, P. V. R., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. C., PAULINO, M. F., MONNERAT, J. P. I. S., DUARTE, M. S., SILVA, L.H.P., MOURA, L. S. Influence of condensed tannin on intake, digestibility, and efficiency of protein utilization in beef steers fed high concentrate diet. **Livestock Science**, v. 141, n. 1, p. 1-11, 2011.

MIN, B. R., SOLAIMAN, S., GURUNG, N., BEHRENDTS, J., EUN, J. S., TAHA, E., ROSE, J. Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and

carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 10, p. 3556-3567, 2012.

MKHIZE, N. R.; HEITKÖNIG, I. M. A.; SCOGINGS, P. F.; DZIBA, L. E.; PRINS, H. H. T.; DE BOER, W. F. Effects of condensed tannins on live weight, faecal nitrogen and blood metabolites of free-ranging female goats in a semi-arid African savanna. **Small ruminant research**, v. 166, p. 28-34, 2018.

MOLINA-BOTERO, I. C., MONTOYA-FLORES, M. D., ZAVALA-ESCALANTE, L. M., BARAHONA-ROSALES, R., ARANGO, J., & KU-VERA, J. C. 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. **Journal of animal science**, v. 97, n. 4, p. 1619-1633, 2019.

MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 13, p. 2010-2037, 2006.

MUSCHER, A. S., SCHRÖDER, B., BREVES, G., HUBER, K. Dietary nitrogen reduction enhances urea transport across goat rumen epithelium. **Journal of animal science**, v. 88, n. 10, p. 3390-3398, 2010.

NAUMANN, H. D., TEDESCHI, L. O., ZELLER, W. E., HUNTLEY, N. F. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 12, p. 929-949, 2017.

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Natl. Acad. Press, Washington, DC. 2007.

ORLANDI, T., KOZLOSKI, G. V., ALVES, T. P., MESQUITA, F. R., ÁVILA, S. C. 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, 2015.

PATRA, A. K., SAXENA, J. Jyotisna. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 1, p. 24-37, 2011.

RECKTENWALD, E. B., ROSS, D. A., FESSENDEN, S. W., WALL, C. J., VAN AMBURGH, M. E. Urea-N recycling in lactating dairy cows fed diets with 2 different levels of dietary crude protein and starch with or without monensin. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 3, p. 1611-1622, 2014.

RODRÍGUEZ, R., DE LA FUENTE, G., GÓMEZ, S., FONDEVILA, M. Biological effect of tannins from different vegetal origin on microbial and fermentation traits in vitro. **Animal Production Science**, v. 54, n. 8, p. 1039-1046, 2014.

RØJEN, B. A., THEIL, P. K., KRISTENSEN, N. B.. Effects of nitrogen supply on inter-organ fluxes of urea-N and renal urea-N kinetics in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 5, p. 2532-2544, 2011.

SAS Institute. **SAS Systems for Windows**, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 2003.

SILVA, C. S., DE SOUZA, E. J. O., PEREIRA, G. F. C., CAVALCANTE, E. O., DE LIMA, E. I. M., TORRES, T. R., DA SILVA, J. R., DA SILVA, D. C. Plant extracts as phytogetic additives considering intake, digestibility, and feeding behavior of sheep. **Tropical animal health and production**, v. 49, n. 2, p. 353-359, 2017.

SMITH, A. H., ZOETENDAL, E., MACKIE, R. I. Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effects of dietary tannins. **Microbial ecology**, v. 50, n. 2, p. 197-205, 2005.

SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, C. M., OLIVEIRA, R. L., VOLTOLINI, T. V., MENEZES, D. R., DOS SANTOS, N. J. A., BARBOSA, A. M., SILVA, T. M., PEREIRA, E. S., BEZERRA, L. R. Lambs fed cassava silage with added tamarind residue: silage quality, intake,

digestibility, nitrogen balance, growth performance and carcass quality. **Animal feed science and technology**, v. 235, p. 50-59, 2018.

STARKE, S., MUSCHER, A. S., HIRSCHHAUSEN, N., PFEFFER, E., BREVES, G., HUBER, K. Expression of urea transporters is affected by dietary nitrogen restriction in goat kidney. **Journal of animal science**, v. 90, n. 11, p. 3889-3897, 2012.

THEODORIDOU, K., AUFRÈRE, J., ANDUEZA, D., POURRAT, J., LE MORVAN, A., STRINGANO, E., MUELLER-HARVEY, I., BAUMONT, R. Effects of condensed tannins in fresh sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on in vivo and in situ digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 160, n. 1-2, p. 23-38, 2010.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1270-1278, 1997.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VENTURA-CORDERO, J., SANDOVAL-CASTRO, C. A., TORRES-ACOSTA, J. F. J., & CAPETILLO-LEAL, C. M. Do goats have a salivary constitutive response to tannins?. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, n. 1, p. 29-34, 2017.

WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 147, n. 1-3, p. 116-139, 2008.

YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal pH. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 6, p. 2826-2838, 2007.

ZHAO, X. H., ZHANG, T., XU, M., YAO, J. H. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 2, p. 501-509, 2011.

CAPÍTULO 02

**Cortes comerciais e qualidade da carne de cabritos confinados
alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do
extrato de *Acácia mearnsii***

Cortes comerciais e qualidade da carne de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* na dieta de cabritos mestiços Boer em terminação sobre cortes comerciais, composição físico-química, perfil de ácidos graxos e atributos sensoriais da carne. Foram utilizados trinta e dois cabritos mestiços Boer, castrados, com idade média de quatro meses e peso corporal médio de $19,7 \pm 2,05$ kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas foram constituídas por níveis de 0, 16, 32 e 48 g/kg de MS de taninos condensados a partir do extrato *Acácia mearnsii*. O peso da paleta, pescoço e costela apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) com a inclusão dos taninos. Com exceção da tendência de efeito quadrático sobre a luminosidade ($P = 0,07$) e a redução do colágeno ($P = 0,03$), a inclusão de taninos condensados não alterou ($P > 0,05$) a composição físico-química da carne dos cabritos. O somatório dos AGS aumentou ($P = 0,04$) com a inclusão dos taninos condensados, mas reduziu o somatório dos AGMI ($P = 0,03$) e a AGM:AGS ($P < 0,01$), demais somatórios e relações não foram alteradas ($P > 0,05$). Houve uma tendência redução dos AG desejáveis ($P = 0,06$), assim como da atividade $\Delta 9$ -desaturase c:16 ($P = 0,06$) com a inclusão do extrato, ao mesmo tempo reduziu a atividade $\Delta 9$ -desaturase c:18 ($P = 0,01$), alongase ($P = 0,04$) o índice h:H ($P = 0,03$) e tendeu a aumentar o IA ($P = 0,06$). A inclusão do extrato aumentou a percepção de maciez ($P = 0,02$) e tendeu a aumentar a aceitação global ($P = 0,10$) quando os taninos foram adicionados. A inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* em até 20,0 g/kg é recomendada pois aumenta das características produtivas, entretanto, reduz a qualidade lipídica da carne.

Palavras-chave: compostos fenólicos, ácidos graxos, sensorial, ruminantes

Commercial cuts and meat quality of confined goat kids fed diets containing condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of the inclusion of condensed tannins from the *Acacia mearnsii* extract on the diet of Boer crossbred goats on commercial cuts, physicochemical composition, fatty acid profile and meat sensory attributes. Thirty-two mixed-breed Boer castrated goats with mean age of four months and mean body weight of 19.7 ± 2.05 kg were used, distributed in a completely randomized design. The diets were constituted by levels of 0, 16, 32 and 48 g/kg DM of condensed tannins from the *Acacia mearnsii* extract. Palate, neck and rib weight showed a quadratic effect ($P < 0.05$) with the inclusion of tannins. With the exception of the quadratic effect on luminosity ($P = 0.07$) and collagen reduction ($P = 0.03$), the inclusion of condensed tannins did not alter the physical-chemical composition of the goat's meat ($P > 0.05$). The sum of the AGS increased ($P = 0.04$) with the inclusion of the condensed tannins, but reduced the sum of the AGMI ($P = 0.03$) and the AGM/AGS ($P < 0.01$), other sums and relations were not altered ($P > 0.05$). There was a tendency of reduction of the desired GA ($P = 0.06$), as well as of the activity $\Delta 9$ -desaturase c:16 ($P = 0.06$) with the inclusion of the extract, at the same time reduced $\Delta 9$ -desaturase activity c:18 ($P = 0.01$), Elongase ($P = 0.04$) or h/H index ($P = 0.03$) and tended to increase AI ($P = 0.06$). The inclusion of the extract increased the perception of softness ($P = 0.02$) and tended to increase the overall acceptance ($P = 0.10$) when the tannins were added. The inclusion of condensed tannins from the extract of *Acacia mearnsii* up to 20.0 g/kg is recommended because it increases the production characteristics, however, it reduces the lipid quality of the meat.

Keywords: fatty acids, phenolic compounds, ruminants, sensory

INTRODUÇÃO

A carne de cabrito além de ser uma importante fonte proteína e ferro para a alimentação humana, é considerada também um produto muito saudável (WEBB, 2014). Por conta disso, observou-se um crescimento da importância econômica da criação de caprinos em todo o mundo, principalmente em países localizados em regiões caracterizadas por apresentarem características desafiadoras para a criação de animais de produção (DARCAN e SILANIKOVE, 2017), como as regiões áridas e semiáridas. Tais regiões são caracterizadas por apresentarem diversas espécies de plantas perenes ricas em compostos bioativos, como taninos condensados (CT) (MKHIZE et al., 2018). As proantocianidinas ou TC são compostos fenólicos que ocorrem naturalmente em várias plantas e são constituídos por unidades de flavan-3-ol, no qual atuam como parte do sistema de defesa química da planta contra patógenos e herbívoros (MCALLISTER et al., 2018). Por muito tempo os taninos condensados foram tratados como substâncias antinutricionais, entretanto, atualmente esses compostos são reconhecidos por serem capazes de modular a fermentação ruminal (ABDULLAH et al., 2018) e quando ingeridos em níveis moderados resultam em melhoria da utilização de nutrientes, modificando a eficiência alimentar e a qualidade dos produtos de origem animal (GARCÍA et al., 2019).

O efeito modulador dos TC se dá pela sua capacidade de complexação com macromoléculas, melhorando o uso da proteína dietética, proporcionando maior produção de nitrogênio microbiano (KAMEL et al., 2019), além de reduzir perdas energéticas por metanogênese (MOLINA-BOTERO et al., 2019) e excreção de ureia (YANG et al., 2016). Adicionalmente, em decorrência de suas propriedades antimicrobianas, os taninos são capazes de alterar o metabolismo lipídico, reduzindo o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados (VASTA et al., 2019), favorecendo, conseqüentemente, maior fluxo intestinal, absorção e incorporação desses ácidos graxos na carne, melhorando o perfil lipídico desse produto.

Entretanto, os efeitos dos taninos condensados sobre o metabolismo animal ainda permanecem contraditórios, não sendo possível obter até o momento, com nível satisfatório de acurácia, as informações necessárias para explorar os potenciais benefícios, ou impedir os malefícios de sua ingestão (VALENTI et al., 2019), dado

que a extensão dos efeitos dos taninos condensados não depende apenas da sua concentração nas dietas, mas também da sua atividade biológica, que está associada à sua natureza química (RODRÍGUEZ et al., 2014). Portanto, tanto a fonte de taninos condensados, bem como sua concentração nas dietas precisam ser consideradas. No entanto, como os efeitos dos taninos condensados podem ser confundidos com outros compostos presentes nas plantas consumidas pelos animais, a avaliação da inclusão dietética de taninos condensados por meio de extratos comerciais, como o extrato de *Acacia mearnsii*, surge como uma ferramenta auxiliar no entendimento dos efeitos causados pela ingestão dessas substâncias, sobre as características produtivas e qualitativas dos produtos de origem animal.

Nesse contexto, como a composição de ácidos graxos dos lipídios presentes na carne tem sido amplamente estudado nos últimos anos em virtude da sua importância para a saúde humana, objetivou-se com este estudo testar a hipótese de que a inclusão de níveis moderados de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* na dieta de cabritos em terminação melhora as características produtivas, bem como a qualidade da carne.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais, manejo, tratamentos e dietas

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia e todos os procedimentos de cuidado e manuseio dos animais foram realizados em estrita concordância com os padrões estabelecidos pelo Guia do Conselho Nacional para o Controle da Experimentação Animal (CONCEA). O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil (número do protocolo: 39/2015).

Trinta e dois cabritos mestiços Boer, castrados, com idade média de quatro meses, peso corporal de 19.7 ± 2.05 kg foram tratados para endoparasitas (Cydectin®, Moxidectina 0.2%, Fort Dodge®, Fort Dodge, IA, USA) e distribuídos por sorteio para

um dos quatro tratamentos. Os animais foram alojados em um galpão coberto em baias individuais suspensas (1,0m x 1,0m) equipadas com cochos e bebedouros, garantindo acesso livre à água, alimentos e minerais. O período experimental teve duração de 84 dias, precedidos de 21 dias de adaptação ao local, às instalações, manejo e as dietas experimentais. Os tratamentos consistiram de dieta sem a inclusão (0 ou controle) de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* e três dietas com 16, 32 e 48 g/kg MS do extrato.

As dietas foram formuladas seguindo as recomendações do National Research Council (NRC, 2007) para atender os requerimentos nutricionais de cabritos mestiços com ganho de peso estimado de 150 g/d. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e 15:00 na forma de ração mista total (TMR) com alimentos volumosos e concentrados (400:600 g/kg MS). Feno de tifton-8 picado a 5mm foi utilizado como alimento volumoso. Amostras dos ingredientes e das dietas formuladas foram coletadas e examinadas para análise de sua composição química (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas oferecidas aos cabritos.

Composição química (g/kg)	Feno de Tifton-85	Milho moído	Farelo de soja	Óleo de soja
Matéria seca (g/kg alimento)	859	922	886	99,6
Cinzas	66,0	12,2	52,2	-
Proteína bruta	71,2	73,6	480	-
NIDN ^a	417	149	125	-
NIDA ^a	142	47,5	30,3	-
Extrato etéreo	10,1	34,1	23,6	99,7
Fibra em detergente neutro ^b	705	108	126	-
Fibra em detergente ácido	338	48,1	67,8	-
Carboidratos não fibrosos	147	772	318	-
Lignina em detergente ácido	76,2	13,5	13,7	-

^aNIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

^bFDNcp = Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Tabela 2 - Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais oferecidas aos cabritos.

Item	Extrato de <i>Acácia mearnsii</i> ^a (g/kg MS total)			
	0	16	32	48
(Continua)				
Ingredientes (g/kg MS)				
Milho Moído	305	289	273	254
Farelo de Soja	265	265	265	268
Óleo de soja	15,0	15,0	15,0	15,0
Extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	0,00	16,0	32,0	48,0
Mistura Mineral ^b	15,0	15,0	15,0	15,0
Feno de Tifton 85	400	400	400	400
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca (g/kg alimento)	890	889	889	889
Cinzas	59,0	58,8	58,6	58,5
Proteína bruta	178	177	176	176
NIDN ^c	245	243	241	238
NIDA ^c	79,3	78,6	77,8	77,0
Extrato etéreo	35,6	35,0	34,5	33,9
Fibra em detergente neutro ^d	348	346	344	343
Fibra em detergente ácido	168	167	166	166
Carboidratos não fibrosos	379	383	387	389
Lignina em detergente ácido	38,2	38,0	37,8	37,6
Ácidos graxos (g/100 g AGME ^e)				
C12:0	1,01	1,00	1,00	1,00
C14:0	0,47	0,47	0,46	0,47
C16:0	26,0	25,7	25,6	25,2
C18:0	4,15	4,19	4,16	4,06
C16:1 <i>cis</i> -9	0,21	0,21	0,20	0,20
C18:1 <i>cis</i> -9	15,7	15,7	15,7	15,6
C18:2 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12	36,2	35,2	35,7	36,1

Tabela 2 - Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais oferecidas aos cabritos.

(Continuação)

Item	Extrato de <i>Acácia mearnsii</i> ^a (g/kg MS total)			
	0	16	32	48
C18:3 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15	11,8	11,8	11,8	11,7

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bNíveis de garantia (por quilograma, em elementos ativos): cálcio – 240 g; fósforo – 71.0 g; potássio – 28.2 g; enxofre – 20.0 g; magnésio – 20.0 g; cobre – 400 mg; cobalto – 30.0 mg; cromo 10.0 mg; ferro - 250 mg; iodo – 40.0 mg; manganês - 1350 mg; selênio – 15.0 mg; zinco - 1700 mg; flúor (máx.) - 710 mg.

^cNIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

^dFDN_{cp} = Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

^eAGME = Metil ester de ácido graxo

Análises químicas dos alimentos

As análises químicas dos ingredientes e das dietas experimentais foram realizadas de acordo com os procedimentos analíticos da Association of Analytical Communities (AOAC, 2012), com moagem previa das amostras em moinhos de faca tipo Willey (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) com peneira de 1-mm. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) (método 967.03), proteína bruta (PB) (método 981.10), extrato etéreo (EE) (método 920.29), matéria mineral (MM) (método 942.05).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido foram determinados de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), com o resíduo da FDN incinerado a 600°C por 4h para a correção da contaminação por cinzas, bem como a subtração a proteína insolúvel em detergente neutro (PDIN) para a correção proteica. Os teores de PDIN e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram obtidos seguindo a metodologia proposta por Licitra et al. (1996). Para a determinação da lignina em detergente ácido (LDA), o resíduo da FDA foi tratado com ácido sulfúrico a 72% de acordo com o método (973.18) proposto pela AOAC (2012). A hemicelulose foi obtida pela diferença entre a FDN e FDA, já a celulose pela diferença entre a FDA e a LDA. Os teores de carboidratos não fibrosos foram calculados de acordo com a metodologia proposta por Detmann e Valadares Filho (2010).

Abate, cortes comerciais e amostragem da carne

No término do experimento os animais foram transferidos para um frigorífico comercial e abatidos após um período de jejum de 12 horas, seguindo as recomendações do Serviço de Inspeção Federal (S.I.F.) preconizadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil. Os animais foram atordoados por eletronarcoses (corrente mínima de 1,25 amperes), utilizando equipamento adequado (Dal Pino, Santo André, SP, Brasil), seguido de sangramento pela seção das veias jugulares e das artérias carótidas, após o que foram esfolados e eviscerados.

Após o abate, as carcaças foram colocadas em câmara fria (4° C) por 24 h e posteriormente seccionadas ao meio utilizando uma serra elétrica (Ki Junta®, São Paulo, Brasil), sendo a metade esquerda da carcaça subdividida em cinco regiões anatômicas (paleta, pescoço, pernil, costela e lombo), as quais foram pesadas individualmente para obter o peso de cada corte, assim como as porcentagens que eles representavam em relação aos cortes comerciais. Após a pesagem, todo o *Longissimus lumborum*, esquerdo e direito, foi dissecado, embalado, identificado e armazenado em freezer (-20° C) para a determinação da composição físico-química, análise do perfil de ácidos graxos e avaliação dos atributos sensoriais.

Composição físico-química do músculo *Longissimus lumborum*

Para a mensuração da composição química da carne, amostras de aproximadamente 80g do músculo *Longissimus lumborum* isento de cobertura de gordura foram moídas em multiprocessador para obtenção de uma massa cárnea homogênea, em seguida, a composição química foi determinada por meio de análise proximal de infravermelho (AOAC, 2012) utilizando o aparelho FoodScan™ (FOSS, Hillerød, Dinamarca).

O valor médio do pH foi obtido por mensuração (triplicata) no músculo *Longissimus lumborum* 24 h após o abate utilizando um medidor de pH Mettler M1120x (Mettler, Toledo International Inc., Columbus, USA), seguindo os procedimentos descritos pela AOAC (2000).

A avaliação da coloração da carne foi realizada após a oxigenação da mioglobina por exposição do corte cárneo a atmosfera por 30 min (CAÑEQUE e SAÑUDO, 2000). A leitura foi realizada em colorímetro Minolta CR-10 (Konica® Minolta, Osaka, Japão),

usando o sistema CIE L*a*b* para determinar o índice de luminosidade (L*), índice de vermelho (a*) e o índice de amarelo (b*). As variáveis L*, a* e b* foram mensuradas em três pontos distintos da superfície do músculo, sendo calculada, posteriormente, a média das triplicatas de cada coordenada por animal (MILTENBURG et al., 1992). O índice de saturação (chroma) foi determinado utilizando os índices de vermelho e amarelo, de acordo com a seguinte fórmula: $\text{chroma} = (a^*2 + b^*2)^{0.5}$ (MACDOUGALL e TAYLOR, 1975).

A determinação da capacidade de retenção de água (CRA) do músculo *Longissimus lumborum* foi realizada cortando o mesmo em cubos de dois gramas, os quais, foram dispostos em papel filtro entre duas placas de acrílico, recebendo carga 10 kg durante 5 minutos (HAMM et al., 1986). Em seguida, as amostras foram pesadas e a CRA foi obtida pela diferença de peso das amostras antes e após a exposição à carga, com valores expressos em porcentagem. A determinação das perdas por cocção (PPC) foi realizada de acordo com as recomendações da American Meat Science Association (AMSA, 2015), com avaliações realizadas em utilizando duas amostras, previamente pesadas de 2,5 cm de espessura, livre de gordura subcutânea. As amostras foram cozidas em grill (George Foreman Jumbo Grill GBZ6BW, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) com auxílio de um termopar de aço inoxidável (Gulterm 700; Gulton do Brasil) inserido no centro geométrico de cada amostra para monitorar a temperatura interna de cada bife, até que a mesma atingisse 71°C. Posteriormente, os bifes foram removidos do grill e expostos à temperatura ambiente até estabilização da temperatura e pesados novamente. Por fim, as PPC de cada amostra foram obtidas pela diferença de peso das amostras antes e após o cozimento, com valores expressos em porcentagem. Para determinação da força de cisalhamento, três cilindros de 1,27 cm de diâmetro e 2,0 cm de comprimento, foram inseridos perpendicularmente às fibras musculares da carne cozida para obtenção das amostras. A análise foi realizada utilizando um analisador de textura (Texture Analyzer TX-TX2; Mecmesin, Nevada, Estados Unidos) à uma velocidade de corte de 20 cm/min usando de lâmina de cisalhamento tipo Warner-Bratzler, seguindo a metodologia proposta por Shackelford et al. (1999).

Composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum*

Os ácidos graxos das dietas experimentais e do músculo *Longissimus lumborum* foram extraídos de acordo com o método de Hartmam e Lago (1973) e transmetilados simultaneamente com hexano e uma mistura de metanol/cloreto de acetila (20:1 v/v). As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo gasoso (GC Finnigan Focus, Varian, CA, EUA) com detector de ionização de chama e coluna capilar (SLB-ILL111, 100m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme, Sigma-Aldrich). Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 2,0mL/min. O programa de temperatura do forno inicial foi ajustado para 70 °C, permanecendo nesta temperatura por 4 minutos, posteriormente a temperatura foi elevada progressivamente (13 °C/min) até atingir 150 °C, mantendo nessa temperatura por 39 minutos, por fim, elevou-se novamente a temperatura de maneira progressiva (10 °C/min) até atingir 215 °C e permanecendo por 10 minutos, totalizando 65 minutos por amostra analisada. Durante a análise, a temperatura do vaporizador foi mantida em 250 °C e a do detector em 300 °C.

Amostras do extrato esterificado e do padrão foram injetadas no cromatógrafo, juntamente com um padrão interno (Crotonic Acid, SIGMA-ALDRICH, St. United States). Os AGME's foram identificados por uma comparação dos tempos de retenção do AGME com os respectivos padrões (FAME Mix, C4-C24, SIGMA-ALDRICH, St. Louis, EUA). Para a quantificação dos AGME's, foi gerado um fator de resposta para cada ácido graxo baseado na amostra, no padrão, e no fator de resposta de cada ácido graxo foi obtido. Os resultados foram quantificados normalizando as áreas dos ésteres metílicos, com resultados expressos como g/100 g AGME.

A partir do perfil dos ácidos graxos identificados foi calculado o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos ômega 6 (n-6), ácidos graxos ômega 3 (n-3) e definidas as relações AGPI:AGS, AGPI:AGM, AGM:AGS e n-6:n-3.

Com o intuito de avaliar a qualidade nutricional do perfil lipídico do músculo *Longissimus lumborum*, o índice de aterogenicidade foi calculado de acordo com Ulbricht e Southgate (1991), utilizando a seguinte equação:

$$IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma AGMI + \Sigma n6 + \Sigma n3)$$

A relação dos ácidos graxos hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico (h:H) foi determinada conforme recomendações de Arruda et al. (2012) e para ácidos graxos desejáveis segundo Rhee (1992), utilizando as seguintes equações:

$$h/H = C18:1 \text{ cis-9} + C18:2 \text{ n-6} / (C14:0 + 16:0)$$

$$AG \text{ desejáveis} = AGMI + AGPI + C18:0$$

O índice de atividade das enzimas elongase e $\Delta 9$ -dessaturase em ácidos graxos com 16 e 18 carbonos, foram determinadas utilizando a metodologia proposta por Smet et al., (2004) e utilizando as seguintes equações:

$$\text{Elongase} = [(C18:0 + C18:1 \text{ cis9}) / (C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1 \text{ cis9})] \times 100$$

$$\Delta 9\text{-dessaturase C16} = [C16:1 \text{ cis9} / (C16:0 + C16:1)] \times 100$$

$$\Delta 9\text{-dessaturase C18} = [C18:1 \text{ cis9} / (C18:0 + C18:1 \text{ cis9})] \times 100$$

Atributos sensoriais do músculo *Longissimus lumborum*

Os atributos sensoriais do músculo *Longissimus lumborum* foram avaliadas utilizando o método afetivo em escala hedônica estruturado de nove pontos (1, desgostei muitíssimo a 9, gostei muitíssimo), por meio de um painel de 83 consumidores não treinados (AMSA, 2015). As amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram acomodadas em grelha elétrica (George Foreman Jumbo Grill GBZ6BW, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e cozidas até que a temperatura do centro geométrico atingisse 71°C. Após o cozimento, fragmentos do músculo *Longissimus lumborum* foram cortados em cubos de 2cm², agrupados por tratamentos, codificados e transferidos para banho-maria (75°C) recobertos com folha de alumínio para mantê-los aquecidos e evitar a perda de compostos aromáticos voláteis até a realização das análises sensoriais.

Os testes foram realizados entre as 09:00 e às 11:00 h, e os consumidores foram alocados em cubículos individuais montados em sala apropriada localizada na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil. No ato da avaliação sensorial, duas amostras por tratamento, sem condimento adicional, foram fornecidas a cada provador em recipientes plásticos com tampas codificadas, ao mesmo tempo, os provadores receberam água e biscoitos do tipo cracker para consumo entre degustações para remover o sabor residual. Os painéis de consumidores avaliaram os seguintes parâmetros: sabor, maciez, suculência, sabor caprino, odor caprino e aceitação global.

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e o seguinte modelo foi utilizado:

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

Onde: Y_{ij} = valor observado; μ = média geral; s_i = efeito do nível de TC oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* (0 ou controle; 16, 32 e 48 g/kg de MS, respectivamente); e e_{ij} = efeito do erro experimental.

O comando PROC MIXED do software SAS 9.1® foi utilizado para determinar a relação entre a taxa de inclusão e cada parâmetro avaliado, um contraste polinomial foi usado para determinar os efeitos linear e quadrático dos tratamentos, peso inicial foi utilizado no modelo estatístico como covariável quando significativo. Para a análise sensorial, antes de utilizar o PROC MIXED, utilizou-se o comando "HOVTEST" aplicar o teste LEVENE e verificou-se que as variáveis apresentaram homogeneidade de variancia. Significância foi declarada quando $P < 0.05$ e tendência quando $0,05 \leq P \leq 0,10$.

RESULTADOS

Cortes comerciais

A inclusão de extrato de *Acacia mearnsii* na dieta de cabritos resultou em efeito quadrático sobre o peso da paleta ($P < 0,01$), pescoço ($P = 0,04$), costela ($P = 0,04$), assim como tendência de aumento para o peso de pernil ($P = 0,07$) com os respectivos pesos máximo em 1,97, 2,32, 1,86 e 1,95 g/kg MS de extrato, mas sem efeito sobre o peso do lombo ($P = 0,62$). Em relação ao rendimento dos cortes comerciais, com exceção do lombo ($P < 0,01$) que apresentou ponto de mínimo rendimento em 2,22 do g/kg MS de extrato, os rendimentos dos demais cortes não foram influenciados pelos taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii*.

Tabela 3 - Cortes comerciais de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

Item	Extrato de <i>Acacia mearnsii</i> ^b				EPM ^b	<i>P</i> -valor ^c	
	(g/kg MS)					Linear	Quadrático
	0	16	32	48			
	Peso (kg)						
Paleta	1,56	1,68	1,63	1,43	0,05	0,05	<0,01
Pescoço	0,59	0,58	0,66	0,55	0,02	0,81	0,04
Pernil	2,22	2,32	2,29	2,07	0,08	0,24	0,07
Costela	1,60	1,79	1,62	1,46	0,08	0,11	0,04
Lombo	0,21	0,20	0,20	0,20	0,01	0,56	0,62
	Rendimento (g/100g de carcaça)						
Paleta	25,3	25,7	25,4	25,0	0,50	0,67	0,40
Pescoço	9,61	8,97	10,3	9,71	0,47	0,44	0,96
Pernil	35,9	35,2	35,9	36,3	0,42	0,36	0,21
Costela	25,8	27,1	25,3	25,5	0,68	0,34	0,44
Lombo	3,39	3,04	3,10	3,51	0,12	0,42	<0,01

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bEPM = erro padrão da média

^cSignificância em $P < 0,05$ e tendência em $\leq 0,05 P \leq 0,10$

Composição físico-química

A inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* não influenciou o percentual de umidade ($P = 0,39$), nem as concentrações de matéria mineral ($P = 0,87$), proteína ($P = 0,90$) e lipídios ($P = 0,38$) da carne dos cabritos. Do mesmo modo, não verificou-se efeitos dos taninos condensados sobre os valores de pH ($P = 0,68$), coordenadas a^* ($P = 0,58$) e b^* ($P = 0,30$), assim como o chroma ($P = 1,00$), no entanto, observou-se redução quadrática sobre a luminosidade da carne ($P = 0,03$) quando incluído 18,6 g/kg de MS do extrato de *Acacia mearnsii*.

Tabela 4 - Composição físico-química do músculo *longissimus lumborum* de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

Item	Extrato de <i>Acacia mearnsii</i> ^b				EPM ^b	<i>P</i> -valor ^c	
	(g/kg MS)					Linear	Quadrático
	0	16	32	48			
Umidade	73,0	73,2	72,8	72,6	0,34	0,39	0,63
Matéria mineral	2,62	2,77	2,69	2,61	0,13	0,87	0,37
Proteína	21,7	22,3	21,8	21,8	0,19	0,90	0,11
Lipídeos totais	2,46	2,32	2,54	2,95	0,4	0,38	0,51
pH	6,10	6,08	6,10	6,05	0,08	0,68	0,86
L	47,0	46,7	46,1	48,6	0,86	0,10	0,03
a	24,1	23,8	23,9	23,8	0,31	0,58	0,75
b	7,11	7,18	7,02	7,61	0,27	0,30	0,36
Chroma	25,2	24,8	24,9	25,1	0,37	1,00	0,46
CRA ^d , %	79,1	81,4	80,1	80,9	1,12	0,17	0,51
PPC ^e , %	23,3	17,8	19,9	18,8	1,85	0,19	0,25
FC ^f , kgf/cm ²	2,83	3,17	2,79	3,36	0,23	0,27	0,63
Colageno, %	1,74	1,63	1,65	1,37	0,33	0,03	0,47

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bEPM = erro padrão da media

^cSignificancia em $P < 0,05$ e tendencia em $\leq 0,05 P \leq 0,10$.

^dCRA = capacidade de retenção de água.

^ePPC = perdas por cocção

^fFC = força de cisalhamento

Não foi verificado efeito da inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* sobre a CRA ($P = 0,17$), PPC ($P = 0,19$) e FC ($P = 0,27$) da carne, por outro lado, reduziu o percentual de colágeno ($P = 0,03$) do músculo *Longissimus lumborum* dos cabritos.

Perfil de ácidos graxos

A composição dos ácidos graxos do músculo *longissimus lumborum* de cabritos mestiços Boer em terminação alimentados com taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* não alterou as concentrações ($P > 0,05$) dos AGS's C6:0, C8:0, C14:0, C15:0, C17:0 e C20:0, mas tendeu a elevar as do C12:0 ($P = 0,07$), C16:0 ($P = 0,05$) e C18:0 ($P = 0,05$).

Tabela 5 - Composição de ácidos graxos (g/100 g AGME) do músculo *Longissimus lumborum* de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

(Continua)

Item	Extrato de <i>Acacia mearnsii</i> ^b (g/kg MS)				EPM ^b	P-valor ^c	
	0	16	32	48		Linear	Quadrático
Ácidos graxos saturados							
C12:0	0,05	0,04	0,07	0,06	0,01	0,07	0,77
C14:0	1,23	1,16	1,45	1,31	0,13	0,34	0,78
C15:0	0,22	0,23	0,25	0,23	0,02	0,69	0,37
C16:0	17,7	18,6	19,6	18,7	0,43	0,05	0,04
C17:0	0,92	0,82	0,84	0,80	0,05	0,12	0,60
C18:0	13,4	15,8	15,0	14,4	0,72	0,05	0,05
Ácidos graxos monoinsaturados							
C14:1 <i>cis</i> -9	0,07	0,05	0,08	0,07	0,01	0,96	0,45
C16:1 <i>cis</i> -9	2,11	1,88	2,00	1,94	0,10	0,41	0,47
C17:1	0,93	0,71	0,74	0,69	0,04	<0,01	0,07
C18:1 <i>trans</i>	1,56	1,86	1,60	1,52	0,22	0,69	0,42
C18:1 <i>cis</i> -9	51,8	48,2	48,5	46,1	1,21	0,02	0,21
C18:1 <i>cis</i> -11	1,51	1,43	1,40	1,41	0,05	0,17	0,42
Ácidos graxos poli-insaturados							
C18:2 n-6	3,82	5,05	4,05	6,41	0,66	0,04	0,40
C18:3 n-3	0,23	0,29	0,27	0,39	0,34	0,01	0,37
CLA ^d	0,61	0,55	0,50	0,54	0,68	0,43	0,47

Tabela 5 - Composição de ácidos graxos (g/100 g AGME) do músculo *Longissimus lumborum* de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

Item	Extrato de <i>Acácia mearnsii</i> ^b				EPM ^b	P-valor ^c	
	(g/kg MS)					Linear	Quadrático
	0	16	32	48			
C20:5 n-3	0,20	0,22	0,16	0,22	0,05	0,95	0,73
C22:5	0,39	0,46	0,30	0,62	0,12	0,32	0,32
C22:6 n-3	0,04	0,04	0,04	0,05	0,01	0,52	0,25
Somatórios e razões							
AGS	34,3	37,4	37,7	36,3	0,70	0,04	<0,01
AGM	58,3	53,5	55,6	52,1	1,50	0,03	0,67
AGP	7,33	9,06	6,21	11,4	1,60	0,20	0,29
AGPI/AGS	0,21	0,25	0,16	0,32	0,05	0,28	0,18
AGPI/AGMI	0,13	0,18	0,11	0,22	0,04	0,21	0,49
AGMI/AGS	1,70	1,43	1,46	1,44	0,05	<0,01	0,02
Σ n-6	5,85	7,49	4,93	9,56	1,44	0,20	0,31
Σ n-3	0,47	0,54	0,47	0,61	0,07	0,28	0,63
n-6/n-3	12,8	12,8	11,5	15,9	1,90	0,35	0,26
Parâmetros nutracêuticos							
AG desejáveis	79,1	78,3	76,9	77,8	0,57	0,06	0,14
IA	0,35	0,38	0,41	0,39	0,88	0,06	0,07
h/H	2,90	2,49	2,39	2,57	0,10	0,03	0,01
Atividade enzimática							
Δ9-desaturase c:16	10,61	9,20	9,24	9,43	0,38	0,06	0,05
Δ9-desaturase c:18	79,5	74,5	76,4	76,3	1,03	0,01	0,03
Elongase	0,77	0,75	0,75	0,75	0,01	0,04	0,42

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bEPM = erro padrão da média

^cSignificância em $P < 0,05$ e tendência em $\leq 0,05 P \leq 0,10$

^dCLA = Ácido linoleico conjugado (C18:2 *cis*-9, *trans*-11)

Em relação aos AGMI, a inclusão de taninos condensados reduziu ($P < 0,05$) apenas as concentrações do C17:1 e C18:1 *cis* 9. No que diz respeito aos AGPI's houve aumento do C18:2 *cis*-9, *cis*-12 ($P = 0,04$) e C18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 ($P = 0,01$); os demais AGPI's não foram alterados ($P > 0,05$).

Houve aumento do somatório do AGS ($P = 0,04$) e redução do somatório dos AGMI ($P = 0,03$) e da razão AGMI:AGS ($P = < 0,01$); os demais somatórios e razões não foram alterados ($P > 0,05$) pela inclusão dos taninos condensados. O h:H ($P = 0,03$), a atividade da delta9 c:18 ($P = 0,01$) e da elongase ($P = 0,04$) reduziram inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii*, houve também uma tendência de redução do AG desejáveis ($P = 0,06$) e da atividade delta9 c:16 ($P = 0,06$), por outro lado, houve uma tendência de aumento do IA ($P = 0,06$) quando os taninos condensados foram incluídos.

Atributos sensoriais da carne

A inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* promoveu elevação sobre a percepção de maciez da carne ($P = 0,02$) o que tendeu a aumentar a aceitação global da carne ($P = 0,10$), no entanto, não houve efeito dos taninos condensados sobre o sabor ($P = 0,12$), suculência ($P = 0,38$), sabor caprino ($P = 0,37$) e odor caprino ($P = 0,68$).

Tabela 6- Características sensoriais do músculo *longissimus lumborum* de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

(Continua)

Item ^a	Extrato de <i>Acacia mearnsii</i> ^b				EPM ^c	P-valor ^d	
	(g/kg MS)					Linear	Quadrático
	0	16	32	48			
Sabor	6,74	6,53	6,74	7,10	1,56	0,12	0,12
Maciez	6,97	6,45	7,19	7,39	1,62	0,02	0,05
Suculência	6,61	6,39	6,65	6,77	1,51	0,38	0,36
Sabor caprino	6,61	6,56	6,83	6,79	1,41	0,37	0,98

Tabela 6- Características sensoriais do músculo *longissimus lumborum* de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

(Continua)

Item ^a	Extrato de <i>Acacia mearnsii</i> ^b				EPM ^c	P-valor ^d	
	(g/kg MS)					Linear	Quadrático
	0	16	32	48			
Odor caprino	7,00	6,72	6,85	7,08	1,39	0,68	0,23
Aceitação global	6,81	6,48	6,96	7,08	1,65	0,10	0,20

^aEscala hedônica de avaliação sensorial (1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo)

^bTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^cEPM = erro padrão da média

^dSignificância em $P < 0,05$ e tendência em $0,05 > P \geq 0,10$.

DISCUSSÃO

A inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* resultou em maior ganho de peso total quando incluído em 23,2 g/kg de MS do extrato (CAPITULO 1; TABELA 4), proporcionando, conseqüentemente, maior peso dos cortes comerciais, sendo tais resultados obtidos quando os taninos condensados foram incluídos em níveis próximos de 20,0 g/kg de MS do extrato.

O aumento do peso dos cortes comerciais observados nesses níveis pode estar relacionado ao melhor uso da proteína da dieta (THEODORIDOU et al., 2010), bem como ao aumento da eficiência e da produção da proteína microbiana (CAPITULO 1; TABELA 7), uma vez que, segundo Hackmann e Firkins (2015), maximizar a eficiência da produção microbiana aumentaria conseqüentemente a produtividade animal. A formação de complexos resistentes à digestão entre tanino e proteína pode resultar em redução da proteólise ruminal, favorecer o fluxo de proteína para o duodeno (ABOAGYE et al., 2018), que juntamente com a proteína microbiana aumentaria a quantidade de compostos nitrogenados metabolizáveis para a síntese proteica (MAKKAR, 2003). Ao mesmo tempo, a presença de CT oriundo do extrato de *Acacia mearnsii* pode reduzir as perdas energéticas por metanogênese (MOLINA-BOTERO et al., 2019) e excreção de uréia (GRAINGER et al., 2009), resultando em melhoria na quantidade de energia retida.

Dessa forma, o aumento do fluxo de proteínas metabolizáveis, juntamente com a maior retenção de energia provavelmente promoveu o anabolismo das proteínas musculares, culminando em cortes comerciais mais pesados. Em contrapartida, quando incluído em níveis elevados pode reduzir o consumo e a digestibilidade da matéria seca, ocasionado efeitos deletérios sobre a produtividade animal (GARCIA et al., 2017).

Em relação ao menor rendimento do lombo quando os animais foram alimentados com 2,22 g/kg de MS do extrato de *Acacia mearnsii*, tal fato não indica que a inclusão dos taninos condensados prejudica o seu rendimento, mas na verdade, apenas mostra que em decorrência da maior produtividade dos demais cortes a sua participação na constituição da carcaça foi menor. Ressalta-se também que quando comparado aos demais cortes o desenvolvimento do lombo é mais tardio.

O pH final da carne depende das reservas de glicogênio no músculo e dos processos de acidificação que ocorrem na transformação do músculo em carne (OLIVEIRA et al., 2015). Normalmente, quando comparado com outras espécies, como ovinos e bovinos, o pH final em caprinos é maior em decorrência da maior reatividade da espécie (WEBB, 2014). Por consequência do maior pH final, a carne caprina apresenta maior capacidade de retenção de água, menores perdas por cocção e são mais suculentas. No presente estudo, o pH final não foi afetado pela inclusão dos TC oriundos do *Acacia mearnsii*, apresentando valor médio de 6,08, que se encontra dentro da variação 5,7 a 6,8 geralmente apresentada na espécie caprina (WEBB et al., 2005).

A valor do pH final afeta as características qualitativas da carne (OLIVEIRA et al., 2017), mas em decorrência da similaridade do pH nas dietas com e sem taninos condensados não foi verificada diferenças nas PPC e CRA. A cor, outro parâmetro que pode ser influenciado pelo pH final, é um importante aspecto no critério de seleção por parte dos consumidores, mas apesar da similaridade do pH entre os tratamentos, a luminosidade da carne apresentou efeito quadrático com ponto de menor luminosidade quando o tanino foi incluído em 18,6 g/kg de MS do extrato de *Acacia mearnsii*, indicando possibilidade de efeito direto dos taninos sobre esta variável. Entretanto, os efeitos dos taninos condensados sobre a luminosidade da carne são pouco conhecidos (RIVAROLI et al., 2019), mas apesar do efeito observado sobre a luminosidade da carne, está ainda permaneceu dentro do padrão apresentado em carne de caprinos (YALCINTAN, et al., 2018).

É amplamente aceito que o perfil dos ácidos graxos na carne são fatores importantes na avaliação da qualidade nutricional desse produto. Nesse sentido, o entendimento da biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos ingeridos, assim como a concentração de ácidos graxos que são absorvidos e transportados para os tecidos, são de suma importância para compreensão do metabolismo lipídico e a qualidade da carne de ruminantes (LADEIRA et al., 2016). O processo de biohidrogenação ruminal é caracterizado por reações bioquímicas, pelas quais ácidos graxos insaturados, principalmente C18:2 *cis*-9, *cis*-12 e C18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15, são isomerizados e posteriormente saturados progressivamente por bactérias ruminais, majoritariamente gram-positivas, obtendo ácido esteárico como produto final (SANTOS-SILVA et al., 2019). Os taninos condensados têm sido inseridos em dietas para ruminantes como uma ferramenta capaz de comprometer a biohidrogenação ruminal por redução da população bacteriana envolvida neste processo, e, por consequência, favoreceria maior fluxo de C18:2 *cis*-9, *cis*-12 e C18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 (GESTEIRA et al., 2019; VASTA et al., 2019).

Nessa perspectiva, é possível inferir que no presente trabalho os taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* foram eficientes em reduzir o processo de biohidrogenação, pois o percentual de C18:2 *cis*-9, *cis*-12 e C18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 no músculo *longissimus lumborum* dos animais alimentados com 48 g/kg de MS aumentaram 67,8 e 69,6%, respectivamente, em relação à dieta sem taninos condensados. Geralmente o aumento das concentrações dos ácidos graxos poli-insaturados são considerados benéficos para a saúde do consumidor (SAINI e KEUM, 2018; SCHULZ et al., 2018), com destaque para os para os ácidos graxos ômega 3, pois o consumo desses ácidos graxos proporciona melhoria da saúde e reduz os riscos de doenças cardiovasculares (SHAHIDI e AMBIGAIPALAN, 2018).

À vista de que os TC oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* provavelmente tenha comprometido o processo de biohidrogenação ruminal, seria razoável que as concentrações de C18:0 no músculo *Longissimus lumborum* dos animais que receberam TC se apresentassem em menores concentrações, contudo, as concentrações do mesmo se elevaram com a inclusão dos taninos. No entanto, é importante ressaltar que além do processo de biohidrogenação, a composição dos ácidos graxos presentes na carne de

animais ruminantes também pode ser modificada por fatores de transcrição responsáveis pela expressão dos genes envolvidos no metabolismo lipídico (LADEIRA et al., 2018).

Nessa perspectiva, Ikarashi et al. (2011) informam que na presença de TC oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* ocorre redução da expressão genica das proteínas de ligação do elemento de regulação do esterol (SREBP-1c), no qual é responsável por regular positivamente a expressão de genes envolvidos no processo de alongamento dos ácidos graxos (BAE et al., 2016). Assim, é possível deduzir que a menor atividade da elongase verificada nas dietas com taninos condensados seja resultado de uma provável redução na expressão da SREBP-1c. Logo, a redução da atividade da elongase justifica o aumento das concentrações de C16:0 no músculo *longissimus lumborum* dos animais alimentados com taninos condensados, visto que essa enzima atua adicionando dois átomos de carbonos ao ácido palmítico originando C18:0 (CANSANÇÃO et al., 2018), fato este, que também deveria resultar em redução das concentrações de C18:0. Além do possível efeito da menor expressão da SREBP-1c sobre os níveis do C16:0 no músculo *longissimus lumborum* dos cabritos, é possível que, apesar da similaridade do perfil de ácidos graxos das dietas, os animais alimentados com taninos condensados em decorrência do maior consumo de feno por atividade seletiva tenham consumido maior quantidade de C16:0, (CAPITULO 1; TABELA 6), pois no feno as concentrações desse ácido graxo no feno foi de 40,2 g/100 g AGME.

Em relação a tendência de aumento observada para as maiores concentrações de C18:0 é provável que esteja correlacionada há uma menor expressão genica da enzima Δ^9 -dessaturase, pois as maiores concentrações de AGPI's podem inibir a expressão de enzimas lipogênicas, incluindo a Δ^9 -dessaturase (SAMPATH e NTAMBI, 2005), ocasionando, conseqüentemente, menor atividade da mesma. Resultados semelhantes também foram verificicos por Gesteira et al. (2019) ao incluir taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* na dieta de bovinos em terminação. De modo contrário, Vasta et al. (2009) e Francisco et al. (2016) destacam que animais alimentados com taninos condensados apresentam maior expressão genica da enzima Δ^9 -dessaturase, no entanto, é provável que a intensidade do efeito inibitório dos AGPI's seja maior do que o efeito estimulatório dos taninos condensados da expressão genica da enzima Δ^9 -dessaturase. Ao mesmo tempo, a menor dessaturação do ácido C17:0 e C18:0, por redução da menor atividade da enzima Δ^9 -dessaturase, justifica as menores

concentrações do C17:1 e C18:1 *cis*-9, uma vez que essa enzima é essencial para síntese de ácidos graxos monoinsaturados (GU et al., 2019).

A redução das concentrações de AGMI's, principalmente pela redução dos teores de C18:1 *cis*-9 não é favorável para a saúde humana, pois esse ácido graxo é considerado antiaterogênico, dado que atua reduzindo os níveis de LDL e concomitantemente, aumentando os níveis de HDL no sangue (GHOBADI et al., 2018), além da redução dos riscos de doenças cardíacas, consumo de C18:1 *cis*-9 também resulta em redução do risco de desenvolvimento da diabetes tipo 2 (VISIOLI et al., 2018). Além de reduzir as concentrações de um ácido graxo potencialmente benéfico para a saúde humana, a redução na atividade enzimática Δ^9 -desaturase resulta em maiores concentrações de AGS's. Nas últimas décadas, a orientação alimentar defendeu a redução do consumo de AGS's, entretanto, seus efeitos sobre a saúde humana ainda permanecem inconclusivos, pois benefícios com a redução do consumo de AGS's só são obtidos quando os mesmos são substituídos por AGMI's e AGPI's; e quando são substituídos por carboidratos refinados o risco de doença cardíaca permanece o mesmo (FOROUHI et al., 2018).

Apesar das incertezas acerca do consumo de AGS's totais sobre a saúde humana, é importante ressaltar que aproximadamente 50% do aumento dos AGS's é fruto das maiores concentrações do C18:0, e, de acordo com Gómez-Cortés et al. (2018), evidências indicam que este ácido seria benéfico, ou pelo menos neutro, na prevenção de doenças cardiovasculares. Em contrapartida, os restantes dos AGS's estão principalmente ligados principalmente ao aumento das concentrações do C16:0, no qual é considerado hipercolesterolêmico (SANTOS et al., 2019), fato este que culminou na redução da relação h/H.

Apesar de Legrand e Rioux (2015) destacarem que apenas o consumo em excesso de C16:0, ou seja, maior do que 8 a 10% dos requerimentos diários de energia, elevaria o risco de hipercolesterolemia e doenças cardiovasculares, o efeito associado da redução dos AGMI's, juntamente com a elevação das concentrações do C16:0 quando animais foram alimentados com dietas contendo TC oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* tendeu a aumentar o índice de aterogenicidade, que relaciona os ácidos pró e antiaterogênico e indica a possibilidade de agregação plaquetária (ROSSI et al., 2016). Por fim, apesar do aumento das concentrações do C18:0, assim como dos ácidos poli-

insaturados, C18:2 *cis*-9, *cis*-12 e C18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15, as concentrações de AG desejáveis apresentaram tendência de redução na carne dos cabritos alimentados com dietas contendo TC oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*, pois a magnitude da redução dos AGI's foi maior.

Além da coloração e do perfil de ácidos graxos presentes na carne, as características sensoriais também são importantes para a sua aceitabilidade geral da carne. A carne dos animais alimentados com dietas contendo taninos TC oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* apresentaram uma tendência de maior aceitação global, provavelmente em decorrência da maior percepção de maciez da carne dos animais alimentados com taninos condensados, pois, segundo Dominguez-Hernandez et al. (2018) a maciez da carne é considerada um dos principais atributos de qualidade que determina a aceitabilidade do consumidor. É importante destacar que nem sempre os resultados da avaliação sensorial são consistentes com os achados das propriedades físico-químicas (Lee et al., 2018), haja vista que no presente trabalho a força de cisalhamento usando lamina Warner-Bratzler não diferiu entre os tratamentos, pois os valores encontrados usando lamina Warner-Bratzler não refletem bem as diferenças na tenacidade do tecido conjuntivo (PURSLOW, 2018), além disso, a avaliação dos provadores sobre a maciez da carne é subjetiva ao gosto pessoal (LUO et al., 2018).

É provável que a maior percepção de maciez na carne dos animais alimentados com dietas contendo taninos condensados esteja associada ao menor teor de colágeno no musculo desses animais, pois, de modo geral, a maciez da carne apresenta correlação negativa com o teor de colágeno (SACCÀ et al., 2019). A redução nas concentrações de colágenos nos animais alimentados com taninos condensados pode estar relacionada a disponibilidade de prolina, pois este aminoácido é um componente necessário para a síntese colágeno (HARADA et al., 2019). Tem sido reportado que caprinos alimentados com taninos condensados aumentam a secreção salivar de prolina com intuito de atenuar os efeitos adstringentes dos taninos (VENTURA-CORDERO et al., 2017), dessa forma, é possível que tenha ocorrido maior direcionamento da prolina para a saliva, resultando em redução na disponibilidade deste aminoácido para a síntese de colágeno. Além da prolina, outro composto necessário para a síntese de colágeno é o cobre (GOFF et al., 2018), e os taninos condensados podem complexar com o cobre reduzindo a sua absorção

e ocasionando, conseqüentemente, redução na síntese de colágeno. Dessa forma, é possível inferir que o efeito associado da redução da disponibilidade de prolina e cobre, tenha resultado em menores concentrações de colágeno e, conseqüentemente, maior maciez, bem como tendência de maior aceitação global da carne dos animais alimentados com dietas contendo TC oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

CONCLUSÕES

A inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* em até 20,0 g/kg de MS é recomendada nas dietas de cabritos, se o objetivo for o aumento do peso dos cortes comerciais, em razão do aumento dos cortes comerciais da carcaça. Contudo, se o objetivo for a melhoria da qualidade da carne, a inclusão de taninos não é recomendada, pois não melhora o perfil de ácidos graxos da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, M. A. M.; FARGHALY, M. M.; YOUSSEF, I. M. I. Effect of feeding *Acacia nilotica* pods to sheep on nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal protozoa and rumen enzymes activity. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 3, p. 662-669, 2018.

SAS Institute. **SAS Systems for Windows**, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 2003.

MKHIZE, N. R.; HEITKÖNIG, I. M. A.; SCOGINGS, P. F.; DZIBA, L. E.; PRINS, H. H. T.; DE BOER, W. F. Effects of condensed tannins on live weight, faecal nitrogen and blood metabolites of free-ranging female goats in a semi-arid African savanna. **Small ruminant research**, v. 166, p. 28-34, 2018.

ABOAGYE, I. A., OBA, M., CASTILLO, A. R., KOENIG, K. M., IWAASA, A. D., & BEAUCHEMIN, K. A. Effects of hydrolyzable tannin with or without condensed tannin on methane emissions, nitrogen use, and performance of beef cattle fed a high-forage diet. **Journal of animal science**, v. 96, n. 12, p. 5276-5286, 2018.

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. American Meat Science Association 2nd edition (version 1.0). 2015.

AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, VA, USA. 2000.

AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD, USA. 2012.

ARRUDA, P. C. L., PEREIRA, E. S., PIMENTEL, P. G., BOMFIM, M. A. D., MIZUBUTI, I. Y., DE AZAMBUJA RIBEIRO, E. L., FONTENELE, R.M. REGADAS FILHO, J.G.L. Fatty acids profile in *Longissimus dorsi* of Santa Ines lambs fed with different energy levels. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.

BAE, J. S., OH, A. R., LEE, H. J., AHN, Y. H., & CHA, J. Y. Hepatic Elovl6 gene expression is regulated by the synergistic action of ChREBP and SREBP-1c. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 478, n. 3, p. 1060-1066, 2016.

CAÑEQUE, V., SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes** (No. Q04 INIA 17174). Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid (España). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).2000.

CANSANÇÃO, K., MONTEIRO, L.S., LEITE, N.C., DÁVALOS, A., CARMO, M.T., PERES, W.A.F. Advanced liver fibrosis is independently associated with palmitic acid and insulin levels in patients with non-alcoholic fatty liver disease. **Nutrients**, v. 10, n. 11, p. 1586, 2018.

DARCAN, N. K.; SILANIKOVE, N. The advantages of goats for future adaptation to Climate Change: A conceptual overview. **Small ruminant research**, v. 163, p. 34-38, 2018.

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

DOMINGUEZ-HERNANDEZ, E., SALASEVICIENE, A., & ERTBJERG, P. Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. **Meat science**, v. 143, p. 104-113, 2018.

FOROUHI, N. G.; KRAUSS, R. M.; TAUBES, G.; WILLETT, W. Dietary fat and cardiometabolic health: evidence, controversies, and consensus for guidance. **Bmj**, v. 361, p. k2139, 2018.

FRANCISCO, A., ALVES, S. P., PORTUGAL, P. V., PIRES, V. M. R., DENTINHO, M. T., ALFAIA, C. M., JERÓNIMO, J.A.M., PRATES, J.S.S. BESSA, R. J. B. Effect of feeding lambs with a tanniferous shrub (rockrose) and a vegetable oil blend on fatty acid composition of meat lipids. **animal**, v. 10, n. 12, p. 2061-2073, 2016.

GARCÍA, E. M., CHERRY, N., LAMBERT, B. D., MUIR, J. P., NAZARENO, M. A., & ARROQUY, J. I. Exploring the biological activity of condensed tannins and nutritional value of tree and shrub leaves from native species of the Argentinean Dry Chaco. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 97, n. 14, p. 5021-5027, 2017.

GRAINGER, C., CLARKE, T., AULDIST, M. J., BEAUCHEMIN, K. A., MCGINN, S. M., WAGHORN, G. C., ECKARD, R. J. 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, n. 2, p. 241-251, 2009.

HACKMANN, T. J., FIRKINS, J. L. Maximizing efficiency of rumen microbial protein production. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 465, 2015.

GARCÍA, E. M., LÓPEZ, A., ZIMERMAN, M., HERNÁNDEZ, O., ARROQUY, J. I., & NAZARENO, M. A. Enhanced oxidative stability of meat by including tannin-rich leaves of woody plants in goat diet. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 2019.

GESTEIRA, S. M., OLIVEIRA, R. L., DA SILVA TRAJANO, J., RIBEIRO, C. V. D. M., COSTA, E.I.S., RIBEIRO, R. D. X., PEREIRA, E.S., BEZERRA, L. R. Fatty acid profile, physicochemical composition and sensorial attributes of salted and sun-dried meat from young Nellore bulls supplemented with condensed tannins. **PloS one**, v. 14, n. 4, p. e0216047, 2019.

GHOBADI, S., HASSANZADEH-ROSTAMI, Z., MOHAMMADIAN, F., NIKFETRAT, A., GHASEMIFARD, N., RAEISI DEHKORDI, H., FAGHIH, S. Comparison of blood lipid-lowering effects of olive oil and other plant oils: a systematic review and meta-analysis of 27 randomized placebo-controlled clinical trials. **Critical reviews in food science and nutrition**, p. 1-15, 2018.

GOFF, J. P. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 4, p. 2763-2813, 2018.

GÓMEZ-CORTÉS, P., JUÁREZ, M., & DE LA FUENTE, M. A. Milk fatty acids and potential health benefits: An updated vision. **Trends in food science & technology**, 2018.

GU, M., COSENZA, G., IANNACCONE, M., MACCIOTTA, N. P. P., GUO, Y., DI STASIO, L., PAUCIULLO, A. The single nucleotide polymorphism g. 133A> C in the stearoyl CoA desaturase gene (SCD) promoter affects gene expression and qualitative properties of river buffalo milk. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 1, p. 442-451, 2019.

HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. 1986.

HARADA, D., NAGAMACHI, S., ASO, K., IKEDA, K., TAKAHASHI, Y., FURUSE, M. Oral administration of l-ornithine increases the content of both collagen constituting amino acids and polyamines in mouse skin. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, 2019.

HARTMAN, L., LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory practice**, v. 22, n. 6, p. 475-6 passim, 1973.

IKARASHI, N., TODA, T., OKANIWA, T., ITO, K., OCHIAI, W., SUGIYAMA, K. Anti-obesity and anti-diabetic effects of acacia polyphenol in obese diabetic KKAY mice fed high-fat diet. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, 2011.

KAMEL, H. E., AL-DOBAIB, S. N., & SALEM, A. Z. Dietary supplementation of sunflower oil and quebracho tannins in sheep feeding: In vivo nutrient digestibility, nitrogen utilization and in vitro ruminal degradation kinetics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2019.

LADEIRA, M. M., SCHOONMAKER, J. P., SWANSON, K. C., DUCKETT, S. K., GIONBELLI, M. P., RODRIGUES, L. M., TEIXEIRA, P. D. Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant meat. **animal**, v. 12, n. s2, p. s282-s294, 2018.

LADEIRA, M., SCHOONMAKER, J., GIONBELLI, M., DIAS, J., GIONBELLI, T., CARVALHO, J., TEIXEIRA, P. Nutrigenomics and beef quality: a review about lipogenesis. **International journal of molecular sciences**, v. 17, n. 6, p. 918, 2016.

LEE, J. H.; KANNAN, G.; KOUAKOU, B. Tenderness and flavor of leg cuts from meat goats influenced by calcium chloride injection. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 357-363, 2018.

LEGRAND, P., RIOUX, V. Specific roles of saturated fatty acids: Beyond epidemiological data. **European journal of lipid science and technology**, v. 117, n. 10, p. 1489-1499, 2015.

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

LUO, L., GUO, D., ZHOU, G., & CHEN, K. An investigation on the relationship among marbling features, physiological age and Warner–Bratzler Shear force of steer longissimus dorsi muscle. **Journal of food science and technology**, v. 55, n. 4, p. 1569-1574, 2018.

MACDOUGALL, D. B.; TAYLOR, A. A. Colour retention in fresh meat stored in oxygen—a commercial scale trial. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 10, n. 3, p. 339-347, 1975.

McALLISTER, T. A., WANG, Y., DIARRA, M. S., ALEXANDER, T., & STANFORD, K. Challenges of a one-health approach to the development of alternatives to antibiotics. **Animal Frontiers**, v. 8, n. 2, p. 10-20, 2018.

MILTENBURG, G. A. J., WENSING, T., SMULDERS, F. J. M., BREUKINK, H. J. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p. 2766-2772, 1992.

MOLINA-BOTERO, I. C., MONTOYA-FLORES, M. D., ZAVALA-ESCALANTE, L. M., BARAHONA-ROSALES, R., ARANGO, J., & KU-VERA, J. C. 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. **Journal of animal science**, v. 97, n. 4, p. 1619-1633, 2019.

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA. 2007.

OLIVEIRA, R. L.; PALMIERI, A. D.; CARVALHO, S. T.; LEÃO, A. G.; DE ABREU, C. L.; RIBEIRO, C. V. D. M.; PEREIRA, E. S.; CARVALHO, G. G. P.; BEZERRA, L. R. Commercial cuts and chemical and sensory attributes of meat from crossbred Boer goats fed sunflower cake-based diets. **Animal Science Journal**, v. 86, n. 5, p. 557-562, 2015.

PURSLOW, P. P. Contribution of collagen and connective tissue to cooked meat toughness; some paradigms reviewed. **Meat science**, v. 144, p. 127-134, 2018.

RHEE, K. S. Fatty acids in meats and meat products. In 'Fatty acids in foods and their health implications'.(Ed. CK Chow) pp. 65–93. 1992.

RIVAROLI, D.; PRUNIER, A.; METEAU, K.; DO PRADO, I. N.; PRACHE, S. Tannin-rich sainfoin pellet supplementation reduces fat volatile indoles content and delays digestive parasitism in lambs grazing alfalfa. **Animal**, p. 1-8, 2019.

RODRÍGUEZ, R., DE LA FUENTE, G., GÓMEZ, S., FONDEVILA, M. Biological effect of tannins from different vegetal origin on microbial and fermentation traits in vitro. **Animal Production Science**, v. 54, n. 8, p. 1039-1046, 2014.

ROSSI, L. G., FIORENTINI, G., NETO, A. J., VIEIRA, B. R., MALHEIROS, E. B., BORGHI, T. H., BERCHIELLI, T. T. Impact of ground soybean and starch levels on the quality of meat from feedlot young Nelore bulls. **Meat science**, v. 122, p. 1-6, 2016.

SACCÀ, E., CORAZZIN, M., BOVOLENTA, S., & PIASENTIER, E. Meat quality traits and the expression of tenderness-related genes in the loins of young goats at different ages. **Animal**, p. 1-10, 2019.

SAINI, R. K., & KEUM, Y. S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance—A review. **Life sciences**, v. 203, p. 255-267, 2018.

SAMPATH, H., NTAMBI, J. M. Polyunsaturated fatty acid regulation of genes of lipid metabolism. **Annual Review of Nutrition**, v. 25, p. 317-340, 2005.

SANTOS, F. M., DE ARAÚJO, G. G. L., DE SOUZA, L. L., YAMAMOTO, S. M., QUEIROZ, M. A. Á., LANNA, D. P. D., & DE MORAES, S. A. Impact of water restriction periods on carcass traits and meat quality of feedlot lambs in the Brazilian semi-arid region. **Meat science**, 2019.

SANTOS-SILVA, J., FRANCISCO, A., ALVES, S. P., PORTUGAL, P., DENTINHO, T., ALMEIDA, J., SOLDADO, D., JERÓNIMO, E. BESSA, R. J. Effect of dietary neutral detergent fibre source on lambs growth, meat quality and biohydrogenation intermediates. **Meat science**, v. 147, p. 28-36, 2019.

SCHULZ, F., WESTREICHER-KRISTEN, E., MOLKENTIN, J., KNAPPSTEIN, K., SUSENBETH, A. Effect of replacing maize silage with red clover silage in the diet on milk fatty acid composition in cows. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 8, p. 7156-7167, 2018.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, Mohammad. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 10, p. 2693-2699, 1999.

SHAHIDI, F., AMBIGAIPALAN, P. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. **Annual review of food science and technology**, v. 9, p. 345-381, 2018.

SMET, S., RAES, K., & DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, n. 2, p. 81-98, 2004.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VALENTI, B., NATALELLO, A., VASTA, V., CAMPIDONICO, L., ROSCINI, V., MATTIOLI, S., PAUSELLI, M., PRIOLO, A., LANZA, M., LUCIANO, G. Effect of different dietary tannin extracts on lamb growth performances and meat oxidative stability: comparison between mimosa, chestnut and tara. **animal**, v. 13, n. 2, p. 435-443, 2019.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VASTA, V., DAGHIO, 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. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 5, p. 3781-3804, 2019.

VASTA, V., PRIOLO, A., SCERRA, M., HALLETT, K. G., WOOD, J. D., DORAN, O. $\Delta 9$ desaturase protein expression and fatty acid composition of longissimus dorsi muscle in lambs fed green herbage or concentrate with or without added tannins. **Meat Science**, v. 82, n. 3, p. 357-364, 2009.

VENTURA-CORDERO, J., SANDOVAL-CASTRO, C. A., TORRES-ACOSTA, J. F. J., CAPETILLO-LEAL, C. M. Do goats have a salivary constitutive response to tannins?. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, n. 1, p. 29-34, 2017.

VISIOLI, F., FRANCO, M., TOLEDO, E., LUCHSINGER, J., WILLETT, W. C., HU, F. B., & MARTINEZ-GONZALEZ, M. A. Olive oil and prevention of chronic diseases: Summary of an International conference. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 28, n. 7, p. 649-656, 2018.

WEBB, E. C. Goat meat production, composition, and quality. **Animal Frontiers**, v. 4, n. 4, p. 33-37, 2014.

WEBB, E. C.; CASEY, N. H.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small ruminant research**, v. 60, n. 1-2, p. 153-166, 2005.

YALCINTAN, H., EKIZ, B., & OZCAN, M. Comparison of meat quality characteristics and fatty acid composition of finished goat kids from indigenous and dairy breeds. **Tropical animal health and production**, v. 50, n. 6, p. 1261-1269, 2018.

YANG, K., WEI, C., ZHAO, G., XU, Z., LIN, S. Dietary supplementation of tannic acid modulates nitrogen excretion pattern and urinary nitrogenous constituents of beef cattle. **Livestock Science**, v. 191, p. 148-152, 2016.

CAPÍTULO 03

Perfil metabólico sanguíneo e histopatología do rim e fígado de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*

Perfil metabólico sanguíneo e histopatologia do rim e fígado de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* na dieta de cabritos mestiços Boer em terminação sobre os perfis metabólicos e histopatológicos do rim e fígado. Foram utilizados trinta e dois cabritos mestiços Boer, castrados, com idade média de quatro meses e peso corporal médio de $19,7 \pm 2,05$ kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas foram constituídas por níveis de 0, 16, 32 e 48 g/kg de MS de taninos condensados oriundos do extrato *Acácia mearnsii*. Os animais foram confinados por 84 dias, onde no último dia amostras de sangue foram coletadas para avaliação do perfil metabólico. Após o abate dos animais, fragmentos de rim e fígado foram coletados para a avaliação histopatológica. Com exceção da redução nas concentrações séricas de albumina ($P=0,03$) a inclusão de taninos condensados na dieta dos animais não alterou os níveis séricos de ureia, proteínas totais, globulina, relação albumina/globulina, colesterol, triglicerídeos, ALT, AST e GGT ($P>0,05$). Foi verificado em todos os tratamentos o aparecimento de discreta à leve congestão multifocal no parênquima hepático, predominantemente na região medular e presença de leve degeneração hidrópica multifocal na região centrolobular, mas não foi observado presença de infiltrado inflamatório mononuclear. Contudo, observou que alimentação de taninos condensados níveis superiores à 32 g/kg MS de taninos condensados oriundos do extrato *Acácia mearnsii* na dieta de cabritos em confinamento evita o aparecimento de esteatose microvacuolar. Em relação ao rim, todos os animais apresentaram leve congestão na região medular e não apresentaram nenhum grau de necrose tubular ou presença de infiltrado inflamatório mononuclear. A inclusão do tanino condensado oriundo do extrato de *Acácia mearnsii* na dieta de cabritos em confinamento não causa alteração significativa sobre o perfil metabólico, mas melhora a saúde hepática.

Palavras-chave: compostos fenólicos, esteatose, inflamação, saúde animal, ruminantes

Blood metabolic profile and histopathology of kidneys and liver of goat kids in feedlot fed diets containing condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of the inclusion of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract in the diet of finishing Boer crossbred goats on the metabolic and histopathological profiles of the kidney and liver. Thirty-two castrated crossbred Boer kids, with an average age of four months and average body weight of 19.7 ± 2.05 kg, were distributed in a completely randomized design. The diets consisted of levels of 0, 16, 32 and 48 g / kg DM of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract. The animals were confined for 84 days, where on the last day blood samples were collected for metabolic profile evaluation. After slaughter of the animals, kidney and liver fragments were collected for histopathological evaluation. Except for the reduction in serum albumin concentrations ($P = 0.03$), the inclusion of condensed tannins in the animals' diet did not alter serum levels of urea, total protein, globulin, albumin / globulin ratio, cholesterol, triglycerides, ALT, AST and GGT ($P > 0.05$). In all treatments, mild multifocal congestion in the hepatic parenchyma, predominantly in the medullary region, and mild multifocal hydropic degeneration in the centrilobular region were observed, but no mononuclear inflammatory infiltrate was observed. However, it was observed that feeding of condensed tannins levels higher than 32 g / kg DM of condensed tannins from *Acacia mearnsii* extract in the diet of feedlot goats prevents the appearance of microvacuolar steatosis. Regarding the kidney, all animals presented mild congestion in the medullary region and did not show any degree of tubular necrosis or presence of mononuclear inflammatory infiltrate. The inclusion of condensed tannin from *Acacia mearnsii* extract in the diet of feedlot goats does not cause significant changes in metabolic profile, but improves liver health.

Keywords: animal health, inflammation, phenolic compounds, ruminants, steatosis

INTRODUÇÃO

Taninos condensados, também conhecidos como proantocianidinas, são compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário das plantas, compostos por unidades de flavan-3-ol que incluem catequina, epicatequina, galocatequina e epigalocatequina, no qual atuam como parte do sistema de defesa química da planta contra fatores bióticos (McALLISTER et al., 2018).

Devido ao papel crítico dos taninos condensados sobre o metabolismo proteico em geral, um grande número de estudos fora realizado para investigar o potencial dos taninos condensados em melhorar o desempenho produtivo (SOUZA et al., 2018; CAETANO et al., 2019; LOBÓN et al., 2019) e a qualidade dos produtos de origem animal (SANTOS et al., 2018; BRYSZAK et al., 2019; GESTEIRA et al., 2019), no entanto pouco foco tem sido dado aos aspectos sanitários dos animais dos animais. Tem sido relatado que os taninos condensados possuem a capacidade para reduzir a carga parasitária gastrointestinal (MUELLER-HARVEY et al., 2019) e prevenir o timpanismo (AZAD et al., 2019), além de exercer atividade antioxidante (PRADO et al., 2019) e anti-inflamatória (SINGH et al., 2018), resultando em consequente melhoria ao sistema imune.

No entanto, a inclusão de níveis elevados de taninos condensados nas dietas dos animais podem causar desequilíbrios entre o consumo, digestão e absorção dos nutrientes, resultando em redução do desempenho, além da possibilidade de desenvolvimento de doenças subclínicas, como lesões no trato digestório (HERVAZ et al., 2003), que são de difícil percepção que também podem limitar a produção animal. Mas a extensão dos efeitos dos taninos condensados não depende apenas da sua concentração nas dietas, mas também da sua atividade biológica, que está associada à sua natureza química (RODRÍGUEZ et al., 2014). Portanto, tanto a fonte de taninos condensados, bem como sua concentração nas dietas precisam ser melhor investigados. No entanto, como os efeitos dos taninos condensados podem ser confundidos com outros compostos presentes nas plantas consumidas pelos animais, a avaliação da inclusão dietética de taninos condensados por meio de extratos comerciais, como o extrato de *Acacia mearnsii*, surge como uma ferramenta auxiliar no entendimento dos efeitos causados pela ingestão dessas

substâncias, sobre as características produtivas e qualitativas dos produtos de origem animal.

Nesse sentido, como os tecidos e o sangue dos animais são fontes confiáveis para avaliar seu status sanitário, e partindo da hipótese que a inclusão de níveis moderados de taninos condensados melhoram a saúde animal, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* na dieta de cabritos mestiços Boer em terminação sobre os perfis metabólicos e histopatológicos do rim e fígado.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais, manejo, tratamentos e dietas

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia e todos os procedimentos de cuidado e manuseio dos animais foram realizados de acordo com as recomendações do Guia do Conselho Nacional para o Controle da Experimentação Animal (CONCEA). O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil (número do protocolo: 39/2015).

Trinta e dois cabritos mestiços Boer, castrados, com idade média de quatro meses, peso corporal de 19.7 ± 2.05 kg foram tratados para endoparasitas (Cydectin®, Moxidectina 0.2%, Fort Dodge®, Fort Dodge, IA, USA) e distribuídos por sorteio para um dos quatro tratamentos. Os animais foram alojados em um galpão coberto em baias individuais suspensas (1,0m x 1,0m) equipadas com cochos e bebedouros, garantindo acesso livre à água, alimentos e minerais. O período experimental teve duração de 84 dias, precedidos de 21 dias de adaptação ao local, às instalações, manejo e as dietas experimentais. Os tratamentos consistiram de dieta sem a inclusão (0 ou controle) de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* e três dietas com 16, 32 e 48 g/kg MS do extrato.

As dietas foram formuladas para atender às necessidades nutricionais de cabritos mestiços com ganho de peso estimado de 150 g/d, seguindo as recomendações do National Research Council (NRC, 2007) e fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e 15:00

na forma de ração mista total (TMR) com alimentos volumosos e concentrados (400:600 g/kg MS). Feno de tifton-8 picado a 5mm foi utilizado como alimento volumoso. Amostras dos ingredientes e das dietas formuladas foram coletadas e examinadas para análise de sua composição química (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas oferecidas aos cabritos.

Composição química (g/kg)	Feno de Tifton-85	Milho moído	Farelo de soja	Óleo de soja
Matéria seca (g/kg alimento)	859	922	886	99,6
Cinzas	66,0	12,2	52,2	-
Proteína bruta	71,2	73,6	480	-
NIDN ^a	417	149	125	-
NIDA ^a	142	47,5	30,3	-
Extrato etéreo	10,1	34,1	23,6	99,7
Fibra em detergente neutro ^b	705	108	126	-
Fibra em detergente ácido	338	48,1	67,8	-
Carboidratos não fibrosos	147	772	318	-
Lignina em detergente ácido	76,2	13,5	13,7	-

^aNIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

^bFDNcp = Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Tabela 2 - Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais oferecidas aos cabritos.

(Continua)

Item	Extrato de <i>Acácia mearnsii</i> ^a (g/kg MS total)			
	0	16	32	48
Ingredientes (g/kg MS)				
Milho Moído	305	289	273	254
Farelo de Soja	265	265	265	268
Óleo de soja	15,0	15,0	15,0	15,0
Extrato de <i>Acácia mearnsii</i>	0,00	16,0	32,0	48,0
Mistura Mineral ^b	15,0	15,0	15,0	15,0

Tabela 2 - Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais oferecidas aos cabritos.

				(Continuação)
Feno de Tifton 85	400	400	400	400
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca (g/kg alimento)	890	889	889	889
Cinzas	59,0	58,8	58,6	58,5
Proteína bruta	178	177	176	176
NIDN ^c	245	243	241	238
NIDA ^c	79,3	78,6	77,8	77,0
Extrato etéreo	35,6	35,0	34,5	33,9
Fibra em detergente neutro ^d	348	346	344	343
Fibra em detergente ácido	168	167	166	166
Carboidratos não fibrosos	379	383	387	389
Lignina em detergente ácido	38,2	38,0	37,8	37,6

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bNíveis de garantia (por quilograma, em elementos ativos): cálcio – 240 g; fósforo – 71.0 g; potássio – 28.2 g; enxofre – 20.0 g; magnésio – 20.0 g; cobre – 400 mg; cobalto – 30.0 mg; cromo 10.0 mg; ferro - 250 mg; iodo – 40.0 mg; manganês - 1350 mg; selênio – 15.0 mg; zinco - 1700 mg; flúor (máx.) - 710 mg.

^cNIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

^dFDN_{cp} = Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Analises químicas

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com os procedimentos analíticos da Association of Analytical Communities (AOAC, 2012), com moagem previa das amostras em moinhos de faca tipo Willey (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) com peneira de 1-mm. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) (método 967.03), proteína bruta (PB) (método 981.10), extrato etéreo (EE) (método 920.29), matéria mineral (MM) (método 942.05).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido foram determinados de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), com o resíduo da FDN incinerado a 600°C por 4h para a correção da contaminação por cinzas, bem como a subtração a proteína insolúvel em detergente neutro (PDIN) para a correção

proteica. Os teores de PDIN e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram obtidos seguindo a metodologia proposta por Licitra et al. (1996). Para a determinação da lignina em detergente ácido (LDA), o resíduo da FDA foi tratado com ácido sulfúrico a 72% de acordo com o método (973.18) proposto pela AOAC (2012). A hemicelulose foi obtida pela diferença entre a FDN e FDA, já a celulose pela diferença entre a FDA e a LDA. Os teores de carboidratos não fibrosos foram calculados de acordo com a metodologia proposta por Detmann e Valadares Filho (2010).

Parâmetros sanguíneos

No último dia do período experimental alíquotas de 10 ml de sangue foram coletadas em tubos vacutainer sem anticoagulante, por punção na veia jugular antes da alimentação da manhã. Após a coleta, as amostras foram imediatamente enviadas para o laboratório para a centrifugação à 3.000 rpm por 15 minutos para a obtenção do soro sanguíneo, sendo então armazenado em mini-tubos eppendorf® devidamente identificados e conservados em freezer a -20°C até o momento das análises.

As concentrações séricas de proteínas totais foram determinadas pelo método de reação ao biureto, já as concentrações de albumina pelo método do verde de bromocresol, sendo ambas realizadas utilizando-se kits comerciais (Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil) e leitura em espectrofotômetro, com comprimentos de onda de 540 e 620 nm, respectivamente. Os dados relativos às concentrações de proteínas totais e albumina foram utilizados para calcular as concentrações de globulina e a relação albumina: globulina (ALB:GLB). As concentrações de globulina foram calculadas pela diferença entre a proteína total e os níveis séricos de albumina, com valores expressos em gramas por decilitro. Os níveis séricos de ureia foram determinados por sistema enzimático, utilizando-se kits comerciais (Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil) e a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 600 nm. As concentrações séricas de colesterol total e de triglicerídeos foram analisadas utilizando-se kits comerciais (Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil), através da técnica enzimática colorimétrica, sendo a leitura feita em espectrofotômetro com comprimento de onda de 500 nm e os valores expressos em mg/dL.

Para avaliação do metabolismo hepático, as atividades das enzimas alanina-aminotransferase (ALT), aspartato-aminotransferase (AST) e gama-glutamilttransferase

(GGT) foram mensuradas por meio de análise colorimétrica, utilizando kits comerciais (Dolles Reagentes, Goiânia, GO, Brasil) e leitura da atividade catalisadora foi efetuada em espectrofotômetro, com temperatura entre 20 e 30°C, e os valores foram expressos em UI/L.

Histopatologia do fígado e rim

No termino do experimento os animais foram enviados para um frigorifigo comercial e abatidos após um período de jejum de 12 horas, seguindo as recomendações do Serviço de Inspeção Federal (S.I.F.) preconizadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil. Os animais foram atordoados por eletronarcoses (corrente mínima de 1,25 amperes), utilizando equipamento adequado (Dal Pino, Santo André, SP, Brasil), seguido de sangramento pela seção das veias jugulares e das artérias carótidas, após o que foram esfolados e eviscerados.

Após o abate, fragmentos de rim e fígado foram coletados e imediatamente armazenados em recipientes com solução fixadora de formol neutro tamponado a 10% por um período mínimo de 24 horas. Após este período de fixação, o material passou pelo processo de desidratação em alcoóis a 70%, 80%, 90%, 100%, diafinização em solução de xilol I e II, embebição em parafina I e II, inclusão em parafina e microtomia (PROPHET et al., 1992). Foram obtidos cortes histológicos de 4µm corados pela técnica rotineira de Hematoxilina-Eosina (LUNA, 1968) destinados a avaliação morfológica (alterações circulatórias, degenerativas-necróticas e inflamatórias).

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e o seguinte modelo foi utilizado:

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

Onde: Y_{ij} = valor observado; μ = media geral; s_i = efeito do nível de taninos condensados oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* (0 ou controle; 16, 32 and 48 g/kg de MS, respectivamente); e e_{ij} = efeito do erro experimental.

O comando PROC MIXED do software SAS 9.1® foi utilizado para determinar a relação entre a taxa de inclusão e cada parâmetro avaliado, um contraste polinomial foi usado para determinar os efeitos linear e quadrático dos tratamentos, peso inicial foi

utilizado no modelo estatístico como covariável quando significativo. Significância foi declarada quando $P < 0,05$ e tendência quando $0,05 \leq P \leq 0,10$.

RESULTADOS

A inclusão de taninos condensados na dieta de cabritos em confinamento a partir do extrato de *Acacia mearnsii* não afetou as concentrações séricas de ureia ($P = 0,85$), proteínas totais ($P = 0,92$), globulina ($P = 0,35$) e a relação albumina/globulina ($P = 0,15$), já as concentrações séricas de albumina reduziram com a inclusão de TC ($P = 0,03$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Níveis séricos de ureia, proteínas totais, albumina, globulina e a relação albumina/globulina (ALB/GLOB) de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

Item	Extrato de <i>Acácia mearnsii</i> ^a				EPM ^b	<i>P</i> -valor ^c	
	(g/kg MS)					Linear	Quadrático
	0	16	32	48			
Ureia, mg/dL	64,3	66,3	64,1	65,2	0,68	0,85	0,40
Proteínas totais, g/dL	5,25	5,74	5,42	5,33	0,17	0,92	0,13
Albumina, g/dL	2,71	2,78	2,52	2,44	0,13	0,03	0,45
Globulina, g/dL	2,54	2,96	2,90	2,89	0,30	0,35	0,36
ALB:GLOB	1,09	0,98	0,89	0,89	0,24	0,15	0,62

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bEPM = erro padrão da média

^cSignificância em $P < 0,05$ e tendência em $0,05 \leq P \leq 0,10$

A inclusão de taninos condensados à partir do extrato de *Acacia mearnsii* nas dietas para cabritos em terminação não comprometeu as concentrações séricas de colesterol ($P = 0,92$) e triglicérides ($P = 0,95$), assim como não alterou as concentrações das enzimas hepáticas, ALT ($P = 0,63$), AST ($P = 0,29$) e GGT ($P = 0,72$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Níveis séricos de colesterol, triglicerídeos, alanina-aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e gamaglutamiltransferase (GGT) de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

Item	Extrato de <i>Acácia mearnsii</i> ^a				EPM ^b	P-valor ^c	
	(g/kg MS)					Linear	Quadrático
	0	16	32	48			
Colesterol, mg/dL	101	102	102	101	1,17	0,92	0,84
Triglicerídeos, mg/dL	27,1	28,6	27,9	28,1	2,46	0,95	0,93
ALT UI/L	17,4	15,0	21,4	16,4	1,52	0,63	0,42
AST UI/L	83,2	62,3	95,5	84,2	1,8	0,29	0,54
GGT UI/L	40,4	35,3	41,1	37,1	2,54	0,72	0,83

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

^bEPM = erro padrão da média

^cSignificância em $P < 0,05$ e tendência em $\leq 0,05 P \leq 0,10$

As avaliações dos fragmentos histológicos do parênquima hepático (Tabela 5) revelaram presença de discreta à leve congestão multifocal, predominantemente na região medular em todos os tratamentos, independente da presença de taninos condensados ou não. Semelhantemente, observou que todos os animais apresentaram leve degeneração hidrópica multifocal na região centrolobular. Não foi observado presença de infiltrado inflamatório mononuclear. No entanto, observou que animais alimentados com taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* em níveis superiores à 32 g/kg MS não apresentaram nenhum grau de esteatose microvacuolar.

Nas secções histológicas dos rins não foi observado efeito da inclusão de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*, sendo que todos os animais apresentaram leve congestão na região medular e não apresentaram nenhum grau de necrose tubular ou presença de infiltrado inflamatório mononuclear (Tabela 5).

Tabela 5 - Principais achados do exame histopatológico do fígado e rim de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*.

Item	Extrato de <i>Acácia mearnsii</i> ^a (g/kg MS)			
	0	16	32	48
Fígado				
Congestão (região medular)	+	+	+	+
Esteatose microvacuolar (região periportal)	+	+	-	-
Infiltrado mononuclear	-	-	-	-
Degeneração hidrópica (região centrolobular)	+	+	+	+
Rim				
Congestão (região medular)	+	+	+	+
Necrose tubular (região cortical)	-	-	-	-
Infiltrado mononuclear	-	-	-	-

^aTanino condensado (Weibull AQ, 72% Taninos Condensados, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil).

(+) Presente; (-) Ausente.

Quando houver diferença de intensidade entre os grupos: (+, ++, +++).

Figura 1 - Fotomicrografias do parênquima hepático de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*. HE. A e B. Fígado sem presença de patologia. C e D. Discreta a leve esteatose microvacuolar periportal multifocal (setas pretas). E e F. Discreta a leve degeneração hidrópica multifocal na região centrolobular (setas pretas).

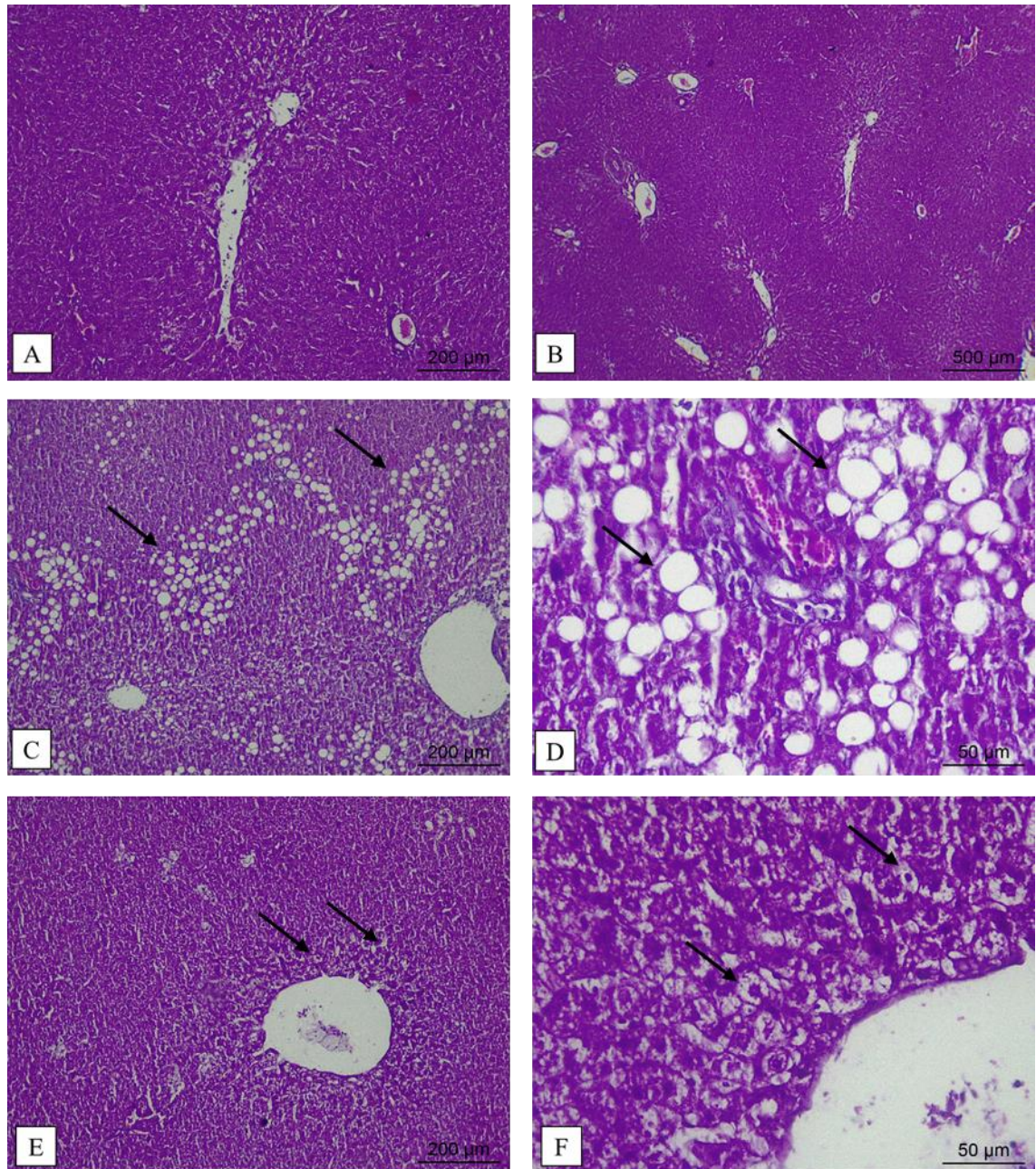
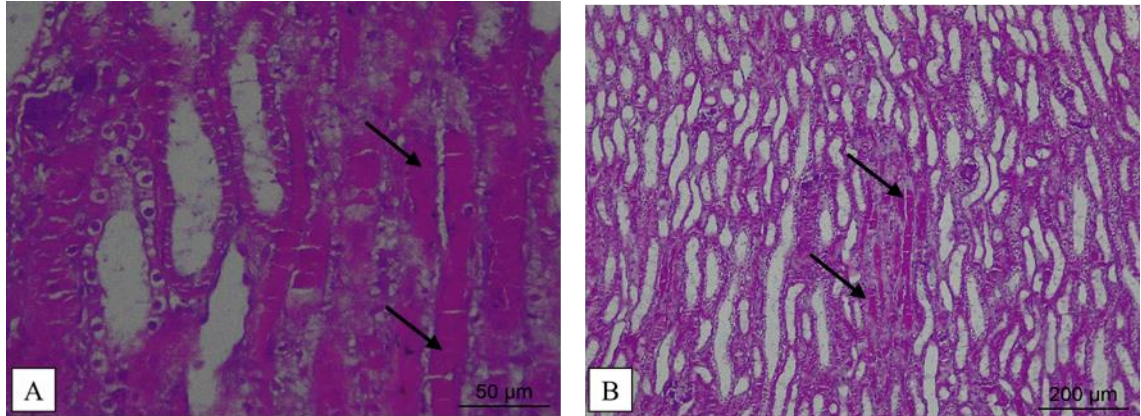


Figura 2 - Fotomicrografias do parênquima renal de cabritos confinados alimentados com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii*. HE. A e B. Presença de leve congestão multifocal na região medular (setas pretas).



DISCUSSÃO

Os valores de dosagens obtidos para ureia estão dentro dos padrões de normalidade para a espécie caprina (MOHAMMED et al., 2016), indicando efeitos mínimos sobre o funcionamento do rim, visto que a ureia sérica é um dos principais indicadores da função renal, aumentando em situações de dano renal (CHANJULA e CHERDTHONG, 2018), o que corrobora com os achados histopatológicos do parênquima renal. De modo semelhante, os valores obtidos para proteínas totais, globulina, bem como a relação albumina/globulina também estão dentro dos padrões de normalidade para caprinos (ALBERGHINI et al., 2010), o que também indica efeitos mínimos sobre a função hepática, pois essas frações proteicas são sintetizadas pelo fígado, corroborando também com os achados histopatológicos do parênquima hepático dos cabritos.

No entanto, a albumina, principal proteína plasmática sintetizada no fígado (SPINELLA et al., 2015), reduziu suas concentrações com a inclusão dos TC oriundos do extrato de *Acacia mearnsii* nas dietas para cabritos em terminação. Redução nos teores séricos de albumina tem sido frequentemente associada a dano hepático (DOMINIK et al., 2018), doença renal (ELLIS et al., 2019), processos inflamatórios (XU et al., 2018),

verminoses (MENDES et al., 2018) e desnutrição proteica (LOFTUS et al., 2019), contudo, no presente trabalho os animais não apresentaram dano hepático ou renal, receberam tratamento anti-helmíntico ao início do experimento, as dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas (TABELA 2) e os animais apresentaram o consumo e retenção de nitrogênio semelhantes (CAPITULO 1; TABELA 7).

Além disso, embora Soeter et al. (2019) não excluam a probabilidade de que a redução sérica de albumina coincida frequentemente com déficit nutricional, ressaltam que muitas vezes essas reduções são erroneamente consideradas um indicador de ingestão nutricional inadequada, visto que a correlação entre essas variáveis é fraca. Desse modo, é preciso ter cautela ao avaliar o estado nutricional com base em marcadores proteicos viscerais, pois eles podem ser afetados por alterações na homeostase, como em situações de processo inflamatório (CHANG et al., 2019).

No entanto, no presente trabalho não foi verificado nenhum processo inflamatório no rim ou no fígado, e mesmo que a albumina seja um indicador inespecífico de processo inflamatório (XU et al., 2018), os TC são capazes de suprimir a produção de serotonina, histamina e prostaglandina, o que lhes confere propriedades anti-inflamatórias (SINGH et al., 2018), nessa perspectiva, dificilmente outro órgão apresentaria alguma inflamação. Por outro lado, Hervaz et al. (2003) indicam que taninos condensados podem irritar a mucosa gastrointestinal, ocasionar úlceras e processos inflamatórios, mas tais efeitos só foram observados em níveis superiores a 83 g/kg MS de taninos condensados, quantidade muito superior ao maior nível de inclusão no presente trabalho.

Os efeitos dos TC sobre os níveis de albumina são inconclusivos, com alguns pesquisadores relatando redução nas concentrações de albumina (MIN et al., 2012), corroborando com o presente trabalho, mas há também relatos de inalteração (BUCCIONI et al., 2017) e até aumento (KHOLIF et al., 2018) das concentrações de albumina quando animais foram alimentados com dietas contendo TC, mas as causas são pouco conhecidas, tornando necessário mais estudos para sua elucidação. No entanto, é importante ressaltar que as concentrações de albumina no presente trabalho, assim como nos trabalhos supracitados, permaneceram dentro do intervalo de 2,41 à 4,15 g/dL, considerado aceitável para a espécie caprina (ALBERGHINI et al., 2010).

As concentrações de triglicérides e colesterol permaneceram dentro do intervalo de referência para caprinos (KANEKO et al., 1997). O colesterol é essencial para muitas

funções metabólicas e sua síntese é bem regulada, sendo o fígado fundamental para o seu metabolismo (MEENA et al., 2019), indicando mais uma vez adequado funcionamento hepático. Na mesma linha, às enzimas hepáticas, ALT, AST e GGT também apresentaram valores dentro do intervalo de referência proposto por Boyd (1984), sugerindo assim, que não houve lesões patológicas significativas no fígado dos animais.

Apesar dos níveis de triglicerídeos no sangue terem sido semelhantes entre os tratamentos, observou que os animais alimentados com dietas contendo TC oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* em níveis superiores à 32 g/kg MS não apresentaram nenhum grau de esteatose microvacuolar, contrastando com os animais alimentados com até 16 g/kg MS do extrato. A esteatose hepática é uma lesão degenerativa e reversível, que se caracteriza pelo acúmulo de triglicerídeos no citoplasma dos hepatócitos (NORATTO et al., 2019), embora seja considerada reversível, com o tempo pode evoluir para esteato-hepatite, cirrose e carcinoma hepatocelular, resultando em insuficiência hepática (TANG et al., 2019). Tal doença se desenvolve quando a taxa de entrada ou a síntese de ácidos graxos é maior do que a oxidação hepática ou quando a capacidade de transporte via lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) é excedida (MAHLI et al., 2018).

Ikarashi et al. (2011) relataram que na presença de taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* ocorre aumento da expressão genica de enzimas envolvidas com β -oxidação dos ácidos graxos (acil CoA oxidase e carnitina palmitoil transferase I), bem como dos receptores ativados por proliferadores de peroxissoma alfa (PPAR- α), responsáveis por regular a expressão de genes envolvidos nas vias de β -oxidação. Nesse sentido, é possível inferir que a inclusão de até 16 g/kg MS de TC oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* excede a capacidade de oxidação e/ou de exportação de ácidos graxos do fígado via VLDL, resultando em acúmulo de triglicerídeos no fígado. Por outro lado, quando incluído em níveis superiores a 32 g/kg MS o provável aumento da expressão de genes envolvidos com a oxidação de ácidos graxos favorece a atenuação da esteatose hepática.

O grau de atenuação da esteatose hepática observada no presente trabalho exerce pouca importância para animais em terminação, em decorrência do tempo de vida desses animais ser relativamente curto. Entretanto, tais achados assumem grande relevância para animais mais longevos, como reprodutores e matrizes, principalmente, pois com o tempo a doença pode evoluir e lesionar o fígado (TANG et al., 2019), um órgão fundamental na

coordenação do fluxo de nutrientes necessários para reprodução, gestação e lactação (DU et al., 2018), resultando, conseqüentemente, em prejuízos para a atividade em exercício.

CONCLUSÕES

O perfil metabólico sanguíneo de cabritos mestiços Boer não sofrem alterações significantes com a inclusão do tanino condensado oriundo do extrato de *Acácia mearnsii*, mas por outro lado, quando incluído em níveis maiores do que 32 g/kg MS reduz os casos de esteatose microvacuolar, proporcionando leve melhoria na saúde hepática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERGHINA, D., CASELLA, S., VAZZANA, I., FERRANTELLI, V., GIANNETTO, C., & PICCIONE, G. Analysis of serum proteins in clinically healthy goats (*Capra hircus*) using agarose gel electrophoresis. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 39, n. 3, p. 317-321, 2010.

AOAC. **Official methods of analysis**. 19th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD, USA.2012

BUCCIONI, A.; PAUSELLI, M.; MINIERI, S.; ROSCINI, V.; MANNELLI, F.; RAPACCINI, S.; LUPI, P.; CONTE, G.; SERRA, A.; CAPPUCCI, A.; BRUFANI, L.; CIUCCI, F.; MELE, M. Chestnut or quebracho tannins in the diet of grazing ewes supplemented with soybean oil: Effects on animal performances, blood parameters and fatty acid composition of plasma and milk lipids. **Small Ruminant Research**, v. 153, p. 23-30, 2017.

MIN, B. R., SOLAIMAN, S., GURUNG, N., BEHRENDTS, J., EUN, J. S., TAHA, E., ROSE, J. Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 10, p. 3556-3567, 2012.

KHOLIF, A. E.; GOUDA, G. A.; ANELE, U. Y.; GALYEAN, M. L. Extract of *Moringa oleifera* leaves improves feed utilization of lactating Nubian goats. **Small Ruminant Research**, v. 158, p. 69-75, 2018.

AZAD, E., DERAKHSHANI, H., FORSTER, R. J., GRUNINGER, R. J., ACHARYA, S., MCALLISTER, T. A., KHAFIPOUR, E. Characterization of the rumen and fecal microbiome in bloated and non-bloated cattle grazing alfalfa pastures and subjected to bloat prevention strategies. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 4272, 2019.

BOYD, James W. The interpretation of serum biochemistry test results in domestic animals. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 13, n. 2, p. 7-14, 1984.

BRYSZAK, M., SZUMACHER-STRABEL, M., EL-SHERBINY, M., STOCHMAL, A., OLESZEK, W., ROJ, E., PATRA, A.K., CIESLAK, A. Effects of berry seed residues on ruminal fermentation, methane concentration, milk production, and fatty acid proportions in the rumen and milk of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 2, p. 1257-1273, 2019.

CAETANO, M., WILKES, M. J., PITCHFORD, W. S., LEE, S. J., HYND, P. I. Effect of ensiled crimped grape marc on energy intake, performance and gas emissions of beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 166-172, 2019.

CHANG, D. C., XU, X., FERRANTE, A. W., & KRAKOFF, J. Reduced plasma albumin predicts type 2 diabetes and is associated with greater adipose tissue macrophage content and activation. **Diabetology & metabolic syndrome**, v. 11, n. 1, p. 14, 2019.

CHANJULA, P., CHERDTHONG, A. Effects of spent mushroom *Cordyceps militaris* supplementation on apparent digestibility, rumen fermentation, and blood metabolite parameters of goats. **Journal of animal science**, v. 96, n. 3, p. 1150-1158, 2018.

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

DOMINIK, A., STANGE, J., BAUMANN, A. K., PFENSIG, C., SURAJ, M., IBRAHIM, B., EGGERT, M. Targeting Albumin Binding Function as a Therapy Goal in Liver Failure: Development of a Novel Adsorbent for Albumin Dialysis. **Therapeutic Apheresis and Dialysis**, v. 22, n. 2, p. 196-204, 2018.

DU, X., LIU, G., LOOR, J. J., FANG, Z., BUCKTROUT, R., YANG, Y., YE, Q., SHI, Z., SHEN, T., WANG, X., PENG, Z., ZHAO, C., LV, B., XING, D., ZHU, Y., LI, X., LI, X. Impaired hepatic autophagic activity in dairy cows with severe fatty liver is associated with inflammation and reduced liver function. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 12, p. 11175-11185, 2018.

ELLIS, R. J., KALMA, B., DEL VECCHIO, S. J., ALIANO, D. N., NG, K. L., DIMESKI, G., MA, L., GUARD, D., BERTRAM, J.F., MORAIS, C., OLIVER, K.,

WOOD, S.T., GOBE, G.C., FRANCISC, R.S. Chronic kidney cortical damage is associated with baseline kidney function and albuminuria in patients managed with radical nephrectomy for kidney tumours. **Pathology**, v. 51, n. 1, p. 32-38, 2019.

GESTEIRA, S. M., OLIVEIRA, R. L., DA SILVA TRAJANO, J., RIBEIRO, C. V. D. M., DE SOUSA COSTA, E. I., RIBEIRO, R. D. X., PEREIRA, E.S., BEZERRA, L. R. Fatty acid profile, physicochemical composition and sensorial attributes of salted and sun-dried meat from young Nellore bulls supplemented with condensed tannins. **PloS one**, v. 14, n. 4, p. e0216047, 2019.

HERVÁS, G., PÉREZ, V., GIRÁLDEZ, F. J., MANTECÓN, A. R., ALMAR, M. M., & FRUTOS, P. Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. **Journal of Comparative Pathology**, v. 129, n. 1, p. 44-54, 2003.

IKARASHI, N., TODA, T., OKANIWA, T., ITO, K., OCHIAI, W., & SUGIYAMA, K. Anti-obesity and anti-diabetic effects of acacia polyphenol in obese diabetic KKAY mice fed high-fat diet. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, 2011.

KANEKO, J.J., HARVEY, D.W., BRUSS, W.L., **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 5th ed. Academic Press, San Diego, p. 932.1997.

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

LOBÓN, S., BLANCO, M., SANZ, A., RIPOLL, G., JOY, M. Effects of feeding strategies during lactation and the inclusion of quebracho in the fattening on performance and carcass traits in light lambs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 1, p. 457-463, 2019.

LOFTUS, T. J., BROWN, M. P., SLISH, J. H., & ROSENTHAL, M. D. Serum Levels of Prealbumin and Albumin for Preoperative Risk Stratification. **Nutrition in Clinical Practice**, 2019.

LUNA, L. G. **Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology**, 3rd edn. McGrawHill, New York, NY. 1968.

MAHLI, A., KOCH, A., FRESSE, K., SCHIERGENS, T., THASLER, W. E., SCHÖNBERGER, C., BERGHEIM, I., BOSSERHOFF, A., HELLERBRAND, C. Iso-alpha acids from hops (*Humulus lupulus*) inhibit hepatic steatosis, inflammation, and fibrosis. **Laboratory Investigation**, p. 1, 2018.

McALLISTER, T. A., WANG, Y., DIARRA, M. S., ALEXANDER, T., STANFORD, K. Challenges of a one-health approach to the development of alternatives to antibiotics. **Animal Frontiers**, v. 8, n. 2, p. 10-20, 2018.

MEENA, S., RAJPUT, Y. S., SHARMA, R., SINGH, R. Effect of goat and camel milk vis a vis cow milk on cholesterol homeostasis in hypercholesterolemic rats. **Small Ruminant Research**, v. 171, p. 8-12, 2019.

MENDES, J. B., CINTRA, M. C. R., NASCIMENTO, L. V., DE JESUS, R. M. M., MAIA, D., OSTRENSKY, A., TEIXEIRA, V.N., SOTOMAIOR, C. S. (2018). Effects of protein supplementation on resistance and resilience of lambs naturally infected with gastrointestinal parasites. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(2), 643-656.

MOHAMMED, S. A., RAZZAQUE, M. A., OMAR, A. E., ALBERT, S., & ALGALLAF, W. M. Biochemical and hematological profile of different breeds of goat maintained under intensive production system. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 24, p. 1253-1257, 2016.

MUELLER-HARVEY, I., BEE, G., DOHME-MEIER, F., HOSTE, H., KARONEN, M., KÖLLIKER, LÜSCHER, A., NIDERKORN, V., PELLIKAAN, W.F., SALMINEN, J.P., SKØT, L., SMITH, L.M.J., THAMSBORG, S.M., TOTTERDELL, P., WILKINSON, I., WILLIAMS, A.R., AZUHNWI, B.N., BAERT, N., BRINKHAUS, A.G., COPANI, G., OLIVIER, D., DRAKE, C., ENGSTRÖM, M., FRYGANAS, C., GIRARD, M., HUYER, N.T., KEMPF, K., MALISCH, C., MORA-ORTIZ, S., QUIJADA, J., RAMSAY, A., ROPIAK, H.M., WAGHORN, G.C. Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration, and diet composition. **Crop Science**, v. 59, n. 3, p. 861-885, 2019.

NORATTO, G. D., MURPHY, K., & CHEW, B. P.. Quinoa intake reduces plasma and liver cholesterol, lessens obesity-associated inflammation, and helps to prevent hepatic steatosis in obese db/db mouse. **Food chemistry**, v. 287, p. 107-114, 2019.

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA. 2007.

PRADO, M. E. A., QUEIROZ, V. A. V., DA VEIGA CORREIA, V. T., NEVES, E. O., RONCHETI, E. F. S., GONÇALVES, A. C. A., MENEZES, C.B., OLIVEIRA, F. C. E. Physicochemical and sensorial characteristics of beef burgers with added tannin and tannin-free whole sorghum flours as isolated soy protein replacer. **Meat science**, v. 150, p. 93-100, 2019.

PROPHET, E.M.; MILLIS, B.; ARRINGTON, J.B; SOBIN, H.L. **Laboratory methods is histotecnology.** Washington D.C.: American Registry of Pathology, 1992.

RODRÍGUEZ, R., DE LA FUENTE, G., GÓMEZ, S., & FONDEVILA, M. Biological effect of tannins from different vegetal origin on microbial and fermentation traits in vitro. **Animal Production Science**, v. 54, n. 8, p. 1039-1046, 2014.

SANTOS, N. J. A., BARBOSA, A. M., VOLTOLONI, T. V., MENEZES, D. R., SOUZA, C. M., BEZERRA, L. R., LANNA, D.P.D., ROBEIRO, C.V.D.M., OLIVEIRA, R. L. Physicochemical characteristics and fatty acid composition of the meat of lambs fed cassava silage and dry tamarind (*Tamarindus indica*). **Animal Production Science**, v. 59, n. 7, p. 1373- 1373-1381, 2018.

SAS Institute, 2003. SAS Systems for Windows, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SINGH, B., SINGH, J. P., KAUR, A., SINGH, N. Insights into the phenolic compounds present in jambolan (*Syzygium cumini*) along with their health-promoting effects. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 53, n. 11, p. 2431-2447, 2018.

SOETERS, P. B., WOLFE, R. R., SHENKIN, A. Hypoalbuminemia: Pathogenesis and Clinical Significance. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 43, n. 2, p. 181-193, 2019.

SOUZA, C. M., OLIVEIRA, R. L., VOLTOLINI, T. V., MENEZES, D. R., DOS SANTOS, N. J. A., BARBOSA, A. M., PEREIRA, E.S., BEZERRA, L. R. Lambs fed cassava silage with added tamarind residue: silage quality, intake, digestibility, nitrogen balance, growth performance and carcass quality. **Animal feed science and technology**, v. 235, p. 50-59, 2018.

SPINELLA, R., SAWHNEY, R., & JALAN, R.. Albumin in chronic liver disease: structure, functions and therapeutic implications. **Hepatology international**, v. 10, n. 1, p. 124-132, 2016.

TANG, P., LOW, H. B., PNG, C. W., TORTA, F., KUMAR, J. K., LIM, H. Y., ZHOU, Y., YANG, H., ANGELI, V., SHABBIR, A., TAI, E.S., FLAVELL, R. A. DONG, C., WENK, M.R., YANG, D.Y., ZHANG, Y. Protective Function of Mitogen-Activated Protein Kinase Phosphatase 5 in Aging-and Diet-Induced Hepatic Steatosis and Steatohepatitis. **Hepatology Communications**, 2019.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

XU, Q., YAN, Y., GU, S., MAO, K., ZHANG, J., HUANG, P., ZHOU, Z., CHEN, Z., ZHENG, S., LIANG, J., LIN, Z., WANG, J., YAN, J., XIAO, Z. A novel inflammation-based prognostic score: the fibrinogen/albumin ratio predicts prognoses of patients after curative resection for hepatocellular carcinoma. **Journal of immunology research**, v. 2018, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alimentação de cabritos em terminação com dietas contendo taninos condensados oriundos do extrato de *Acácia mearnsii* resulta em maior produção e eficiência de síntese de proteína microbiana, resultando em maior eficiência alimentar, desempenho e características de carcaça, mas sem melhoria aparente sobre a qualidade da carne, com resultados mais satisfatórios quando incluídos em 17,7 g/kg MS do extrato.

Destaque-se também o efeito dos taninos condensados quando incluído em níveis maiores do que 32 g/kg MS reduz os casos de esteatose hepática, propiciando melhoria na saúde hepática, assumindo grande relevância para animais mais longevos, como reprodutores e matrizes, principalmente, pois com o tempo a doença pode evoluir e prejudicar o funcionamento hepático, comprometendo, conseqüentemente, o fluxo de nutrientes necessários para reprodução e produção.