



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TANINOS CONDENSADOS NA DIETA DE CORDEIROS**

**EMELLINNE INGRID DE SOUSA COSTA**

**SALVADOR – BA  
JANEIRO – 2019**

**EMELLINNE INGRID DE SOUSA COSTA**

**TANINOS CONDENSADOS NA DIETA DE CORDEIROS**

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

Linha de Pesquisa: Produção de Ruminantes e Forragicultura

Orientador: Prof. D.Sc. Ronaldo Lopes Oliveira  
Co-Orientador: Prof. D.Sc. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro

**SALVADOR- BA  
JANEIRO – 2019**

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

Costa, Emellinne Ingrid de Sousa  
Taninos Condensados na Dieta de Cordeiros /  
Emellinne Ingrid de Sousa Costa. -- Salvador - BA,  
2019.  
89 f.  
Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.  
Coorientador: Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro.  
Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia) -- Universidade Federal da Bahia,  
Universidade Federal da Bahia, 2019.

1. ácidos graxos. 2. compostos fenólicos. 3.  
desempenho. 4. ruminantes. 5. tanino condensado. I.  
Lopes Oliveira, Ronaldo. II. Vaz Di Mambro Ribeiro,  
Cláudio. III. Título.

## TANINOS CONDENSADOS NA DIETA DE CORDEIROS

Emellinne Ingrid de Sousa Costa

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

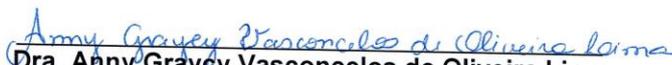
Salvador, 06 de dezembro de 2018

Comissão examinadora:



---

Dr. Ronaldo Lopes Oliveira  
UFBA  
Orientador / Presidente



Dra. Anny Graycy Vasconcelos de Oliveira Lima  
UFBA



---

Dr. Thadeu Mariniello Silva  
UFBA



---

Dr. Victor Rezende Moreira Couto  
UFG



---

Dr. André Gustavo leão  
UFMT

“Não importa aonde você parou...  
Em que momento da vida você cansou...  
O que importa é que sempre é possível e necessário "Recomeçar".  
Recomeçar é dar uma chance a si mesmo...  
É renovar as esperanças na vida e o mais importante...  
Acreditar em você de novo.”

*Carlos Drummond de Andrade*

*Aos meus pais, **Silvinha e Flávio**, pelo amor e confiança a mim dedicados. Pelos exemplos de honestidade e perseverança. Por todo estímulo e apoio, que foram fundamentais para que eu pudesse alcançar meus objetivos.*

*Às minhas irmãs, **Cibelle e Nicolle**, pela amizade e auxílio nos momentos oportunos.*

*Aos meus sobrinhos, **Flávio Daniel e Davi**, pelos momentos divertidos e descontraídos que sempre me proporcionam.*

*Ao **filho** que carrego em meu ventre, que por mais dificuldades que já passamos juntos, enche meu peito de amor e esperanças, transformando a minha vida em plena felicidade. Me faz feliz!*

***Dedico.***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, sobretudo, por estar ao meu lado sempre e ter me dado forças todo dia para seguir em frente e concluir meu objetivo.

A minha família pelo incentivo e confiança. Em especial, aos meus pais, Silvinha e Flávio, as minhas irmãs Cibelle e Nicolle, aos meus sobrinhos, Flavinho e Davi e ao meu noivo Ossival. Estes que foram e sempre serão o meu alicerce.

Em especial, ao meu Orientador prof. Ronaldo Lopes Oliveira, obrigada por sempre me estimular a seguir em frente, mesmo com meus fraquejos, sempre de forma empática e amigável, pela amizade, orientação e ensinamentos, pela confiança e muita paciência, nada será bastante para agradecer todo o suporte.

Aos amigos Thadeu Mariniello e Rebeca Dantas, por todos momentos de conversas e conselhos e por todo auxílio dedicado a mim nessa trajetória.

À amiga e prof. Analívia Barbosa, obrigada por todos os conselhos, boas conversas e amizade formada desde o início de minha temporada na UFBA.

Ao prof. Cláudio Vaz e a todos os professores que fizeram parte dessa caminhada, pelo ensino e auxílio sempre que foi preciso.

À minha amiga, parceira e companheira desde o início dessa trajetória, Jusaline Vieira (Jusa), pelos momentos de felicidade, de risadas, parceria durante os experimentos e análises laboratoriais, pela amizade concreta fora da vida acadêmica, estivemos sempre juntas nos momentos felizes e complicados de nossas vidas, sempre dispostas a ajudar uma a outra.

Aos graduandos Daniela Cotrim, Everton, Pamela, Carol, Claudia, Luanda, Aline, Rodrigo, Tainá e a todos que colaboraram, durante a execução do experimento.

Aos amigos de pós-graduação Polyana, Suzana, Larissa, Daniela, Neiri, Fernanda, Camilinha e todos que pude desfrutar de bons momentos ao longo dessa caminhada.

Aos amigos e pósdocs Anny Graycy, Thiago, Thiago Cunha, Jaqueline, Nilton, Caius, Marcondes, por todo suporte e ajuda durante o experimento, pelas dúvidas resolvidas e amizade formada.

Aos funcionários da fazenda experimental, Sr. Geovane, Sr. Edgar, Sr. Zé Antônio, Sr. Flor, Reginaldo, Fernando, Dona Joaninha, Luciana e Isaura, pelos serviços prestados durante o período do experimento, e pela imensa amizade que sempre esteve presente.

Aos amigos Henry Daniel, Fernanda Gerty, os melhores padrinhos que eu poderia ter, obrigada por sempre estarem do meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis, por não me deixarem fraquejar e nem desanimar, por me proporcionarem sempre um sorriso no rosto e um ombro amigo, por sempre terem algo bom a me dizer, por todo o suporte e amizade.

À Universidade Federal da Bahia, pelo crescimento profissional proporcionado.

À Capes, pela concessão da bolsa e financiamento deste estudo.

À todos que de forma direta e indireta me auxiliaram a concluir mais essa etapa em minha vida.

É difícil transformar em palavras a gratidão por todos que me apoiaram durante toda minha vida, e agora em especial na minha formação acadêmica, por isso agradeço.

**A todos, o meu Muito Obrigada!**

## **BIOGRAFIA**

Emellinne Ingrid de Sousa Costa, filha de José Flávio da Costa e Silvinha de Sousa Costa, nasceu em 04 de março de 1988, em Sobral – CE.

Em julho de 2006, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA em Sobral – CE, finalizando o mesmo em julho de 2011.

Em 11 de julho de 2011, foi aprovado na seleção de mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Federal da Bahia – UFBA.

Em agosto de 2011, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal da Bahia – UFBA. Concentrando estudos em comportamento ingestivo de ruminantes, suplementação de bovinos e nutrição de ruminantes, e em 19 de abril de 2013, submeteu-se à banca para Defesa de Dissertação, sendo “Aprovada”.

Em Agosto de 2014, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia – UFBA, sob a orientação do prof. Ronaldo Lopes Oliveira. Concentrando estudos em uso de alimentos alternativos para ruminantes.

COSTA, Emellinne Ingrid de Sousa. **TANINOS CONDENSADOS NA DIETA DE CORDEIROS**. 2019. – 89 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

## RESUMO

O mercado consumidor está cada vez mais exigente em relação ao consumo de alimentos considerados saudáveis e por esse motivo diversos estudos têm sido realizados buscando alternativas que promovam melhorias na qualidade da carne. Este estudo foi desenvolvido com o intuito de avaliar as características produtivas de cordeiros alimentados com dietas contendo tanino condensado, bem como avaliação da qualidade da carne destes animais. Foram utilizados 40 ovinos machos SPRD não-castrados, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições/tratamentos. Os tratamentos corresponderam a níveis de inclusão de 0, 2, 4, 6 e 8% de tanino condensado (TC) na matéria seca. O experimento teve duração de 75 dias precedidos de 10 dias de adaptação, durante todo o período experimental foram avaliados o consumo e o desempenho dos animais, foi realizado também o ensaio de digestibilidade, onde foram quantificadas e coletadas amostras de sobras e fezes de cada animal durante esse período. Ao final do período experimental foi realizada coleta de sangue dos animais para dosagem de ureia, colesterol, triglicerídeos, glicose, proteínas totais, albumina, creatinina, e as enzimas hepáticas. Ao final do experimento os animais foram abatidos, após o abate foram determinadas os pesos e rendimentos das carcaças, cortes comerciais, morfometria, qualidade da carne, características físico-químicas, composição dos ácidos graxos e os atributos sensoriais. Os dados encontrados foram analisados por meio do software SAS® 9.1, com contrastes polinomiais para avaliar o efeito linear e quadrático e o efeito descontínuo *Linear Response Plateau* – LRP dos níveis, a 5% de significância. Foi observado efeito LRP até 4% de TC para as variáveis de consumo diário, consumo em peso corporal e metabólico das frações nutricionais. A digestibilidade dos nutrientes apresentou efeito linear decrescente, exceto para carboidrato não fibroso, este aumentou. No perfil metabólico obteve-se efeito linear decrescente para as concentrações de ureia, e efeito quadrático negativo para gama-glutamyltransferase, os demais metabólitos não foram influenciados pela adição de TC na dieta. O teor de N consumido, N retido e N urinário apresentaram efeito LRP com a inclusão de TC, e os animais do tratamento 6,0 e 8,0% TC apresentaram balanço de nitrogênio negativo. Observou-se efeito LRP até 4% para

PF, GPT e GMD. Os pesos e rendimentos de CQ e CF, AOL, EGS, tiveram efeito linear decrescente. As medidas morfométricas na carcaça tiveram efeito linear decrescente para circunferência de perna, perímetro de peito e perímetro de garupa, bem como para o ICC e o peso dos cortes comerciais. Os valores de pH tiveram efeito quadrático positivo, e os parâmetros L, a e Chroma de cor apresentaram redução linear. O teor de EE na carne demonstrou efeito LRP até 4% de TC. No perfil de ácidos graxos, a inclusão de até 8% de TC na MS, promoveu efeito linear crescente para os ácidos graxos C12:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:4, C20:5 e C22:5, e efeito linear crescente para o percentual de AGPI, ácidos graxos de cadeia ímpar e índice de aterogenicidade, as enzimas  $\Delta 9$  dessaturase<sup>16,18</sup> apresentaram efeito linear decrescente. O atributo sensorial apresentou efeito somente para maciez, reduzindo significativamente. A inclusão de tanino condensado na dieta torna-se viável, desde que seja respeitado o nível máximo de 4% na matéria seca, níveis acima devem ser evitados, uma vez que ocasiona efeitos deletérios no consumo, na digestibilidade, e mantém os animais em balanço nitrogênio negativo. No entanto, quando se relaciona a qualidade da carne, níveis de até 4% de TC não afetaram o desempenho dos animais, como também não trouxeram vantagem e benefício no perfil de ácidos graxos na carne, que seria o principal objetivo. Níveis acima é prejudicial à produção animal, visto que reduz o desempenho dos animais resultando em carcaças de qualidade inferior.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, compostos fenólicos, ruminantes, tanino condensado

## ABSTRACT

The consumer market is increasingly demanding in relation to the consumption of foods considered healthy and for this reason several studies have been carried out searching for alternatives that promote improvements in the quality of the meat. This study was developed with the aim of evaluating the productive characteristics of lambs fed diets containing condensed tannins, as well as evaluating the meat quality of these animals. 40 non-castrated male SPRD sheep were used, distributed in a completely randomized design with five treatments and eight replications / treatments. The treatments corresponded to inclusion levels of 0, 2, 4, 6 and 8% of condensed tannin (TC) in the dry matter. The experiment had a duration of 75 days preceded by 10 days of adaptation, throughout the experimental period were evaluated the consumption and performance of the animals, was also performed the digestibility test, where were quantified and collected samples of leftovers and feces of each animal during this period. At the end of the experimental period, blood was collected from the animals for the determination of urea, cholesterol, triglycerides, glucose, total proteins, albumin, creatinine, and hepatic enzymes. At the end of the experiment the animals were slaughtered, after carcass weights, commercial cuts, morphometry, meat quality, physicochemical characteristics, fatty acid composition and sensorial attributes were determined. The data were analyzed using SAS® 9.1 software, with polynomial contrasts to evaluate the linear and quadratic effect and the Linear Response Plateau - LRP discontinuity effect of the levels, at 5% significance level. LRP effect was observed up to 4% of TC for the variables of daily consumption, body weight and metabolic consumption of nutritional fractions. The digestibility of the nutrients presented linear decreasing effect, except for non-fibrous carbohydrate, this increased. In the metabolic profile, there was a linear decreasing effect for urea concentrations, and a quadratic negative effect for gamma-glutamyltransferase, the other metabolites were not influenced by the addition of CT in the diet. The content of N consumed, N retained and N urinary presented LRP effect with the inclusion of CT, and the animals of the treatment 6.0 and 8.0% TC presented negative nitrogen balance. LRP effect was observed up to 4% for PF, GPT and GMD. The weights and yields of CQ and CF, AOL, EGS, had linear decreasing effect. Morphometric measures in the carcass had a linear decreasing effect for leg circumference, chest perimeter and croup perimeter, as well as for ICC and the weight of commercial cuts. The pH values had a quadratic positive

effect, and the L, a and Chroma color parameters presented linear reduction. The EE content in the meat showed LRP effect up to 4% CT. In the fatty acid profile, the inclusion of up to 8% of TC in MS promoted a linear effect increasing for the fatty acids C12: 0, C16: 1, C18: 0, C18: 1, C18: 2, C18: 3, C20 : 4, C20: 5 and C22: 5, and increasing linear effect for the percentage of PUFA, odd-chain fatty acids and atherogenicity index,  $\Delta 9$  desaturase enzymes<sup>16,18</sup> showed a linear decreasing effect. The sensorial attribute showed only effect for softness, reducing significantly. The inclusion of condensed tannin in the diet becomes feasible, provided that the maximum level of 4% in dry matter is respected, above levels should be avoided, since it causes deleterious effects on consumption, digestibility, and keeps the animals in balance nitrogen. However, when meat quality was related, levels of up to 4% TC did not affect the performance of the animals, nor did they bring advantage and benefit in the profile of fatty acids in the meat, which would be the main objective. Levels above is detrimental to animal production as it reduces the performance of the animals resulting in inferior carcasses.

**Key words:** condensed tannin, fatty acids, phenolic compounds, ruminants

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO I: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PERFIL METABÓLICO E BALANÇO DE NITROGÊNIO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE TANINO CONDENSADO**

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

**Tabela 2.** Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais

**Tabela 3.** Consumo diário dos componentes nutricionais expressos em g/dia, % PC e g/PC<sup>0,75</sup>, de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 4.** Coeficiente de digestibilidade das frações nutricionais (%) de dietas contendo níveis de tanino condensado para cordeiros

**Tabela 5.** Perfil metabólico de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 6.** Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado, expressos em g/dia

### **CAPÍTULO II: DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE TANINO CONDENSADO**

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

**Tabela 2.** Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais

**Tabela 3.** Perfil de ácidos graxos do Feno de Tifton 85 e dos concentrados experimentais, expressos em % de área

**Tabela 4.** Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 5.** Pesos e rendimentos de carcaças quente e fria de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 6.** Perda por resfriamento, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea em cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 7.** Medidas morfométricas da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 8.** Pesos e rendimentos dos cortes comerciais em cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 9.** Características físico-químicas da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 10.** Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado, expresso em percentual

**Tabela 11.** Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 12.** Concentração de ácidos graxos e índice de aterogenicidade e trombogenicidade do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

**Tabela 13.** Análise sensorial da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO I: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PERFIL METABÓLICO E BALANÇO DE NITROGÊNIO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE TANINO CONDENSADO**

**Figura 1.** Efeito quadrático e LRP na relação entre o consumo de MS, MO, PB e EE e o nível de tanino condensado incluído na dieta de cordeiros

**Figura 2.** Efeito quadrático e LRP na relação entre o consumo de FDN<sub>cp</sub> e CNF<sub>cp</sub> e o nível de tanino condensado incluído na dieta de cordeiros

### **CAPÍTULO II: DESEMPENHO, MORFOMETRIA E CARACTERÍSTICA DE CARCAÇA, QUALIDADE DA CARNE E ANÁLISE SENSORIAL DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE TANINO CONDENSADO**

**Figura 1.** Efeito quadrático e LRP na relação entre o ganho de peso total e ganho médio diário e o nível de tanino condensado incluído na dieta dos cordeiros

**Figura 2.** Efeito quadrático e LRP na relação entre o teor de extrato etéreo no músculo *Longissimus dorsi* e o nível de tanino condensado incluído na dieta dos cordeiros

## LISTA DE ABREVIATURAS

%	Percentual
°C	Grau Celsius
a*	Intensidade de Componente Vermelho-Verde
AG/FA	Ácidos Graxos
AGI/UFA	Ácidos Graxos Insaturados
AGMI/ MUFA	Ácidos Graxos Monoinsaturado
AGPI/ PUFA	Ácidos Graxos Poliinsaturados
AGS/ SFA	Ácidos Graxos Saturados
AGV	Ácidos Graxos Voláteis
ALT	Alanina Aminotransferase
AOL	Área de Olho de Lombo
AST	Aspartato Aminotransferase
b*	Intensidade de Componente Amarelo-Azul
CD	Coeficiente de Digestibilidade
CLA	Ácido Linoléico Conjugado
CNF	Carboidrato Não Fibroso
CRA/ WHC	Capacidade de Retenção de Água
DFD	Carne Escura, Firme e Seca
DHA	Ácido Docosahexaenóico
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DPA	Ácido Docosapentaenóico
EE	Extrato Etéreo
EE <sub>d</sub>	Extrato Etéreo Digestível
EGS	Espessura de Gordura Subcutânea
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
EPM	Erro Padrão da Média
FAME	Éster Metílico de Ácido Graxo
FC	Força de Cisalhamento
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDN <sub>cp</sub>	Fibra em Detergente Neutro Corrigida para Cinzas e Proteína
FDN <sub>d</sub>	Fibra Em Detergente Neutro Digestível
GGT	Gamaglutamiltransferase
GMD	Ganho Médio Diário
GP	Ganho de Peso
h	Horas
IA	Índice de Aterogenicidade
ICC	Índice De Compacidade Da Carcaça
IT	Índice de Trombogenicidade
kg	Quilograma
Kgf	Quilograma-Força
L*	Luminosidade
LRP	Linear Response <i>Plateau</i>
MO	Matéria Orgânica
MS/DM	Matéria Seca
N	Nitrogênio
n-3	Ácidos Graxos Poliinsaturados da Série Ômega-3
n-6	Ácidos Graxos Poliinsaturados da Série Ômega-6

NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
PB	Proteína Bruta
PBd	Proteína Bruta Digestível
PC	Peso Corporal
PCF	Peso de Carcaça Fria
PCQ	Peso de Carcaça Quente
PF	Peso Final
PIDN	Proteína Insolúvel em Detergente Neutro
PPC	Perda de Peso por Cocção
PSE	Carne Pálida, Flácida e Exudativa
PVA	Peso Vivo ao Abate
RC	Rendimento de Carcaça
SIF	Sistema de Inspeção Federal
SPRD	Sem Padrão Racial Definido
TC/CT	Tanino Condensado
TH	Tanino Hidrolisáveis

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	20
REVISÃO DE LITERATURA .....	23
Ovinocultura no semiárido .....	23
Característica química dos taninos e seu efeito na nutrição de ruminantes .....	24
Efeito do tanino condensado sobre a qualidade da carne .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30
CAPÍTULO I.....	37
RESUMO .....	38
INTRODUÇÃO .....	40
MATERIAL E MÉTODOS .....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
CONCLUSÃO .....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54
CAPÍTULO II .....	58
RESUMO .....	59
ABSTRACT .....	60
INTRODUÇÃO .....	62
MATERIAL E MÉTODOS .....	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
CONCLUSÃO .....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	89

## INTRODUÇÃO GERAL

O Semiárido brasileiro apresenta em sua flora, plantas com potencial forrageiro que possuem características distintas, como a presença de compostos secundários nas plantas, estes compostos são provenientes de metabolismo secundário e garantem a planta um mecanismo de defesa para que a planta consiga fechar o seu ciclo de vida. Estes compostos têm sua classificação original como compostos antinutricionais, podendo gerar efeitos deletérios na produção animal, que vão desde a redução do consumo (SANTOS et al., 2010), afetar a digestibilidade da dieta (ORLANDI et al., 2015) e até causar danos à mucosa intestinal (HUANG et al., 2018).

Dentre os compostos secundários, os taninos ocorrem em maior profusão, são caracterizados quimicamente como compostos fenólicos devido a presença de grupamentos hidroxilafenólicos, alto peso molecular e a capacidade de complexar proteínas, sendo classificados principalmente em dois grupos: taninos hidrolisáveis (TH), taninos condensados (TC) também conhecidos como proantocianidinas (COSTA, 2016; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Os taninos condensados têm sua classificação original como compostos antinutricionais capazes de comprometer a digestibilidade da matéria seca principalmente por reduzir a disponibilidade da proteína para os microrganismos ruminais (BHATTA et al., 2009). Entretanto, tem sido observado que esses compostos, a depender da quantidade, podem ter efeitos benéficos sem comprometer a digestibilidade (BHATTA et al., 2009), como a redução da biohidrogenação dos lipídeos no rúmen e consequente melhoria na qualidade da carne (KHIAOSA-ARD et al., 2009).

Sabendo desta particularidade referente aos taninos, diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de verificar o efeito dos taninos condensados sobre a atividade microbiana no rúmen, demonstrando que estes compostos são capazes de interferir no processo de biohidrogenação e com isso proporcionar maior concentração de ácidos graxos poliinsaturados e conjugados no rúmen e nos tecidos dos animais (VASTA & LUCIANO, 2011; KHIAOSA-ARD et al., 2009). Uma vez que, O consumo de carne vermelha vem sendo relacionado ao aumento de doenças cardiovasculares, principalmente quando atribuído à hábitos não considerados saudáveis como o fumo, sedentarismo e a prevalência de doenças como hipertensão e diabetes (KONTOGIANNI et al., 2008). Isso se deve à um maior percentual de ácidos graxos saturados encontrado na carne de animais ruminantes.

Segundo a FAO (2018), o Brasil está entre os países que produziram mais carnes, com aumento de 2,1%. Sendo a de frango a mais produzida, seguido pela suína, bovina e ovina. O consumo de carne ovina é considerado baixo, segundo Alves et al. (2014), estando em torno de 0,7 kg. A baixa frequência de consumo atual pode ser explicada devido a insatisfação com o preço e a disponibilidade de compra por parte dos consumidores, mesmo tendo conhecimento que a carne ovina é considerada saudável ao ponto de vista nutricional, quando comparada a outras espécies (FIRETTI et al., 2013).

Na aquisição de carne ovina, o consumidor tem apresentado um padrão de exigência e preferência, sendo caracterizada por carnes macias, suculentas e com pouca quantidade de gordura. O que possibilita ao produtor estabeleça um planejamento que favoreça o seu produto, reduzindo os custos de produção e fornecendo um produto que atenda aos requisitos determinados por parte dos consumidores (ALVES et al., 2014; FIRETTI et al., 2017).

No intuito de promover melhorias ao perfil lipídico na carne destes animais, favorecendo a incidência de compostos funcionais, estratégias alimentares, como a adição de fontes lipídica da dieta de animais ruminantes (NGUYEN et al., 2018; FERREIRA et al., 2014; JERÓNIMO et al., 2010) estão sendo desenvolvidas que permitam ao produtor melhorias na produtividade do rebanho e permitindo fornecer um produto de qualidade ao mercado.

Segundo Medeiros et al. (2011), o ácido linoléico conjugado (CLA), vem se destacando como um composto funcional existente na carne de animais ruminantes, e juntamente com os ácidos poliinsaturados dos grupos ômega 3 e 6, aos quais são atribuídos diversos benefícios à saúde humana, como efeito anticarcinogênico e redução no risco de doenças cardiovasculares (MOURÃO et al., 2005).

O uso do tanino condensado na dieta implica na redução da atividade microbiana no interior do rúmen (MIN et al., 2003), consequentemente interferindo na biohidrogenação dos lipídios insaturados presentes na dieta. Resultando na isomerização gradual do ácido graxo linoleico, formando isômeros da cadeia do C18:2, o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) na fase intermediária, e ao final do processo ocorre a formação do ácido esteárico (C18:0) (VASTA & LUCIANO, 2011), propiciando uma menor concentração de AGS e consequentemente elevando a concentração de AGMI e AGPI na carne (MIN et al., 2003), uma vez que o consumo de carne vermelha vem sendo relacionado ao aumento de doenças cardiovasculares, principalmente quando atribuído à hábitos não considerados

saudáveis como o fumo, sedentarismo e a prevalência de doenças como hipertensão e diabetes (KONTOGIANNI et al., 2008), devido ao maior percentual de AGS. .

Desta maneira, objetivou-se com este estudo testar a hipótese de que a inclusão de taninos condensados em dieta acrescidas com óleo vegetal, para cordeiros permite a manipulação da composição dos ácidos graxos, favorecendo a deposição de maior quantidade de ácidos graxos insaturados na carne, proporcionando melhor qualidade físico-química, nutricional e sensorial na carne.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Ovinocultura no semiárido

O Brasil possui o 20º maior rebanho de ovinos no mundo, com um efetivo de 18,4 milhões de cabeça. Dos países da América do Sul, é o país com maior rebanho, onde 67% concentra-se na Região Nordeste, com destaque para o Estado da Bahia, com 3,8 milhões de cabeças (IBGE, 2017). Nessa região, a ovinocultura tem se destacado, principalmente por ser fonte de renda e subsistência, e por apresentar um clima semiárido, onde o bioma predominante é a caatinga, a vegetação é composta por plantas lenhosa e arbustos, geralmente espinhosa e caducifólia, pertencentes à família das leguminosas e euforbiáceas, cactáceas e bromeliáceas, que possuem potencial forrageiro que muito contribui com a alimentação animal (CAMPOS et al., 2017; SANTOS et al., 2010).

A vegetação xerófila é resistente ao clima seco e de baixa precipitação pluviométrica, mas ainda assim, o rendimento forrageiro é influenciado diretamente pela época do ano, especificamente pela estação seca (longos períodos de estiagem) e chuvosa (alta incidência de chuvas), tendo efeito direto no hábito alimentar dos animais. Segundo Araújo Filho & Crispin (2002), na estação chuvosa os animais tendem a consumir principalmente o estrato herbáceo, enquanto na estação seca as espécies arbustivas tornam-se a principal fonte forrageira para os animais. Entretanto, nesse período há uma maior incidência de compostos secundários nas plantas, compostos estes que agem como mecanismos de defesa, dificultando o acesso de parasitas, insetos e herbívoros, garantindo a planta a possibilidade de completar seu ciclo de vida.

De acordo com Speed et al. (2015), o metabolismo secundário foi assim estabelecido como uma série de vias metabólicas não necessária aos processos essenciais de desenvolvimento e crescimentos da planta, o que permite ser diversificado e de classificação livre. Podem ser classificados em três grandes grupos: terpenos (onde estão inclusos os óleos essenciais), alcalóides (amplamente utilizados na indústria farmacêutica) e compostos fenólicos (flavonóides, lignanas, taninos – hidrolisáveis e condensado, entre outros) (COSTA, 2016; BENEVIDES et al., 2011).

Dentre os compostos fenólicos existentes nas plantas, os taninos ocorrem em maior abundância e são usualmente considerados como fatores antinutricionais devido seu efeito direto na digestibilidade da fração proteica, uma vez que forma complexo com as proteínas

impossibilitando a atividade enzimática por parte dos microrganismos e até mesmo causar danos à mucosa do trato gastrointestinal (DELFINO & CANNIATTI-BRAZACA, 2010).

Afim de amenizar os efeitos negativos relacionados a presença destes fatores antinutricionais na alimentação animal, diversas pesquisas têm mostrado que a baixa concentração destes metabólitos secundários pode influenciar positivamente na produção animal, desde a melhoria no consumo (VALENTI et al., 2018; ORLANDI et al., 2015), controle de patógenos (JAYANEGARA et al., 2012) até a redução de gases poluentes ao efeito estufa proveniente da produção animal (PATRA & SAXENA, 2010).

### **Característica química dos taninos e seu efeito na nutrição de ruminantes**

Dentre os compostos secundários, os taninos despertam maior atenção, sendo considerado os compostos mais estudados na alimentação de animais ruminantes devido a sua ação direta na microbiota ruminal, podendo depreciar ou favorecer a fermentação e consequentemente o desenvolvimento animal.

Os taninos são compostos fenólicos, proveniente do metabolismo secundário das plantas por meio da rota do ácido chiquímico, caracterizados quimicamente pela presença de grupamentos hidroxilafenólicos, ou seja, hidroxilas ligadas à um fenol, que possuem alto peso molecular e apresenta afinidade em formar complexo com as proteínas (COSTA, 2016; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Os taninos são classificados principalmente em 3 grandes grupos: taninos hidrolisáveis (TH), taninos condensados (TC) também referidos como proantocianidinas, e florotaninos (FT). Os dois primeiros grupos (TH e TC) são encontrados em plantas terrestres, enquanto FT ocorre apenas em algas marinhas marrons e em pequenas quantidades em algas vermelhas (HUANG et al., 2018).

Taninos hidrolisáveis, ou ácido tânico, possuem um grupo poliol central (geralmente D-glicose), são solúveis em água, podendo ser parcialmente ou totalmente esterificado em ácido gálico, com peso molecular variando de 500 a 3.000 Daltons (Da). São propensos à hidrólise por ácidos, bases ou esterases, o que os tornam facilmente degradados e absorvidos no trato digestivo, podendo causar efeitos tóxicos nos animais (HUANG et al., 2018; ORLANDI, 2016; PATRA & SAXENA, 2010).

Os taninos condensados são proantocianidinas que compreendem unidades de monômeros de flavonoides (flavan-3-ol), que incluem catequina, epicatequina,

galocatequina e epigallocatequina. Possuem estruturas mais complexas que os TH, com peso molecular variando entre 1.000 a 20.00 Da, e somente ácidos forte e hidrólise oxidativa podem afetar a estrutura dos TC, uma vez que eles não são passíveis à ação de degradação anaeróbia (HUANG et al., 2018; McSWEENEY et al., 2001).

São utilizados no curtimento de couro devido a sua interação existente entre proantocianidina e proteínas, tornando o couro cru biodegradável em couro resistente à degradação bacteriana. Comumente os TC estão presente nas uvas, e devido a interação existente com as proteínas salivares, acaba gerando um sabor adstringente, sendo bastante apreciado na indústria de produção vinhos (GARCÍA-LOMILLO & GONZÁLEZ-SANJOSÉ, 2017; PARKER et al., 2007). Entretanto, quando relacionada a alimentação animal, essa adstringência prejudica o consumo por parte do animal, devido à baixa palatabilidade, além de inibir o crescimento microbiano no interior do rúmen, por reduzir a concentração de substratos necessário para desenvolvimento dos microrganismos (JERÓNIMO et al., 2010).

Os taninos são considerados por promover efeitos adversos à nutrição de animais ruminantes, a depender da concentração e da estrutura química, além de outros fatores como a espécie animal, estado fisiológico e composição da dieta (MAKKAR, 2003). Devido a sua alta complexidade com as proteínas os taninos podem reduzir a digestibilidade de proteína e carboidratos e em consequência o desempenho animal. No entanto, algumas pesquisas têm demonstrado que baixas concentrações de tanino na dieta de animais ruminantes podem trazer benefícios à produção (MAKKAR, 2003) desde a redução da metanogênese (GOEL & MAKKAR, 2012), melhor eficiência na síntese de proteína microbiana (PERNA Jr. et al., 2017).

As plantas forrageiras existentes na caatinga apresentam alto teor de proteína bruta, no entanto, a presença de metabólitos secundários na planta, em especial os taninos, conferem à uma baixa digestibilidade dos nutrientes. Uma vez que os taninos, podem ser considerados como fator antinutricional, em virtude das propriedades antimicrobianas, antimetanogênicas, antioxidantes e moduladora ruminal (PATHAK et al., 2016).

Embora a formação de complexos com as proteínas seja uma propriedade universal para todos os taninos, a atividade antimicrobiana dos taninos está intimamente relacionada com a composição química e estrutura dos taninos. Sendo a membrana celular microbiana o sítio primário da ação inibitória por taninos, agindo diretamente contra as bactérias *Gram*-positivas, uma vez que as *Gram*-negativas, possuem uma membrana externa com

estrutura de bicamada lipídica composta por uma camada externa de lipopolissacarídeo e proteínas e uma camada interna composta de fosfolipídios, dificultando assim a agregação celular e conseqüentemente causando alterações morfológicas da parede celular e aumentando a permeabilidade da membrana, ou até mesmo a ruptura, impedindo suas funções celulares (LIU et al., 2013; SMITH e MACKIE, 2004).

Segundo Ou & Gu (2014), os TC são uma fração existente na planta que não estão disponíveis para absorção, e somente as proantocianidinas solubilizadas na parte aquosa podem ser absorvidas no intestino delgado por difusão passiva, uma vez que elas não possuem um transportador identificado, através da despolimerização de oligômeros de proantocianidinas em fluido gástrico (pH 2,0 e 37 °C), como afirma Spencer et al. (2001) em estudo com ratos. Entretanto, Rios et al. (2002) em estudos com humanos relata que as proantocianidinas permaneceram estáveis durante todo o processo gástrico, corroborando com Serra et al. (2010) e Gu et al. (2014), onde estes pesquisadores afirmam que proantocianidinas com graus de polimerização acima de 5 não são absorvíveis e que a sua biodisponibilidade diminui com o aumento do tamanho molecular, juntamente com a composição nutricional da dieta, sendo menos absorvíveis quando a dieta é rica em carboidratos e pobre em proteína.

No caso do uso de TC na alimentação de animais ruminantes, estes passam por uma fermentação microbiana inicialmente e segundo Gu et al. (2003) em estudos com proantocianidinas de tipo A e B, afirmam que as do tipo A possuem ligações mais rígidas quando comparadas ao do tipo B, no entanto a maioria dos estudos relacionados à degradação de proantocianidinas foram realizados com a microbiota fecal humana e os resultados variam de acordo com os doadores (saudáveis ou não), além disso a maioria das bactérias do cólon humano não são cultiváveis em meio *in vitro* o que dificulta a descoberta de espécies bacterianas relacionadas à degradação de proantocianidinas, bem como a identificação dos metabólitos (OU & GU, 2014).

A complexação entre TC e proteínas se dá pela formação de pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas, no entanto a formação do complexo depende tanto da estrutura do TC quanto da proteína, levando em consideração o ponto isoelétrico da proteína e o pH do meio, formando um revestimento de tanino sobre a proteína e através de um mecanismo de adsorção leva a precipitação do complexo TC-proteína (NAUMANN et al, 2017; DOBREVA et al., 2011), favorecendo a absorção de aminoácidos à nível intestinal, uma

vez que o complexo TC-proteína exercerá a função de proteína não degradável no rúmen (PNDR). No entanto, a eficiência do complexo é altamente variável, seja pela variação na concentração e característica da proteína da dieta, bem como pela estrutura do TC presente no rúmen, além disso o perfil nutricional da dieta pode alterar o pH ruminal (NAUMANN et al., 2017).

Waghorn (2008), relata que os TC quando presentes na dieta em concentrações inferiores à 30g de TC/ Kg de MS, promovem efeito benéfico à eficiência da produção de ruminantes, pois reduz a degradação da proteína no rúmen, aumentando a quantidade de proteína dietética que atinge o intestino delgado para absorção. Em contrapartida, concentrações maiores à 50g de TC/ Kg de MS, impediria o consumo de ração devido à sua natureza adstringente bem como, reduziria a digestão de proteínas e outros nutrientes ao “proteger” a proteína, diminuir a atividade microbiana do rúmen por redução da quantidade de substrato necessário ao desenvolvimento microbiano e inibir as atividades das enzimas digestivas endógenas, afetando negativamente o desempenho animal.

Como o TC possui ação antimicrobiana sobre as bactérias, principalmente as *Gram*-positivas, o que favorece a incidência de outros microrganismos no rúmen, diversas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de modular a fermentação ruminal, focando na melhoria da produtividade do rebanho (aumento do ganho de peso diário, produção de leite, qualidade da carne) e minimizar o impacto ambiental relativo ao acúmulo de gases causadores do efeito de estufa, particularmente pela emissão de metano pelos animais (COTTLE et al. 2011) e questões relacionadas à saúde humana através da produção de alimentos de origem animal com uma qualidade dietética particular (JAYANEGARA, 2012) está atribuída à concentração de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), em especial ácidos graxos n-3 (BARCELO-COBLIJN e MURPHY 2009), e ácido linoleico conjugado (CLA) (BENJAMIN e SPENER, 2009).

### **Efeito do tanino condensado sobre a qualidade da carne**

A carne ovina pode ser influenciada por diversos fatores como idade, sexo, genética, alimentação e manejo, tendo efeito direto na proporção dos tecidos e a conformação da carcaça (PAULA et al., 2017; SAÑUDO, 1992). Monteiro et al. (2007), relatam que a carne de animais ruminantes, em especial a de cordeiros, apresentam maiores

concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados e em menor concentração os poliinsaturados (AGPI), o que levou a carne ovina a estar relacionada com o aparecimento de doenças cardiovasculares quando incluídas na alimentação humana (FRANCO, 2010).

No rúmen ocorre também o processo de biohidrogenação, no qual os ácidos graxos da dieta que estão na forma de galactolipídeos e triglicerídeos são hidrolisados pela ação das enzimas lipolíticas microbianas liberando os ácidos graxos livres, ficando suscetíveis à ação das bactérias ruminais responsáveis pela biohidrogenação (MEDEIROS et al., 2015). Com base nisso, o efeito esperado com o uso do tanino condensado na dieta é que ele funcione como um modulador e provoque uma redução da atividade dos microrganismos presentes no rúmen (MIN et al., 2003), interferindo na biohidrogenação dos lipídios insaturados presentes na dieta. Onde o ácido graxo linoléico (C18:2 *cis*-9, *cis*-12) ingerido na dieta é gradualmente isomerizado, resultando na formação de isômeros da cadeia do C18:2 e, dentre entre eles, estão o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) na fase intermediária, e no final do processo está o ácido esteárico (C18:0) (VASTA & LUCIANO, 2011).

A inibição da biohidrogenação, em particular a última etapa da conversão de ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) em ácido esteárico (C18:0), proporciona menor concentração final de AGS, aumentando as concentrações de AGMI e AGPI que conseqüentemente serão incorporados na carne por absorção pelo intestino delgado do animal (MIN et al., 2003), em paralelo a biohidrogenação ruminal resulta em intermediários, onde o ácido linoleico conjugado (CLA - C18:2 *cis*-9, *trans*-11) é o um dos AG formados que vem sendo associado em promover ação benéfica à saúde humana, pois possui suas ações anticarcinogênica, antiadipogênica, antidiabetogênica e efeitos anti-inflamatórios (PATRA, 2014; JERÓNIMO et al., 2010), além da dieta o CLA pode ser sintetizado na carne de forma endógena pela ação da enzima  $\Delta 9$  dessaturase, assim a absorção de outros intermediários como o vacênico pode aumentar o teor de CLA na carne.

Outros fatores além do perfil de AG devem ser levados em consideração na determinação da qualidade da carne, como o pH, cor, maciez, capacidade de retenção de água, além da avaliação sensorial que engloba diversos parâmetros.

O pH é um parâmetro importante pois o acúmulo de ácido lático é um dos responsáveis por converter o músculo em carne, 24h após o abate. Sabendo que o aumento do consumo de MS pode favorecer a deposição de glicogênio no músculo, e

consequentemente o pH final da carne, o efeito positivo da inclusão de tanino condensado na dieta de ovinos pode ocasionar o pH da carne dentro da faixa preconizada como ideal, entre 5,5 e 5,8. Uma vez que o consumo de MS, bem como a digestibilidade são beneficiados devido a formação de complexos tanino-proteína (KOZLOSKI et al., 2012), ou seja, quanto maior o acúmulo de glicogênio no músculo, maior será o potencial glicolítico, resultando em maior quantidade de ácido láctico e consequentemente reduzindo o valor de pH (ZHANG et al., 2013). Além disso, situações de estresse podem influenciar no pH da carne, que tendem a ser afetados pelo sistema de alimentação em que o animal foi submetido, como demonstra o estudo realizado por Haijii et al. (2016), onde o pH da carne de cordeiros alimentados com concentrado foi menor quando comparado aos animais a pasto (5,59 e 5,66, respectivamente), devido a maior densidade energética da dieta que favoreceu o potencial glicolítico no músculo no momento pós-abate.

A coloração da carne é outro parâmetro que influencia na avaliação da qualidade da carne, sendo um fator determinante pelo consumidor no momento da compra, quando esta apresentar uma coloração vermelho-escura, tende a ser desprezada no momento da escolha por aparentar estado de apodrecimento (OLIVEIRA et al. 2012), a coloração vermelha é influenciada pela concentração de mioglobina no músculo, enquanto a amarela pelo teor de gordura (LAWRIE, 2005). Diante disto, Luciano et al. (2009), usando o Quebracho como fonte de TC, relataram melhoria a estabilidade da cor na carne de cordeiros, onde os autores atribuem ao efeito do TC na concentração de hemoglobina e metamioglobina formada durante o período de armazenamentos.

A maciez é um outro fator determinante na qualidade da carne, sendo influenciada pelo tipo de músculo, a raça e a idade do animal, bem como o uso de aditivos na alimentação (SAÑUDO, 1992). Shackelford et al. (1997) reportam como carnes duras aquelas que apresentam força de cisalhamento superior à 6,0 kgf/cm<sup>2</sup>. O endurecimento da carne pode estar relacionado o pH, que influencia na desnaturação proteica no processo *post-mortem*, ocasionando a oxidação de proteínas miofibrilares, que agem como substrato para um sistema enzimático, conhecido como sistema das calpaínas, este sistema envolve 3 enzimas específicas: duas proteases dependente de cálcio ( $\mu$ -calpaína I e II) e um inibidor (calpastatina) (CORIA et al., 2018).

Desta maneira, este estudo propôs testar a hipótese de que a inclusão de taninos condensados em dieta acrescidas com óleo vegetal, para cordeiros permite a manipulação

da composição dos ácidos graxos, favorecendo a deposição de maior quantidade de ácidos graxos insaturados na carne, proporcionando melhor qualidade físico-química, nutricional e sensorial na carne.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L. G. C.; OSÓRIO, J. C. S.; FERNANDES, A. R. M.; RICARDO, H. A.; CUNHA, C. M. Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18; p. 2399-2415, 2014.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CRISPIM, S.M.A. Pastoreio Combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. In: Conferência virtual global sobre produção orgânica de bovinos de corte, v.1, 2002.
- BARCELO-COBLIJN G, MURPHY EJ. Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. **Progress in Lipid Research**. v.48, p.355-74, 2009.
- BENEVIDES, C.M.J.; SOUZA, M.V.; SOUZA, R.D.B.; LOPES, M.V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.18, n.2, p.67-79, 2011.
- BENJAMIN S, SPENER F. 2009. Conjugated linoleic acids as functional foods: an insight into their health benefits. **Nutrition & Metabolism**. v.6, n36. 2009.
- BHATTA, R.; UYENO, Y.; TAJIMA, K.; TAKENAKA, A.; YABUMOTO, Y.; NONAKA, I.; 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.
- CAMPOS, F.S.; GOIS, G.C.; VICENTE, S.L.A.; MACEDO, A.; MATIAS, A.G.S. Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no semiárido. **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v.14, n.2, p.5004-5013, 2017.
- CORIA, M.S.; CARRANZA, P.G.; PALMA, G.A. Calpain System in meat tenderization: A molecular approach. **Journal MVZ Córdoba**, v. 23, n.1, p.6523-6536, 2018.

- COSTA, M.M. Triagem fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante da espécie *Hyptis Pectinata*, 84p. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2016.
- COTTLE, D. J.; NOLAN, J. V.; WIEDEMANN, S. G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, v. 51, n. 6, p. 491-514, 2011.
- DELFINO, R.A.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Polyphenol and protein interaction and the effect on protein digestibility in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivar Perola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.2, p. 308-312, 2010.
- FERREIRA, E.M.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; GENTIL, R.S.; PARENTE, M.O.M.; NOLLI, C.P.; MENEGHINI, R.C.M.; MENDES, C.Q.; RIBEIRO, C.V.D.M. Growth, feed intake, carcass characteristics, and meat fatty acid profile of lambs fed soybean oil partially replaced by fish oil blend. **Animal Feed Science and Technology**, v.187, p. 9–18, 2014.
- FIRETTI, R.; ALBERTI, A.L.L.; ZUNDT, M.; CARVALHO FILHO, A.A.; OLIVEIRA, E.C. Identificação de Demanda e Preferências no Consumo de Carne Ovina com Apoio de Técnicas de Estatística Multivariada. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 55, n. 4, p. 679-692, 2017.
- FIRRETI, R.; OLIVEIRA, E.C.; OLIVEIRA, D.E.S.; CARVALHO FILHO, A.A. Características e preferências de consumo de carne ovina nas cidades de Londrina e Maringá. **Synergismus scyentifica UTFR**, Pato Branco, v.8, n.2, 2013.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Meat Market Review, April 2018. FAO, Rome. Disponível em <<http://www.fao.org/3/I9286EN/i9286en.pdf>> acessado em setembro de 2018.
- FRANCO, G. Interdepartmental Committees on Nutrition for National Development. CATI/SP, 2010.
- GARCÍA-LOMILLO, J.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M.L. Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v.16, 2017.
- GOEL, G.; MAKKAR, H.P.S., Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. **Tropical Animal Health Production**. v.44, p.729–739, 2012.

- HAIJI, H.; JOY, M.; RIPOLL, G.; SMETI, S.; MEKKI, I.; GAHETE, F.M.; Mahouachi, M.; ATTI, A. Meat physicochemical properties, fatty acid profile, lipid oxidation and sensory characteristics from three North African lamb breeds, as influenced by concentrate or pasture finishing diets. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.48, p.102–110, 2016.
- HUANG, Q.; LIU, X.; ZHAO, G.; HU, T.; HU, T. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. **Animal Nutrition**. v.4, n.2, p.137-150, 2018.
- IBGE, 2017. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3939> <Acessado em março de 2018>
- JAYANEGARA, A.; LEIBER, F.; KREUZER, M. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.96, p.365–375, 2012.
- JERÓNIMO, E.; ALVES, S.P.; MARTINS, S.V.; PRATES, J.A.M.; BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, J. Effect of sodium bentonite and vegetable oil blend supplementation on growth, carcass quality and intramuscular fatty acid composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, n. 3–4, p. 136–145, 2010.
- KHIAOSA-ARD, R.; BRYNER, S.F.; SCHEEDER, M.R.L. et al. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal alpha-linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.1, p.177-188, 2009.
- KONTOGIANNI, M.D.; PANAGIOTAKOS, D.B.; PITSAVOS, C.; CHRYSOHOOU, C.; STEFANADIS, C. Relationship between meat intake and the development of acute coronary syndromes: the CARDIO2000 case–control study, **European Journal of Clinical Nutrition**. v.62, p. 171–177, 2008.
- KOZLOSKI, G.V.; HÄRTER, C.J.; HENTZ, F.; ÁVILA, S.C.; ORLANDI, T.; STEFANELLO, C.M. Intake, digestibility and nutrients supply to wethers fed ryegrass and intraruminally infused with levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. **Small Ruminant Research**. v. 106, n.2–3, p.125-130, 2012.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne** / Lawrie, R.A.; trad. Jane Maria Rubensam. – 6.ed. – Porto Alegre : Artmed, 2005.

- LIU, X.L.; HAO, Y.Q.; JIN, L.; XU, Z.J.; MCALLISTER, T.A.; WANG, Y. Anti-*Escherichia coli* O157: H7 properties of purple prairie clover and sainfoin condensed tannins. **Molecules**, v.18, p. 2183-2199, 2013.
- LUCIANO, G.; F.J. MONAHAN, F.J; VASTA, V.; L. BIONDI, L.; LANZA, M.; PRIOLO, A. Dietary tannins improve lamb meat colour stability. **Meat Science**, v. 81, p. 120–125, 2009.
- MAKKAR, H.P.S. Effect 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, p.241–256, 2003.
- McSWEENEY, C.S.; PALMER, B.; McNEILL, D.M.; KRAUSE, D.O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Thecnology**. v.91, p.83-93, 2001.
- MEDEIROS, A.N.; SILVA, T.M.; ALVES, A.R.; BEELEN, P.M.G. Inovações no manejo nutricional de ovinos e caprinos. In: **XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Maceió, AL, 2011.
- MIN, B.R; BARRY, T.N; ATTWOOD, G.T; MCNABB, W.C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1–4, p. 3–19, 2003.
- MONTEIRO, A.L.G.; FERNANDES, M.A.M.; BARROS, C.S. As pastagens e a qualidade da carne ovina para o consumo humano. 2007. Disponível em: < <http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/saude-qualidade-de-vida/as-pastagens-e-a-qualidade-da-carne-ovina-para-o-consumo-humano-34199n.aspx> >. Acesso em: 09 de outubro de 2018.
- MOURÃO, D.M.; MONTEIRO, J.B.R.; COSTA, N.M.B. et al. Ácido linoléico conjugado e perda de peso. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.18, p.391-399, 2005.
- NAUMANN, H.D.; COOPER, C.E.; MUIR, J.P. Seasonality affects leaf nutrient and condensed tannin concentration in southern African savannah browse. **African Journal of Ecology**. v. 55, p. 168-175, 2017.
- OLIVEIRA, E. A., SAMPAIO, A. A. M., HENRIQUE, W., PIVARO, T. M., ROSA, B. L., FERNANDES, A. R. M., ANDRADE, A. T. Quality traits and lipid composition

of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. **Meat science**, v. 90, n. 1, 28-35, 2012.

ORLANDI, T. Impacto nutricional da inclusão de extrato tanífero de Acácia negra (*Acacia mearnsii*) na dieta de ovinos e vacas em lactação. 89p. **Tese (doutorado)**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2016.

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.

OU, K.; GU, L. Absorption and metabolism of proanthocyanidins. **Journal of Functional Foods**. v.7, p. 43–53, 2014.

PARKER, M.; SMITH, P.; BIRSE, M.; FRANCIS, I.; KWIATKOWSKI, M.; LATTEY, K.; LIEBICH, B.; HERDERICH, M. The effect of pre- and post-ferment additions of grape derived tannin on Shiraz wine sensory properties and phenolic composition. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.13, p.30-37, 2007.

PATHAK, A.K.; DUTTA, N.; BANERJEE, P.S.; GOSWAMI, T.K.; SHARMA, K. Effect of condensed tannins supplementation through leaf meal mixture on voluntary feed intake, immune response and worm burden in *Haemonchus contortus* infected sheep. **Journal of Parasitic Diseases**, v.40, n.1, p.100, 2016.

PATRA A.K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**. v.71, p.1198–1222, 2010.

PATRA, A. K. Exploring the benefits of feeding tannin containing diets for enhancing the nutritional values of milk and meat of ruminants. **Indian Journal of Animal Health**, v. 53, p. 63-76, 2014.

PAULA, D.C.; MACEDO, V.H.M.; SIMIONI, T.A. Características da carne na terminação de cordeiros em pastagens tropicais com suplementação. **Nutritime**. v.14, n.5, p.7053-7066, 2017.

- PERNA JUNIOR, F; CASSIANO, E.C.O; MARTINS, M.F.; ROMERO, L.A.; ZAPATA, D.C.V.; PINEDO, L.A.; MARINO, C.T.; RODRIGUES, P.H.M. Effect of tannins-rich extract from *Acacia mearnsii* or monensin as feed additives on ruminal fermentation efficiency in cattle. **Livestock Science**, v.203, p. 21–29, 2017.
- RIOS, L. Y.; BENNETT, R. N.; LAZARUS, S. A.; REMESY, C.; SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Cocoa procyanidins are stable during gastric transit in humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, p.1106–1110, 2002.
- SANTOS, M.V.F.D.; LIRA, M.A.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; GUIM, A.; MELLO, A.C.L.; CUNHA, M.V. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, (Suppl. spe), p. 204-215, 2010.
- SAÑUDO, C. La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, p. 117, 1992.
- SERRA, A., MACIA, A., ROMERO, M.-P., VALLS, J., BLADE, C., AROLA, L., & MOTILVA, M.-J. Bioavailability of procyanidin dimers and trimers and matrix food effects in in vitro and in vivo models. **British Journal of Nutrition**, v.103, p.944–952, 2010.
- SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: I. Evaluation of beef longissimus shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 9, p. 2417-2422, 1997.
- SMITH, A.H; MACKIE, R.I. Effect of condensed tannins on bacterial diversity and metabolic activity in the rat gastrointestinal tract. **Applied and Environmental Microbiology**, v.70, p. 1104-1115, 2004.
- SPEED, M. P.; FENTON, A.; JONES, M. G.; RUXTON, G. D.; BROCKHURST, M. A. Coevolution can explain defensive secondary metabolite diversity in plants. **New Phytologist**, v. 208, p. 1251-1263, 2015.
- SPENCER, J. P.; SCHROETER, H.; SHENOY, B.; S SRAI, S. K.; DEBNAM, E. S.; RICE-EVANS, C. Epicatechin is the primary bioavailable form of the procyanidin

dimers B2 and B5 after transfer across the small intestine. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.285, .588–593, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 848p, 2009.

VALENTI, B.; NATALELLO, A.; VASTA, V.; CAMPIDONICO, L.; ROSCINI, V.; MATTIOLI, S.; M. PAUSELLI; A.; PRIOLO, M.; LUCIANO, G. Effect of different dietary tannin extracts on lamb growth performances and meat oxidative stability: Comparison between mimosa, chestnut and tara. **Animal**, p.1-9, 2018.

VASTA, V.; LUCIANO, G. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants products quality. **Small Ruminant Research**, v. 101, n. 1–3, p. 150–159, 2011.

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.3, p.116e39, 2008.

ZHANG, Y.; LUO, V.; CHEN, Y.; YAN, L.; YANFEI; CHANG, L.; LIU, J.K. Effects of liquorice extract on the pH value, temperature, drip loss, and meat color during aging of *Longissimus dorsi* muscle in Tan sheep. **Small Ruminant Research**. v.113, n.1, p.98-102, 2013.

## CAPÍTULO I

---

### **CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PERFIL METABÓLICO E BALANÇO DE NITROGÊNIO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE TANINO CONDENSADO**

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PERFIL METABÓLICO E BALANÇO DE  
NITROGENIO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS  
DE TANINO CONDENSADO**

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho, avaliar a inclusão de tanino condensado em dietas acrescidas de óleo vegetal para ovinos cordeiros com base no consumo, digestibilidade, perfil metabólico e balanço de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito animais por tratamento, para isso foram utilizados 40 cordeiros SPRD não-castrados, vacinados e vermifugados, com peso médio de  $21,0 \pm 2,0$ kg e cerca de 3 meses de idade. Os animais foram alimentados com feno de Tifton-85 e mistura concentrada composta de milho integral moído, farelo de soja, óleo de soja, ureia, premix mineral e extrato de Acácia Negra (*Acacia mearnsii*) nos níveis 0; 2,13; 4,25; 6,39 e 8,51% da matéria seca, correspondendo a 0,00; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0% de tanino condensado. Os animais foram confinados por 75 dias e foi realizado o ensaio de digestibilidade, onde foram quantificadas e coletadas amostras das sobras e fezes de cada animal durante esse período e o balanço e nitrogênio foi realizado através da coleta de urina (*spot*), ao final do período experimental foi realizada coleta de sangue dos animais para dosagem de ureia, colesterol, triglicerídeos, glicose, proteínas totais, albumina, creatinina, e as enzimas hepáticas. Os dados encontrados foram analisados por meio do software SAS® 9.1, com contrastes polinomiais para avaliar o efeito linear e quadrático e o efeito descontínuo *Linear Response Plateau* – LRP dos níveis, a 5% de significância. Foi observado efeito LRP até 4% de TC para as variáveis de consumo diário, consumo em peso corporal e metabólico das frações nutricionais. A digestibilidade dos nutrientes apresentou efeito linear decrescente, exceto para carboidrato não fibroso, este aumentou. No perfil metabólico obteve-se efeito linear decrescente para as concentrações de ureia, e efeito quadrático negativo para gama-glutamilttransferase, os demais metabólitos não foram influenciados pela adição de TC na dieta. O teor de N consumido, N retido e N urinário apresentaram efeito LRP com a inclusão de TC, e os animais do tratamento 6,0 e 8,0% TC apresentaram balanço de nitrogênio negativo. A inclusão de tanino condensado na dieta torna-se viável, desde que seja respeitado o nível máximo de 4% na matéria seca, níveis acima devem ser evitados, uma vez que ocasiona efeitos deletérios no consumo, na digestibilidade, e mantem os animais em balanço nitrogênio negativo, podendo ocasionar perdas no desempenho e nas carcaças destes animais.

**Palavras-chave:** consumo de nutrientes, ovino, proteína, parâmetros sanguíneos

**INTAKE, DIGESTIBILITY, METABOLIC PROFILE AND NITROGEN  
BALANCE OF LAMBS FED WITH DIETS CONTAINING CONDENSED TANNIN  
LEVELS**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate a base of condensed tannin in basic vegetable diets for sheep lambs based on intake, digestibility, metabolic profile and nitrogen balance. The experiment was developed for the integral treatment of cuttings, with treatment and removal of residues, with average weights of  $21.0 \pm 2.0$  kg and about 3 months of age. The animals were fed with Tifton-85 hay and the concentrate mixture composed of whole soybean, soybean meal, soybean oil, urea, premix mineral and extract of *Acacia megra* (*Acacia mearnsii*) at levels 0; 2.13; 4.25; 6.39 and 8.51% of the dry matter, corresponding to 0.00; 2.0; 4.0; 6.0 and 8.0% condensed tannin. The animals were confined for 75 days and were submitted to a digestibility test, where they were quantified and collected the samples of leftovers and feces of each animal in one second and the balance and nitrogen were performed through the collection of urine (spot) at the end of the experimental period, blood was collected from the animals for the determination of urea, cholesterol, triglycerides, glucose, total proteins, albumin, creatinine, and as liver enzymes. The data were obtained through the software SAS® 9.1, with polynomial contrast for the linear and quadratic effect and the discontinuous effect Linear Response Plateau - LRP of the levels, with 5% of significance. Led by LRP up to 4% TC for the variables of daily weight, body weight and metabolic consumption of nutritional fractions. The digestibility of the nutrients presented linear decreasing effect, except for non-fibrous carbohydrate, this increased. No metabolic profile had a linear decreasing effect for urea associations, and the negative effect for gamma-glutamyltransferase, the other metabolites were not influenced by the addition of CT in the diet. The N content consumed, N retained and N odar the LRP effect with a TC base, and the animals of the treatment 6.0 and 8.0% TC negative nitrogen balance graph. The inclusion of tannin in the diet becomes feasible, provided that the maximum level of 4% in dry matter is respected, the amount of nutrients should be avoided, since it causes the absence of nutrients, in the digestibility, and keeps the animals in negative nitrogen balance, being lost in the performance and careers of animals.

**Key words:** blood parameters, consumption of nutrients, ovine, protein

## INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes tem passado por diversos desafios que abrange desde a rentabilidade até o fornecimento de produtos de qualidades. Uma estratégia que possibilita elevar a produtividade dos animais seria através de mudanças nutricionais no manejo do rebanho que melhorem a eficiência energética e principalmente o uso de compostos nitrogenados proveniente da dieta.

Os taninos são compostos fenólicos, proveniente do metabolismo secundário das plantas por meio da rota do ácido chiquímico, caracterizados quimicamente pela presença de grupamentos hidroxilafenólicos, ou seja, hidroxilas ligadas à um fenol, possuem alto peso molecular e apresenta afinidade em formar complexo com as proteínas (COSTA, 2016; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Os taninos são considerados por promover efeitos adversos à nutrição de animais ruminantes, a depender da concentração e da estrutura química, além de outros fatores como a espécie animal, estado fisiológico e composição da dieta (MAKKAR, 2003). Devido a sua alta complexidade com as proteínas os taninos podem reduzir a digestibilidade de proteína e carboidratos e em consequência o desempenho animal. No entanto, algumas pesquisas têm demonstrado que baixas concentrações de tanino condensado na dieta de animais ruminantes podem trazer benefícios à produção desde o maior aproveitamento dos compostos nutricionais da dieta e até melhorar a eficiência na síntese de proteína microbiana (NAUMANN et al., 2013; MAKKAR, 2003;).

Desta forma, objetivou-se avaliar o uso de tanino condensado em dietas acrescidas de óleo vegetal na alimentação de cordeiros, tomando como base o consumo, a digestibilidade, o perfil metabólico e o balanço de nitrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Local*

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (EMVZ/UFBA), situada no km 174 da rodovia BR 101, Distrito de Mercês, Município de São Gonçalo dos Campos (BA),

durante o período de outubro de 2014 a janeiro de 2015 e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal – EMEVZ/UFBA. Todos os procedimentos com animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMEVZ) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), sob o número de protocolo 40/2014.

#### *Animais e Manejo Experimental*

Foram utilizados quarenta cordeiros sem padrão racial definido (SPRD), machos não-castrados, com idade entre três a quatro meses e peso corporal inicial de  $21,5 \pm 1,9$  kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos (totalizando oito animais por grupo). Desta forma o experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições. Os tratamentos corresponderam aos cinco níveis de inclusão de tanino condensado na dieta (0,0; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0% na matéria seca).

Os animais foram alojados em baias individuais (1,2m x 1,2m), cobertas, com piso suspenso e ripado, equipadas com bebedouros e cochos de alimentação, de modo que houvesse acesso irrestrito à água e às dietas durante todo o período experimental. Os animais foram mantidos em regime de confinamento durante 75 dias, precedidos de 10 dias destinados à adaptação às instalações, às dietas e ao manejo diário, e nesta fase os animais foram identificados com brincos, vacinados contra clostridiose (Sintoxan®, Merial), vermifugados a base de closantel 10% via oral (Zuletel®, Microsules), pesados e distribuído aleatoriamente entre os tratamentos. Os animais no período de adaptação, receberam volumoso de feno de Tifton-85 *ad libitum*, e proporções crescentes das dietas contendo tanino condensado, correspondente ao tratamento. Após esse período, os animais foram submetidos à fase experimental, composta por três períodos consecutivos de 25 dias, destinados para a coleta de amostras e dados.

#### *Dietas Experimentais*

As dietas foram formuladas para atender as exigências de manutenção e ganho de 0,200 kg, conforme o NRC (2007). Os animais receberam alimento duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 h), a oferta de alimento foi determinada de forma a garantir entre 10 e 20% de sobras. As dietas tinham proporção volumoso:concentrado 40:60 na forma de mistura completa. O concentrado foi composto de milho integral moído, farelo de soja, ureia pecuária, sal mineral, óleo de soja e extrato de acácia negra (*Acacia mearnsii*) (Weibull

AQ - TANAC®) nos níveis 0; 2,13; 4,25; 6,39 e 8,51% da matéria seca, correspondendo a 0,00; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0% de tanino condensado e o volumoso utilizado foi o feno de Tifton-85 (*Cynodon sp*) moído em partícula de aproximadamente 5cm.

#### *Análises Bromatológicas*

A composição bromatológica dos ingredientes (Tabela 1) e das dietas experimentais (Tabela 2) foi avaliada conforme AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS; método 967.03), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método 981.10), extrato etéreo (EE; método 920.290). As análises para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitas segundo Van Soest et al. (1991). A FDN foi corrigida para cinzas e proteína, onde o resíduo da análise de FDN foi incinerado em forno mufla a 600 °C durante 4 horas, e para correção da proteína foi descontado do teor de FDN o teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN). O teor de lignina foi determinado seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) através do tratamento do resíduo da análise de FDA com ácido sulfúrico à 72%.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

<b>Composição</b>	<b>Milho moído</b>	<b>Farelo de Soja</b>	<b>Extrato de Acácia Negra</b>	<b>Feno de Tifton 85</b>
Matéria seca	93,61	88,86	95,40	90,94
Matéria mineral	2,02	8,22	2,89	7,49
Matéria orgânica	97,98	91,78	97,11	92,51
Proteína bruta	6,56	44,72	0,56	6,17
Extrato etéreo	3,61	2,54	0,39	1,39
Fibra Detergente Neutro	13,38	19,01	0,57	91,10
FDNcp	13,16	18,45	-	81,49
Fibra em Detergente Ácido	4,00	10,01	-	35,27
Hemicelulose	9,38	9,00	-	46,22
Celulose	0,73	0,65	-	29,67
Lignina	3,27	9,37	-	5,59
Carboidratos não fibrosos	74,64	26,07	-	3,48
Nutrientes Digestíveis Totais	81,22	68,95	-	45,49

FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

Os valores de carboidratos não-fibrosos (CNF) dos ingredientes foram calculados de acordo com Mertens (1997), sendo considerando no cálculo o valor de FDN corrigido para cinzas e proteína, enquanto para as dietas experimentais, devido a utilização da ureia como fonte de compostos nitrogenados não-proteicos, os teores dietéticos de CNF foram estimados segundo equação proposta por Hall (2000):

$$\text{CNF} = 100 - [(\text{PB} - \text{PBU} + \text{U}) + \text{EE} + \text{MM} + \text{FDN}_{\text{cp}}]$$

Onde: PBU = teor de PB proveniente da uréia (%); e U = teor de uréia (%).

Os teores de NDT apresentados nas Tabelas 1 e 2 foram calculados conforme as fórmulas de estimativas de digestibilidade de cada fração analítica, segundo o NRC (2001).

Tabela 2. Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais

Composição	Níveis de tanino condensado (%MS <sup>1</sup> )				
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
Proporção de Ingredientes (%MS)					
Grão de milho moído	26,60	24,17	21,75	19,11	16,59
Farelo de soja	28,50	28,80	29,10	29,60	30,00
Óleo de soja	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Extrato de Acácia Negra	0,00	2,13	4,25	6,39	8,51
Mistura mineral <sup>2</sup>	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Ureia	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Feno Tifton-85	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Composição Química (%MS)					
Matéria seca	91,50	91,52	91,55	91,56	91,58
Matéria orgânica	92,63	92,59	92,55	92,50	92,46
Matéria mineral	7,37	7,41	7,45	7,50	7,54
Proteína bruta	19,50	19,48	19,47	19,53	19,56
Extrato etéreo	4,72	4,65	4,58	4,50	4,43
FDN <sub>cp</sub> <sup>3</sup>	41,35	41,09	40,83	40,57	40,31
Fibra em Detergente Ácido	18,02	17,96	17,89	17,83	17,77
Hemicelulose	23,55	23,35	23,15	22,95	22,75
Celulose	12,25	12,23	12,22	12,20	12,18
Lignina	5,78	5,73	5,67	5,63	5,59
Carboidratos não fibrosos	34,37	34,68	34,99	35,21	35,47
Nutrientes digestíveis totais	66,42	64,65	62,90	61,10	59,32

<sup>1</sup>MS: Matéria seca; FDN<sub>cp</sub>: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

<sup>2</sup>Extrato de *Acacia mearnsii* (Weibull AQ, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil); <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas

<sup>3</sup>Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio 120,00g; fósforo 87,00g; sódio 147,00g; enxofre 18,00g; cobre 590,00mg; cobalto 40,00mg; cromo 20,00mg; ferro 1.800,00mg; iodo 80,00mg; manganês 1.300,00mg; selênio, 15,00mg; zinco 3.800,00mg; molibdênio 300,00mg; flúor máximo 870,00mg; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% mínimo - 95%

<sup>4</sup>Mistura de uréia e sulfato de amônio na proporção de 9:1

### *Consumo*

Durante todo o período experimental foi realizada diariamente a pesagem individual da dieta ofertada, bem como das sobras. O consumo dos nutrientes foi estimado por meio da diferença entre o total de cada nutriente contido nos alimentos ofertados e o total de cada nutriente contido nas sobras. Os valores foram expressos em gramas por dia (g/dia), percentual do peso corporal (% PC) e gramas por quilo de peso metabólico ( $\text{g/kgPC}^{0,75}$ ), que é obtido por meio da divisão do consumo diário (g) pelo peso corporal elevado a 0,75.

### *Digestibilidade e Balanço de Nitrogênio*

Para o ensaio de digestibilidade foram coletadas e quantificadas as sobras e fezes (coleta total) de cada animal durante esse período. Para coleta total de fezes, foram utilizadas bolsas coletoras, confeccionadas com lona e fixadas com faixas de náilon de forma a causar o menor incômodo possível aos animais. Foi realizada amostra composta de fezes e sobras de cada animal ao longo do período de coleta, durante o ensaio de digestibilidade, e armazenadas em freezer à  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises bromatológicas. No final do período experimental, as amostras de sobras e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada, a  $55^{\circ}\text{C}$ , durante 72h. Posteriormente, foram processadas em moinhos de facas tipo Willey com peneira de malha de 1mm para realização das análises bromatológicas.

Os coeficientes de digestibilidade (CD) da MS, PB FDN e EE foram calculados da seguinte forma:

$$\text{CD} = \frac{[(\text{kg da fração ingerida} - \text{kg da fração excretada})]}{(\text{kg da fração ingerida})} \times 100$$

O consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Sniffen et al. (1992) pela equação  $\text{CNDT} = (\text{PBd}) + 2,25 (\text{EEd}) + (\text{FDNd}) + (\text{CNFd})$ , levando em consideração cada fração nutricional digestível, sendo obtida pela diferença entre teor do nutriente consumido e seu teor excretado nas fezes.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos a partir da seguinte equação:

$$\text{NDT (\%)} = \frac{\text{Consumo de NDT}}{\text{Consumo de MS}} \times 100$$

No final do ensaio de digestibilidade, foram coletadas amostras *spot* de urina, 4 horas após o arraçoamento, obtida por meio de micção espontânea. A urina foi obtida com uso de copos descartáveis, para minimizar a contaminação microbiana. Imediatamente após a coleta, a urina foi diluída em solução de ácido sulfúrico 0,036N na proporção de uma parte de urina para quatro partes da solução ácida e então, foram congeladas para posteriores análises.

O volume urinário foi estimado com amostras *spot*, onde foi determinado o teor de creatinina na urina por meio de kit comercial (Labtest) e leitura em espectrofotômetro. Foi adotado o valor de 17,05 mg de creatinina por kg de peso corporal, excretado por cada animal (PEREIRA, 2012), e a partir desse resultado, calculou-se o volume diário excretado como se segue:  $\text{Volume diário de urina} = [(\text{Peso corporal} \times 17,05) \times 100] / \text{teor de creatinina na urina}$  *spot*. Em que: O volume é expresso em mililitros, o peso corporal, em quilogramas e o teor de creatinina, em miligramas por decilitro de urina.

A determinação do teor de nitrogênio da urina foi realizada de acordo com o método INCT-CA N 001/1 (DETMANN et al., 2012). A retenção de nitrogênio foi calculada através da diferença entre o teor de N consumido e o N excretado nas fezes e urina.

#### *Análise do Perfil Metabólico*

Ao final do experimento, foi realizada a coleta de sangue por meio de punção da veia jugular 4 horas após o arraçoamento. As amostras foram encaminhadas imediatamente ao laboratório, onde foram centrifugadas por 15 minutos a 3500 rpm. Após a centrifugação, transferiu-se o soro para eppendorf com capacidade de 2,0 mL, armazenados em freezer à -4°C para posteriores análises de ureia, colesterol, triglicerídeos, glicose, proteínas totais, albumina, creatinina, e as enzimas hepáticas através de espectrofotômetro, mediante uso do protocolo de kits enzimáticos comerciais (Doles®).

#### *Análises Estatísticas*

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e oito repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de regressão.

Utilizou-se contrastes polinomiais para se determinar o efeito linear e quadrático dos tratamentos, através do comando PROC GLM (do programa estatístico SAS 9.1®).

Devido ao comportamento dos dados, optou-se por testar adicionalmente o efeito descontínuo *Linear Response Plateau* – LRP, para tal utilizou-se o comando PROC NLIN (do programa estatístico SAS 9.1®). O peso inicial foi utilizado no modelo estatístico como covariável quando significativo e foi declarado significância quando  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 e Figura 1, observa-se, através da análise de LRP, que os níveis 0,0; 2,0 e 4% de tanino condensado na MS, foram semelhantes e promoveram maiores consumo das frações nutricionais, indicando que níveis acima de 4% de TC na dieta ocasionam a redução do consumo. Um dos conhecimentos generalizados do efeito do uso de tanino na dieta animal é a redução da palatabilidade, sendo baseada na adstringência existente na formação do complexo TC-proteína salivar, o que acarreta na redução e até inibição do consumo (NAUMANN et al., 2017), tal afirmação é concordada com base nos resultados obtidos no presente estudo, pressupondo que o efeito do TC inicia-se na boca, devido a formação de complexos entre os TC e as proteínas salivares, o que gera um sabor adstringente que reduzem a palatabilidade, fator que pode ser a principal causa de repulsa dos animais à ingestão de alimentos ricos em TC, reduzindo conseqüentemente o consumo.

Com base nos resultados expressos na figura 1, observa-se que o consumo de matéria seca se manteve constante até o nível de 4% de TC na dieta, apresentando consumo médio de 1052 g/dia, favorecendo aos animais, quantidades necessárias de nutrientes que possa atender a sua exigência nutricional, uma vez que o consumo de MO, PB e EE (FIGURA 1), apresentaram comportamento semelhante.

As dietas experimentais foram formuladas e balanceadas para apresentarem concentrações similar de nitrogênio, com cerca de 19% de proteína bruta, com o intuito de atender o consumo 180 g/d de PB recomendável, segundo o NRC (2007). Com base no efeito LRP, o CPB foi semelhante entre os tratamentos 0,0; 2,0 e 4,0% de TC, apresentando consumo médio de PB de 212 g/d, estando superior ao preconizado. O efeito LRP demonstra que níveis acima de 4% o consumo desta fração reduz, chegando a 121,92 g/dia, abaixo do recomendável.

Tabela 3. Consumo diário dos componentes nutricionais expressos em g/dia, %PC e g/PC<sup>0,75</sup>, de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Item	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM	Valor-P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
Consumo diário (g)									
MS	1006,50	1071,73	1078,04	847,26	772,33	32,23	<0,0001	0,0002	<0,0001
MO	929,15	989,00	994,13	780,39	710,84	29,84	<0,0001	0,0002	<0,0001
PB	200,84	219,65	216,92	150,88	121,92	8,01	<0,0001	<0,0001	<0,0001
EE	52,89	54,81	53,08	37,64	33,71	1,85	<0,0001	0,0009	<0,0001
FDNcp	387,09	413,30	427,08	373,08	336,40	14,04	0,0038	0,0001	0,0004
CNFcp	321,35	350,06	350,03	290,55	260,66	10,11	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Composição do alimento efetivamente consumido (%)									
PB	19,96	20,49	20,12	17,80	15,69	0,50	<0,0001	0,0016	<0,0001
FDNcp	38,42	38,58	39,59	44,10	43,53	0,60	<0,0001	0,4766	0,0150
Consumo diário (%/PC)									
MS	3,44	3,47	3,72	3,31	3,04	0,11	0,0009	0,0003	0,0014
MO	3,18	3,21	3,43	3,05	2,80	0,10	0,0007	0,0003	0,0013
PB	0,69	0,71	0,75	0,59	0,48	0,03	<0,0001	<0,0001	<0,0001
EE	0,18	0,18	0,18	0,15	0,13	0,01	<0,0001	0,0018	<0,0001
FDNcp	1,32	1,34	1,48	1,46	1,32	0,05	0,4806	0,0062	0,2268
CNFcp	1,10	1,13	1,21	1,13	1,03	0,03	0,0845	0,0001	0,0165
Consumo diário (g/Kg de PC <sup>0,75</sup> )									
MS	80,00	81,82	86,26	74,39	68,22	2,25	<0,0001	0,0002	<0,0001
MO	73,86	75,51	79,55	68,52	62,79	2,09	<0,0001	0,0002	<0,0001
PB	15,95	16,77	17,33	13,24	10,77	0,56	<0,0001	<0,0001	<0,0001
EE	4,21	4,18	4,24	3,30	2,98	0,14	<0,0001	0,0019	<0,0001
FDNcp	30,75	31,58	34,20	32,77	29,70	1,03	0,7227	0,0033	0,0465
CNFcp	25,57	26,66	28,02	25,51	23,04	0,68	0,0042	<0,0001	0,0004

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
MS: Materia seca; MO: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNFcp: Carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína

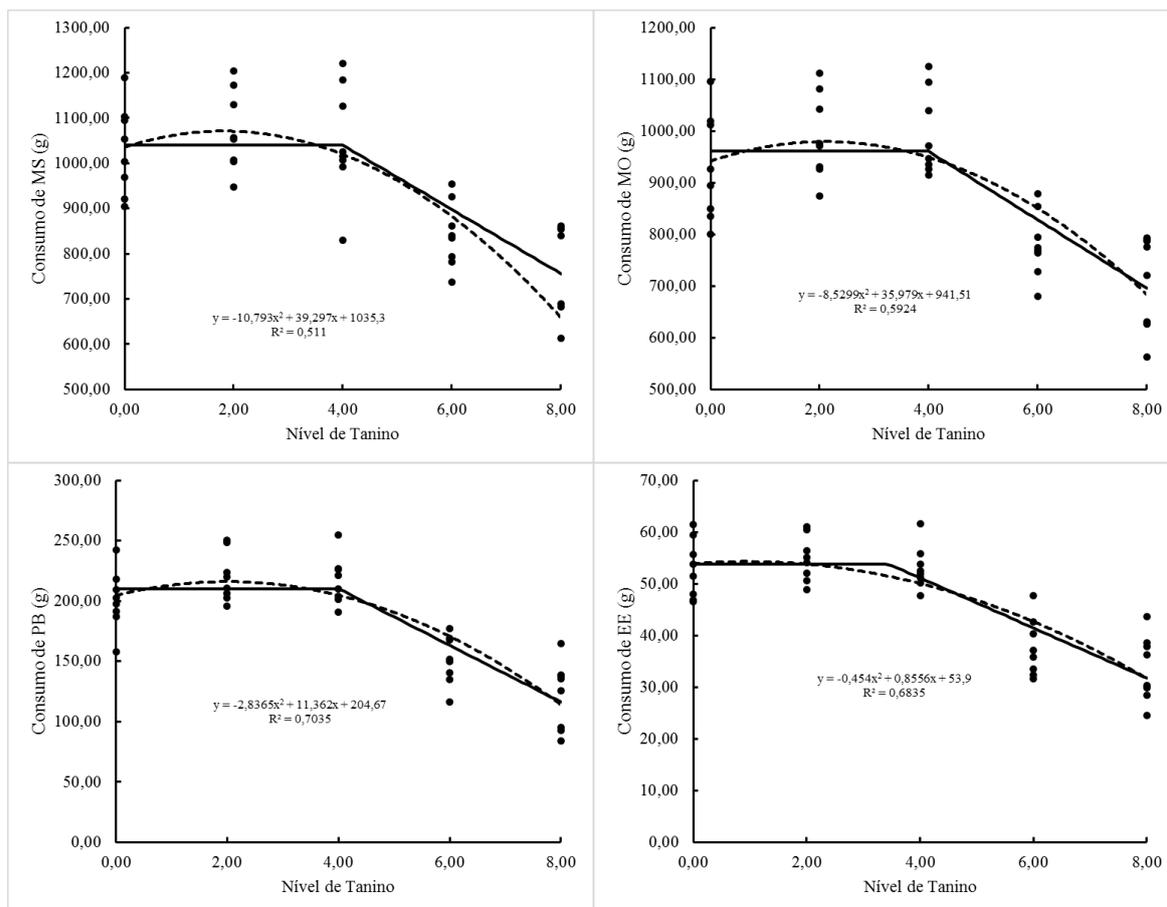


Figura 1. Efeito quadrático e LRP na relação entre o consumo de MS, MO, PB e EE e o nível de tanino condensado incluído na dieta de cordeiros

Os resultados obtidos no presente estudo, corroboram com o estudo desenvolvido por Kozloski et al. (2012), onde avaliando a inclusão de extrato de acácia negra nos níveis 0, 2, 4 e 6% na MS, observaram redução do consumo de MS, MO e FDN, a medida que se elevava os níveis de TC na dieta de ovinos, no entanto apresentaram médias inferiores ao presente estudo, onde os autores atribuíram à redução da digestibilidade e aumento da taxa de degradação, favorecendo o preenchimento, uma vez que este a forma de administração das dietas foram através de infusão via cânula ruminal, e não ofertado diretamente no cocho. A semelhança dos resultados estatísticos com o presente estudo pode ser atribuída à mesma fonte de TC utilizada, extrato de acácia negra.

Foi observado no efeito LRP, que o consumo de FDN<sub>cp</sub> e CNF<sub>cp</sub> foram semelhantes entre os tratamentos 0,0; 2,0 e 4,0% de TC na MS (Figura 2), onde apresentaram média de 409,15 e 340,48 g/dia, respectivamente (Tabela 1), e nas dietas acima de 4% de TC o consumo reduziu, seguindo o mesmo comportamento do CPB, o que demonstra, possivelmente, que a complexação TC-proteína até o nível de 4% de TC na

dieta, não interferiu no aproveitamento das frações nutricionais pelos microrganismos no rúmen, o que possivelmente permitiu um melhor aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos.

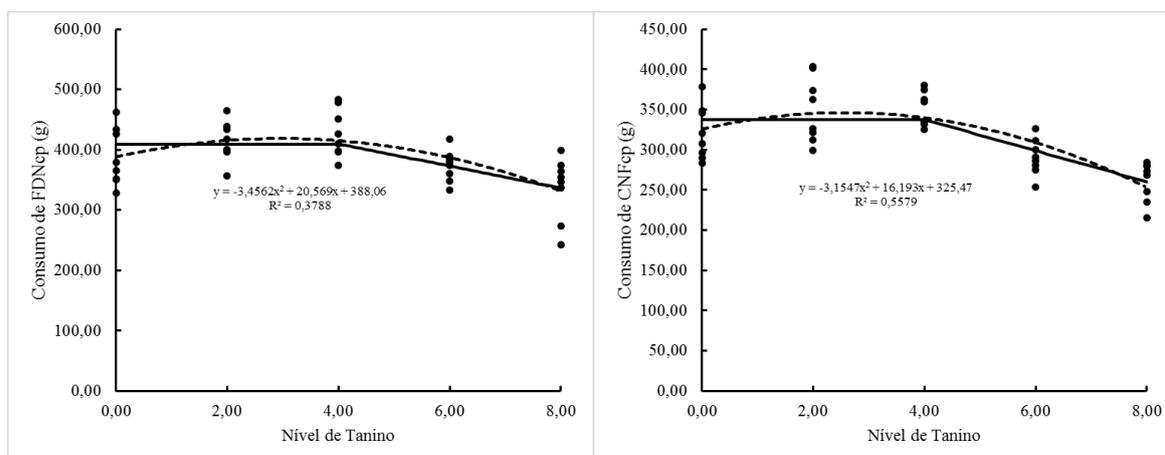


Figura 2. Efeito quadrático e LRP na relação entre o consumo de FDNcp e CNFcp e o nível de tanino condensado incluso na dieta de ovino em crescimento

O TC apresentou efeito limitante no consumo nos tratamentos acima de 4% de TC, onde o efeito adstringente favoreceu a seletividade dos animais à dieta, uma vez que o extrato de acácia negra foi incluso diretamente no concentrado, a dieta foi fornecida na forma de mistura completa e o volumoso utilizado estava na forma de feno, o que permitiu aos animais que receberam níveis acima de 4% de TC demonstrarem preferência ao alimento volumoso em relação ao concentrado, tal fato é possível observar na tabela 1, levando em consideração a composição do alimento efetivamente consumido, onde o percentual de PB tende a ser menor e o de FDN maior na ingestão de alimento volumoso, quando comparada a composição bromatológica das dietas experimentais.

As médias de consumo de MS em g/Kg de PC<sup>0,75</sup> foram superiores aos sugeridos pelo NRC (2007) (53,19 g/kg PC<sup>0,75</sup>/d) para ovinos em crescimento. Van Soest (1994) sugere consumo de FDN entre 0,8 e 1,2% PC, enfatizando que esse limite pode ser ultrapassado, quando a densidade energética da dieta é baixa, no presente estudo, o consumo médio de FDN dos cordeiros correspondeu a 1,4% PC, estando acima do preconizado, demonstrando que apesar do baixo consumo para os animais que receberam TC acima de 4%, as exigências foram atendidas.

A inclusão de TC nas dietas promoveu efeito linear decrescente para os coeficientes de digestibilidade de MS; PB; FDN e NDT, para o CDCNF, este por sua vez apresentou efeito linear crescente (Tabela 4). A característica principal do TC é o seu

potencial de complexar a proteína da dieta, tornando-a indisponível à ação de enzimas microbianas, o que diminui conseqüentemente a quantidade de substratos nitrogenados disponível para crescimento e multiplicação microbiana. Além disso os TC podem agir diretamente na ação bacteriana, através da formação de complexo com a membrana celular das mesmas, reduzindo a degradação das frações nutricionais no interior do rúmen, devido a menor proporção de bactérias ativas.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade das frações nutricionais (%) de dietas contendo níveis de tanino condensado para cordeiros

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
Matéria seca	67,6	66,2	58,8	46,7	49,5	5,20	0,0020	0,8434	0,0014
Proteína bruta	75,5	72,7	66,7	47,4	43,2	5,91	<0,0001	0,3969	<0,0001
Extrato etéreo	86,9	92,9	91,8	88,1	89,5	4,39	0,9670	0,0820	0,8092
FDN	44,7	40,3	48,3	28,2	24,5	4,64	0,0115	0,6462	0,0714
CNF	95,1	97,9	96,0	99,3	98,0	4,52	0,0530	0,4283	0,5232
NDT	77,1	74,4	66,9	55,2	58,2	5,46	0,0011	0,6880	0,0002

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
MS: Matéria seca; MO: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNFcp: Carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; NDT: nutrientes digestíveis totais

Foi observado efeito LRP, para os valores de ureia plasmática dos cordeiros, apresentando uma redução linear para os tratamentos 0,0 e 2,0% de TC, e níveis acima deste permaneceram constante, ou seja os tratamentos 4,0; 6,0 e 8,0% de TC foram semelhantes entre si (TABELA 5). Diferindo dos resultados obtidos por Fernández et al. (2012), que apresentaram efeito linear decrescente, em estudos com dietas ricas em proteína com e sem adição de TC para cordeiros. Este comportamento condiz com o CDPB (TABELA 4), o que nos leva a pressupor que a redução na concentração de ureia plasmática é oriunda do diminuto aporte proteico no rúmen, devido a complexação dos TC com a proteína dietética, protegendo a proteína da ação dos microrganismos ruminais, reduzindo assim a concentração de amônia necessária para o crescimento microbiano no rúmen. Além disso, os animais que apresentaram maior seletividade da dieta demonstram preferência pelo alimento volumoso, em relação ao concentrado, o que conseqüentemente causou a obtenção de menores consumo efetivo de PB a medida que se aumentava o nível de inclusão de TC, que por sua vez oferece menor participação na concentração de N no rúmen, devido ao baixo teor de PB existente no volumoso utilizado (TABELA 1).A ureia

plasmática é proveniente da amônia não utilizada pelos microrganismos ruminais durante o processo de degradação da proteína dietética no rúmen, este excesso de amônia é absorvido pela parede do rúmen, e conduzida ao fígado através da circulação sanguínea, e uma vez no fígado entra no ciclo ornitina sendo convertida em ureia. Esta ureia pode ser reabsorvida através da parede ruminal e/ou saliva, ou pode ser excretada pela urina (VALADARES et al., 1997), o que compreende que a elevada concentração de ureia plasmática pode estar relacionada positivamente com a ingestão elevada de PB.

Não foi observado efeito significativo da inclusão de TC na dieta sobre as médias de colesterol, triglicerídeos e glicose dos cordeiros (TABELA 5). De acordo com Nestel et al. (1978), o aumento da concentração de colesterol sanguíneo em animais ruminantes está relacionado ao uso de gordura protegida favorecendo à maior absorção de ácidos graxos de cadeia longa a nível intestinal, e em paralelo os triglicerídeos séricos estão relacionados à quantidade de AG que liberados no abomaso, esses triglicerídeos são digeridos em AG e glicerol, conseqüentemente são absorvidos no intestino delgado, novamente reesterificados à triglicerídeos no sangue (PALMIQUIST e MATTOS, 2006). No presente estudo, utilizou-se óleo de soja como fonte de gordura vegetal em proporções iguais entre as dietas experimentais, além de haver degradação no rúmen, a quantidade foi semelhante entre os tratamentos, não promovendo efeito nas concentrações séricas de colesterol e triglicerídeos, com médias 112,05 e 11,32, respectivamente, estando abaixo dos resultados obtidos por Costa et al. (2018) que encontraram valores de colesterol e triglicerídeos, 153,60 e 14,96, respectivamente, em estudos com resíduo de goiaba na alimentação de cordeiros.

Sobre os valores de proteínas totais, albumina e creatinina, não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sob a inclusão de TC na dieta dos animais e as atividades de AST e ALT não foram afetadas pela inclusão de TC (TABELA 5). No entanto, reduziram a atividade de GGT nos animais, ainda permanecendo entre os níveis de segurança. Segundo Santos et al. (2015), níveis elevados das enzimas AST e GGT, indicam que o animal pode evoluir alguma lesão celular causada por desordem hepática. Estes parâmetros estão relacionados com a saúde animal, sugerindo que a presença de TC na dieta não causou danos no fígado e rim, uma vez que estão dentro dos valores de referências estabelecidos por Kaneko et al. (2008), onde AST permanece entre o intervalo de 68 – 387 UI/L e GGT de 40 – 280 UI/L.

Tabela 5. Perfil metabólico de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
mg/Dl									
Ureia	54,51	50,64	46,50	43,48	45,98	1,71	0,0324	0,2653	0,0324
Colesterol	95,94	125,81	106,76	103,48	128,28	4,52	0,0610	0,8295	0,0940
Triglicerídeos	11,09	11,12	9,80	11,02	13,55	0,75	0,7206	0,8114	0,9104
Glicose	99,32	97,32	94,50	93,96	97,04	1,36	0,3085	0,1788	0,7797
g/Dl									
Proteínas Totais	6,01	6,62	6,88	6,07	6,50	0,20	0,7122	0,2988	0,8305
Albumina	3,94	4,00	3,87	4,08	4,19	0,09	0,2843	0,5187	0,3993
Creatinina	1,34	1,87	1,34	2,36	1,68	0,51	0,2669	0,0627	0,3536
UI/L									
AST	164,00	148,71	154,37	154,00	150,50	9,87	0,7367	0,8139	0,9759
ALT	35,00	33,12	32,00	35,00	21,43	3,11	0,1935	0,3874	0,0587
GGT	55,31	49,83	44,02	46,35	54,58	1,87	0,6159	0,0040	0,1239

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
 AST: aspartato aminotransferase ;ALT: alanina aminotransferase ;GGT: Gama glutamil transpeptidase

Na tabela 6, observa-se através do efeito LRP que o teor de nitrogênio consumido e nitrogênio retido, foram semelhante para os animais dos tratamentos 0,0; 2,0 e 4,0% de TC, e níveis acima destes promoveram uma redução do consumo e retenção de N, comportamento este esperado, uma vez que os animais apresentaram efeito LRP semelhante com relação ao CPB (TABELA 3), fato explicado devido à complexação dos TC com as proteína, quando fornecido aos animais em baixas concentração (<4% de TC na MS) apresenta-se de forma benéfica pois não demonstra diferença significativa ao animais da dieta controle (0,0% de TC). No entanto, quando este valor é ultrapassado, a formação dos complexos TC-proteína influencia negativamente os animais, uma vez que juntamente com a redução do consumo de PB atrelada a redução da digestibilidade da PB, ocasiona a baixa disponibilidade de aminoácidos para absorção e retenção nos tecidos, que poderia ser metabolizada para formação de músculo e desenvolvimento do animal, corroborando com a afirmação de Pathak et al. (2017). Consequentemente há o aumento do fluxo de excreção de nitrogênio urinário, uma vez que este quando não metabolizado é excretado via urina.

A inclusão de TC nas dietas não afetou a excreção de nitrogênio fecal. No entanto, observa-se efeito LRP para a excreção de nitrogênio urinário, tal fato observado comprovado anteriormente no teor de N consumido e retido, demonstrando que a excreção de N via urina é constante quando se trata de níveis elevados de TC (acima de 4% TC na MS), além de caracterizar a privação de compostos nitrogenados na alimentação dos animais, os animais mobilizavam suas reservas para suprir a necessidade de proteína, mostrando que estes animais se encontravam em balanço de nitrogênio negativo, coincidindo com o efeito LRP visto na Tabela 6.

Tabela 6. Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado, expressos em g/dia

Variável	Níveis de tanino condensado (% MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
Nconsumido	35,64	36,12	37,27	25,87	18,32	1,66	<0,0001	0,0002	<0,0001
Nurinário	8,79	9,94	12,56	13,56	10,35	0,77	0,0023	0,9749	0,0054
Nfecal	11,81	11,41	10,12	8,82	8,47	0,44	0,2169	0,1144	0,1981
Nretido	15,04	14,77	14,59	3,48	-0,51	1,47	<0,0001	0,0022	<0,0001
Nendogeno basal	4,72	4,87	4,43	4,04	4,02	0,09	<0,0001	0,0215	<0,0001
Balanço de nitrogênio	10,32	9,90	10,15	-0,56	-4,53	1,41	<0,0001	0,0021	<0,0001

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau

## CONCLUSÃO

A inclusão de tanino condensado na dieta torna-se viável desde que seja respeitado o nível máximo de 4% na matéria seca, pois não afeta o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, além de não prejudicar o metabolismo dos animais. Entretanto, níveis acima de 4% na alimentação de cordeiro devem ser evitados, uma vez que ocasiona efeitos deletérios no consumo, na digestibilidade, e mantem os animais em balanço nitrogênio negativo, podendo ocasionar perdas no desempenho e nas carcaças destes animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, 1990.
- ARCURI, P.B.; ODENYO, A.A.; ARCURI, E.F.; RIBEIRO, M.T.; GUIMARÃES, M.F.M.; CARNEIRO, J.C. Tannin-tolerant bacteria from crossbred Holstein x Zebu cows. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol.46, n.3, p.272-279, 2011.
- COSTA, M.M. Triagem fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante da espécie *Hyptis Pectinata*, 84p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2016.
- COSTA, R.G.; RIBEIRO, N.L.; NOBRE, P.T.; CARVALHO, F.F.R.; MEDEIROS, A.N.; CRUZ, G.R.B.; FREIRE, L.F.S. Biochemical and hormonal parameters of lambs using guava (*Psidium guajava* L.) agro-industrial waste in the diet. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, p. 217–221, 2018.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. (Eds.) Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, p.214, 2012.
- FERNÁNDEZ, H.T.; CATANESEA, F.; PUTHODA G.; DISTELA R.A.; VILLALBA J.J. Depression of rumen ammonia and blood urea by quebracho tannin-containing supplements fed after high-nitrogen diets with no evidence of self-regulation of tannin intake by sheep. **Small Ruminant Researc**. v.105, n.1–3, p.126-134, 2012.
- GOEL, G.; MAKKAR, H.P.S., Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. **Tropical Animal Health Production**. v.44, p.729–739, 2012.
- HALL, M.B. Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 76p, 2000.
- KANEKO, J. J.; HARVERY, J. W.; BRUSS, M. L. Clinical biochemistry of domestic animals. 6.ed. San Diego: Academic Press, 916p., 2008.

- KOZLOSKI, G.V.; HÄRTER, C.J.; HENTZ, F.; ÁVILA, S.C.; ORLANDI, T.; STEFANELLO, C.M. Intake, digestibility and nutrients supply to wethers fed ryegrass and intraruminally infused with levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. **Small Ruminant Research**. v. 106, n.2–3, p.125-130, 2012.
- 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, p. 241–256, 2003.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 80:1463-1481, 1997.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage, quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, p.450-493, 1994.
- NAUMANN, H. D. et al. Condensed tannins in the ruminant environment: a perspective on biological activity. **Journal of Agricultural Sciences**, v. 1, n. 1, p. 8-20, 2013.
- 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.
- NESTEL, P.J.; POYSER A.; HOOD, R.L. The effect of dietary fat supplements on cholesterol metabolism in ruminants. **Journal of Lipid Research**. v.19, p. 899-909, 1978.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of small ruminants. 1. ed. Washington: NAP, 362p. 2007.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed.rev. Washington: **National Academy of Science**, 381p. 2001.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: Berchielli, T.T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. Cap.10, p.287-310, 2006.

- PATHAK, A.K.; DUTTA, N.; PATTANAİK, 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 Animal Science**. V. 30; p.1702-1710, 2017.
- PEREIRA, T. C. J. **Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para cordeiros**. 2012. 72 fl. Dissertação (Mestrado em Produção de Ruminantes) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.
- PERNA JUNIOR, F; CASSIANO, E.C.O; MARTINS, M.F.; ROMERO, L.A.; ZAPATA, D.C.V.; PINEDO, L.A.; MARINO, C.T.; RODRIGUES, P.H.M. Effect of tannins-rich extract from *Acacia mearnsii* or monensin as feed additives on ruminal fermentation efficiency in cattle. **Livestock Science**, v.203, p. 21–29, 2017.
- SANTOS, R.P.; SOUSA, L.F.; SOUSA, J.T.L.; ANDRADE, M.E.B.; MACEDO JR, G.L.; SILVA, S.P. Parâmetros sanguíneos de cordeiros em crescimento filhos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v.10, n.3, p.473-478, 2015.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viosa-MG: UFV, 2002. 235p., 2002.
- SNIFFEN, C.J. CONNOR, J.D. VAN SOEST, P.J. FOX, D.G. RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluation of cattle diets. II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 848p, 2009.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In. BERCHIELLI.T.T.; PIRES.A.V.; OLIVEIRA de.S.G. (Eds). **Nutrição de ruminantes** 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011, 616 p. 161-189, 2011..
- VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C., GONÇALVES, L.C. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, p.476, 1994.

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, p.3583-3597, 1991.

## **CAPÍTULO II**

---

### **DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE TANINO CONDENSADO**

## DESEMPENHO, CARACTERÍSTICA DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE TANINO CONDENSADO

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho, testar a hipótese que a inclusão de taninos condensados em dieta acrescidas com óleo vegetal, para cordeiros permite a manipulação da composição dos ácidos graxos, favorecendo a deposição de maior quantidade de ácidos graxos insaturados na carne, proporcionando melhor qualidade físico-química, nutricional e sensorial na carne. Foram utilizados 40 ovinos machos SPRD não-castrados, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições/tratamentos. Os tratamentos corresponderam a (0, 2, 4, 6 e 8%) de tanino condensado na matéria seca. O experimento teve duração de 75 dias precedidos de 10 dias de adaptação, onde foi avaliado o desempenho dos animais. Após o abate foram determinadas os pesos e rendimentos das carcaças, cortes comerciais, morfometria, qualidade da carne, características físico-químicas, composição dos ácidos graxos e os atributos sensorial. Os dados encontrados foram analisados por meio do software SAS® 9.1, com contrastes polinomiais para avaliar o efeito linear e quadrático e o efeito descontínuo *Linear Response Plateau* – LRP dos níveis, a 5% de significância. Observou-se efeito LRP até 4% para PF, GPT e GMD. Os pesos e rendimentos de CQ e CF, AOL, EGS, tiveram efeito linear decrescente. As medidas morfométricas na carcaça tiveram efeito linear decrescente para circunferência de perna, perímetro de peito e perímetro de garupa, bem como para o ICC e o peso dos cortes comerciais. Os valores de pH tiveram efeito quadrático positivo, e os parâmetros L, a e Chroma de cor apresentaram redução linear. O teor de EE na carne demonstrou efeito LRP até 4% de TC. No perfil de ácidos graxos, a inclusão de até 8% de TC na MS, promoveu efeito linear crescente para os ácidos graxos C12:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:4, C20:5 e C22:5, e efeito linear crescente para o percentual de AGPI, ácidos graxos de cadeia ímpar e índice de aterogenicidade, as enzimas  $\Delta 9$  dessaturase<sup>16,18</sup> apresentaram efeito linear decrescente. O atributo sensorial apresentou efeito somente para maciez, reduzindo significativamente. A inclusão de tanino condensado na dieta com o intuito de promover melhorias na qualidade da carne de cordeiros, torna-se inviável, uma vez que níveis de até 4% de TC não afetaram o desempenho dos animais, como também não trouxeram vantagem e benefício no perfil de ácidos graxos na carne, que seria o principal objetivo. Níveis acima é prejudicial à

produção animal, visto que reduz o desempenho dos animais resultando em carcaças de qualidade inferior.

**Palavras-chave:** Ácidos graxos, biohidrogenação, compostos fenólicos, ovinos

## **PERFORMANCE, CARRYING CHARACTERISTICS AND CAR QUALITY OF LAMBS FED WITH DIETS CONTAINING CONDENSED TANNIN LEVELS**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to test the hypothesis that the inclusion of condensed tannins added with vegetable oil for lambs allows the manipulation of the composition of fatty acids, favoring the deposition of more unsaturated fatty acids in the meat, providing better quality physical-chemical, nutritional and sensorial in the flesh. 40 non-castrated male SPRD sheep were used, distributed in a completely randomized design with five treatments and eight replicates / treatments. The treatments corresponded to (0, 2, 4, 6 and 8%) of condensed tannin in dry matter. The experiment had a duration of 75 days preceded by 10 days of adaptation, where the performance of the animals was evaluated. After slaughter, weights and yields of carcasses, commercial cuts, morphometry, meat quality, physicochemical characteristics, fatty acid composition and sensorial attributes were determined. The data were analyzed using SAS® 9.1 software, with polynomial contrasts to evaluate the linear and quadratic effect and the Linear Response Plateau - LRP discontinuity effect of the levels, at 5% significance level. LRP effect was observed up to 4% for PF, GPT and GMD. The weights and yields of CQ and CF, AOL, EGS, had linear decreasing effect. Morphometric measures in the carcass had a linear decreasing effect for leg circumference, chest perimeter and croup perimeter, as well as for ICC and the weight of commercial cuts. The pH values had a quadratic positive effect, and the L, a and Chroma color parameters presented linear reduction. The EE content in the meat showed LRP effect up to 4% CT. In the fatty acid profile, the inclusion of up to 8% of TC in MS promoted a linear effect increasing for the fatty acids C12: 0, C16: 1, C18: 0, C18: 1, C18: 2, C18: 3, C20 : 4, C20: 5 and C22: 5, and increasing linear effect for the percentage of PUFA, odd-chain fatty acids and atherogenicity index,  $\Delta 9$  desaturase enzymes<sup>16,18</sup> showed a linear decreasing effect. The sensorial attribute showed only effect for softness, reducing significantly. The inclusion of condensed tannin in the diet with the purpose of promoting improvements in lamb meat quality is not feasible, since levels of up to 4% of TC did not affect the performance of the animals, nor did they bring advantage and benefit

to the animals. profile of fatty acids in the meat, which would be the main objective. Levels above is detrimental to animal production as it reduces the performance of the animals resulting in inferior carcasses.

**Key words:** Fatty acids, biohydrogenation, phenolic compounds, sheep

## INTRODUÇÃO

O consumo de carne apresenta um papel importante na alimentação humana, em razão da sua composição nutricional, promovendo a disponibilidade de proteínas, aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais e outros micronutrientes (LAFARGA & HAYES, 2014), entretanto, o perfil de ácidos graxos da carne vermelha pode estar envolvido no aumento do risco de doença cardiovascular (McAFEE et al., 2010).

A fim de reduzir os riscos à saúde, proveniente de doenças cardiovasculares, Gidding et al. (2005) recomendam reduzir o consumo de gorduras total, principalmente ácidos graxos saturados e ácidos graxos *trans*, evitando os seus efeitos na elevação do colesterol sanguíneo. Tal fato, torna o mercado consumidor mais exigente em um produto considerado saudável à saúde humana. Diante deste cenário e desta preocupação, pesquisadores estão buscando melhorar o perfil de ácidos graxos da carne de animais ruminantes, por meio do uso de aditivos na dieta destes animais, os quais promovem alteração no processo de biohidrogenação ruminal, permitindo maior concentração de ácidos graxos insaturados na carne (CARVALHO et al., 2017; CORREIA et al., 2016).

E nesse contexto o uso de taninos condensados em dietas de ruminantes, pode ser adotado para esta finalidade. Taninos condensados são compostos fenólicos existentes nas plantas, proveniente do metabolismo secundário, possuem características químicas diversificada que os classificam em hidrolisáveis e condensados (MAKKAR, 2003), com peso molecular elevado e capacidade de formar complexos com proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2009), o que pode ser uma ação benéfica aos animais ruminantes, por promover melhor aproveitamento digestivo da proteína, além disso TC inibe o crescimento microbiano no interior do rúmen, por desativação irreversível de algumas enzimas microbianas, em especial as bactérias *gram* positivas (JAYANEGARA et al., 2012) envolvidas no processo de biohidrogenação. Devido à estas características o TC pode ser utilizado como um aditivo na dieta, atuando como modulador da fermentação ruminal (MIN et al., 2003), interferindo principalmente na biohidrogenação dos lipídios insaturados presentes na dieta, proporcionando maior concentração destes AG na carne.

Waghorn (2008), relata que os taninos condensados (TC) quando presentes na dieta em concentrações inferiores à 30g de TC/ Kg de MS, promovem efeito benéfico à eficiência da produção de ruminantes, pois reduz a degradação da proteína no rúmen,

umentando a quantidade de proteína dietética que atinge o intestino delgado para absorção.

Com base nisso, o objetivou-se com o presente estudo avaliar o uso de tanino condensado em dietas acrescidas de óleo vegetal na alimentação de cordeiros, tomando como base o desempenho, característica de carcaça e qualidade da carne.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Local*

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (EMVZ/UFBA), situada no km 174 da rodovia BR 101, Distrito de Mercês, Município de São Gonçalo dos Campos (BA), durante o período de outubro de 2014 a janeiro de 2015 e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal – EMEVZ/UFBA. Todos os procedimentos com animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMEVZ) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), sob o número de protocolo 40/2014.

### *Animais e Manejo Experimental*

Foram utilizados quarenta cordeiros sem padrão racial definido (SPRD), machos não-castrados, com idade entre três a quatro meses e peso corporal inicial de  $21,5 \pm 1,9$  kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos (totalizando oito animais por grupo). Desta forma o experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições. Os tratamentos corresponderam aos cinco níveis de inclusão de tanino condensado na dieta (0,0; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0% na matéria seca).

Os animais foram alojados em baias individuais (1,2m x 1,2m), cobertas, com piso suspenso e ripado, equipadas com bebedouros e cochos de alimentação, de modo que houvesse acesso irrestrito à água e às dietas durante todo o período experimental. Os animais foram mantidos em regime de confinamento durante 75 dias, precedidos de 10 dias destinados à adaptação às instalações, às dietas e ao manejo diário, e nesta fase os animais foram identificados com brincos, vacinados contra clostridiose (Sintoxan®, Merial), vermifugados a base de closantel 10% via oral (Zuletel®, Microsules), pesados e distribuído aleatoriamente entre os tratamentos. Os animais no período de adaptação,

receberam volumoso de feno de Tifton-85 *ad libitum*, e proporções crescentes das dietas contendo tanino condensado, correspondente ao tratamento. Após esse período, os animais foram submetidos à fase experimental, composta por três períodos consecutivos de 25 dias, destinados para a coleta de amostras e dados.

#### *Dietas Experimentais*

As dietas foram formuladas para atender as exigências de manutenção e ganho de 0,200 kg, conforme o NRC (2007). Os animais receberam alimento duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 h), a oferta de alimento foi determinada de forma a garantir entre 10 e 20% de sobras. As dietas tinham proporção volumoso:concentrado 40:60 na forma de mistura completa. O concentrado foi composto de milho integral moído, farelo de soja, ureia pecuária, sal mineral, óleo de soja e extrato de acácia negra (*Acacia mearnsii*) (Weibull AQ - TANAC®) nos níveis 0; 2,13; 4,25; 6,39 e 8,51% da matéria seca, correspondendo a 0,00; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0% de tanino condensado e o volumoso utilizado foi o feno de Tifton-85 (*Cynodon* sp) moído em partícula de aproximadamente 5cm.

#### *Análises Bromatológicas*

A composição bromatológica dos ingredientes (Tabela 1) e das dietas experimentais (Tabela 2) foi avaliada conforme AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS; método 967.03), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método 981.10), extrato etéreo (EE; método 920.290). As análises para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitas segundo Van Soest et al. (1991). A FDN foi corrigida para cinzas e proteína, onde o resíduo da análise de FDN foi incinerado em forno mufla a 600 °C durante 4 horas, e para correção da proteína foi descontado do teor de FDN o teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN). O teor de lignina foi determinado seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) através do tratamento do resíduo da análise de FDA com ácido sulfúrico à 72%.

Os valores de carboidratos não-fibrosos (CNF) dos ingredientes foram calculados de acordo com Mertens (1997), sendo considerando no cálculo o valor de FDN corrigido para cinzas e proteína, enquanto para as dietas experimentais, devido a utilização da ureia como fonte de compostos nitrogenados não-proteicos, os teores dietéticos de CNF foram estimados segundo equação proposta por Hall (2000):

$$\text{CNF} = 100 - [(\text{PB} - \text{PBu} + \text{U}) + \text{EE} + \text{MM} + \text{FDN}_{\text{cp}}]$$

Onde: P<sub>Bu</sub> = teor de PB proveniente da uréia (%); e U = teor de uréia (%).

Os teores de NDT apresentados nas Tabelas 1 e 2 foram calculados conforme as fórmulas de estimativas de digestibilidade de cada fração analítica, segundo o NRC (2001).

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

<b>Composição</b>	<b>Milho moído</b>	<b>Farelo de Soja</b>	<b>Extrato de Acácia Negra</b>	<b>Feno de Tifton 85</b>
Matéria seca	93,61	88,86	95,40	90,94
Matéria mineral	2,02	8,22	2,89	7,49
Matéria orgânica	97,98	91,78	97,11	92,51
Proteína bruta	6,56	44,72	0,56	6,17
Extrato etéreo	3,61	2,54	0,39	1,39
Fibra Detergente Neutro	13,38	19,01	0,57	91,10
FDN <sub>cp</sub>	13,16	18,45	-	81,49
Fibra em Detergente Ácido	4,00	10,01	-	35,27
Hemicelulose	9,38	9,00	-	46,22
Celulose	0,73	0,65	-	29,67
Lignina	3,27	9,37	-	5,59
Carboidratos não fibrosos	74,64	26,07	-	3,48
Nutrientes Digestíveis Totais	81,22	68,95	-	45,49

FDN<sub>cp</sub>: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

### *Desempenho*

Para avaliação do desempenho os animais foram mantidos em jejum de sólidos de 16h e pesados em balança digital (Modelo MP300pro - Laboremus®) no início do período experimental. Os animais tiveram o seu crescimento acompanhado durante todo o período experimental através de pesagens periódicas, a cada 25 dias. Ao final do período experimental os animais foram submetidos à jejum de líquidos e sólidos de 16h e então pesado para determinação do peso vivo ao abate (PVA). Os animais foram transportados em caminhão até o frigorífico Baby-bode®, localizado no município de Feira de Santana – BA, onde foi realizado o abate seguindo as diretrizes do Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Tabela 2. Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais

Composição	Níveis de tanino condensado (%MS <sup>1</sup> )				
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
Proporção de Ingredientes (%MS)					
Grão de milho moído	26,60	24,17	21,75	19,11	16,59
Farelo de soja	28,50	28,80	29,10	29,60	30,00
Óleo de soja	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Extrato de Acácia Negra	0,00	2,13	4,25	6,39	8,51
Mistura mineral <sup>2</sup>	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Ureia	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Feno Tifton-85	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Composição Química (%MS)					
Matéria seca	91,50	91,52	91,55	91,56	91,58
Matéria orgânica	92,63	92,59	92,55	92,50	92,46
Matéria mineral	7,37	7,41	7,45	7,50	7,54
Proteína bruta	19,50	19,48	19,47	19,53	19,56
Extrato etéreo	4,72	4,65	4,58	4,50	4,43
FDNcp <sup>3</sup>	41,35	41,09	40,83	40,57	40,31
Fibra em Detergente Ácido	18,02	17,96	17,89	17,83	17,77
Hemicelulose	23,55	23,35	23,15	22,95	22,75
Celulose	12,25	12,23	12,22	12,20	12,18
Lignina	5,78	5,73	5,67	5,63	5,59
Carboidratos não fibrosos	34,37	34,68	34,99	35,21	35,47
Nutrientes digestíveis totais	66,42	64,65	62,90	61,10	59,32

<sup>1</sup>MS: Matéria seca; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

<sup>2</sup>Extrato de *Acacia mearnsii* (Weibull AQ, Tanac S. A., Montenegro, RS, Brazil); <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas

<sup>3</sup>Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio 120,00g; fósforo 87,00g; sódio 147,00g; enxofre 18,00g; cobre 590,00mg; cobalto 40,00mg; cromo 20,00mg; ferro 1.800,00mg; iodo 80,00mg; manganês 1.300,00mg; selênio, 15,00mg; zinco 3.800,00mg; molibdênio 300,00mg; flúor máximo 870,00mg; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% mínimo - 95%

<sup>4</sup>Mistura de uréia e sulfato de amônio na proporção de 9:1

### *Avaliação das características de carcaças*

Os animais foram insensibilizados (eletroanestesia), e finalmente foram realizadas a sangria, a esfolagem e a evisceração. Após a retirada das vísceras, cabeças e patas, foi realizada a pesagem para determinação do peso de carcaça quente (PCQ). As carcaças permaneceram em câmara fria a 4°C por 24 horas, em seguida foram pesadas para determinação do peso de carcaça fria (PCF) e com os PCQ e PCF foram determinados o rendimento da carcaça quente e fria através das fórmulas:

$$RCQ (\%) = PCQ/PVA \times 100$$

$$RCF (\%) = PCF/PVA \times 100$$

Onde: RC: Rendimento de carcaça; PC: Peso da carcaça e PVA: Peso vivo ao abate.

A perda por resfriamento também foi calculada com base nas PCQ e PCF, pela fórmula:

$$P_{Resfr} = (PCQ - PCF) / PCQ \times 100$$

Na carcaça resfriada foi realizada a avaliação da morfometria segundo Yañez et al. (2004), a saber: Comprimento interno: distância entre o bordo anterior do osso púbis e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio; Comprimento da perna: distância entre o trocânter maior do fêmur e o bordo da articulação tarso-metatarsiana; Profundidade do tórax: distância entre o esterno e a cernelha; Perímetro da garupa: perímetro na região da garupa, com base nos trocânteres dos fêmures. Foi calculado o índice de compacidade da carcaça (peso da carcaça fria dividido pelo comprimento interno da carcaça).

Após a avaliação morfométrica, as carcaças foram seccionadas ao meio e na meia carcaça esquerda foi medida a área de olho de lombo (AOL) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebras, usando folha de transparência e caneta apropriada. A AOL foi determinada em cm<sup>2</sup> após a digitalização das imagens. A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi mensurada com auxílio de um paquímetro, e expressa em milímetros.

As meias carcaças foram subdividida em cinco regiões e foram pesadas individualmente. As regiões anatômicas foram: Pescoço – entre a primeira e a sétima vértebra cervical; Paleta – base óssea:escápula, úmero e carpo; Costelas – entre a primeira e a 13<sup>a</sup> vértebra torácica; Lombo – ossos e músculos que compreendem as vértebras lombares; Pernil – secção entre a última vértebra lombar e a primeira sacra. Este procedimento foi adaptado de Colomer-Rocher et al. (1987). Em seguida, os lombos (*Longissimus lumborum*) direitos e esquerdos de cada animal foram dissecados, embalados a vácuo (de modo a evitar oxidação), identificados e congelados em freezer (-20° C) para serem posteriormente analisados.

#### *Avaliação da qualidade da carne*

A cor foi avaliada utilizando colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão), empregando iluminante D65 e geometria 45/0, e os valores de cor foram expressos no sistema CIELAB. Os valores de L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) foram obtidos diretamente do colorímetro calibrado para um padrão branco em ladrilho e utilizados para cálculo do croma [ $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ]. L\* varia de 0 a 100, em que o valor 0 indica o preto (ou cor escura) e o 100, o branco (cor clara). A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada pela disposição de frações de 0,5g de carne entre dois papéis filtro e estes entre duas placas de acrílico (12x12x1cm),

sob peso de 10kg por 5 min (RAMOS; GOMIDE, 2007). A CRA foi obtida pela relação entre peso inicial e final das amostras, sendo o resultado expresso em porcentagem.

A perda de peso por cocção (PPC) foi determinada por aquecimento, em chapa metálica com dupla face (regulada a 150°C), de porção de + ou - 30g de carne embalada em folha metalizada por tempo suficiente para assegurar temperatura interna dentre 72 a 75°C (RAMOS; GOMIDE, 2007). A PPC foi calculada em função da diferença entre o peso inicial e final, sendo expressa em porcentagem. A força de cisalhamento foi determinada por texturômetro TA.XT2 plus® Stable Micro Systems acoplado com sonda Warner-Bratzler, com espessura de 1,016mm e com lâmina de 3,05mm. Os dados (picos positivos máximos) foram obtidos empregando-se o programa Exponent Lite versão 5.1 (Stable Micro Systems). O equipamento foi calibrado com peso-padrão de 5kg e a velocidade de descida e corte do dispositivo foi de 200 mm/ minuto. Para as análises foram usadas amostras remanescentes da análise da perda de peso por cozimento, nas quais foram retiradas amostras cilíndricas de 1cm de diâmetro da parte central de cada amostra com o auxílio de lâmina cilíndrica, sendo dispostas no equipamento com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina. Os resultados foram expressos em Kgf/cm<sup>2</sup>.

O pH foi medido após descongelamento da carne por meio de potenciômetro digital com extremidade do tipo espeto diretamente no músculo *Longissimus lumborum*.

Para as análises da composição centesimal, perfil de ácidos graxos e sensorial, utilizou-se o músculo *Longissimus lumborum* esquerdo de cada animal. As análises de determinação da umidade, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo foram realizadas de acordo com as metodologias já descritas

Para determinar os ácidos graxos das dietas experimentais, análise realizada no Laboratório de nutrição e crescimento animal, pertencente a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, os lipídios foram extraídos das amostras e simultaneamente transmetilados com hexano e uma mistura de metanol / cloreto de acetila (20: 1 v/v), respectivamente, segundo Rodriguez-Ruiz et al. (1998). Os lipídios das carnes foram previamente extraídos de acordo com Hara & Radin (1978) e convertidos em metil ésteres de ácidos graxos (FAME) de acordo com Christie (1982). As amostras transmetiladas foram analisadas em triplicata através de cromatografia gasosa usando um modelo GC Finnigan Focus (Varian, Palo Alto, Califórnia), que foi equipado com um detector de ionização de chama (Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO) e uma coluna capilar. (CP-Sil 88, Varian), (100 51m x 0,25 mm x 0,20 µm). O hidrogênio foi utilizado como gás carreador a uma vazão de 1,8 mL/min. O programa inicial da temperatura do

forno foi de 70 °C, com um tempo de espera de 4 min. A temperatura foi então aumentada para 175 °C (a 13 ° C/min), com um tempo de espera de 27 min, seguido por outro aumento de temperatura para 215 °C (a 40 °C/min), com um tempo de espera de 9 min; finalmente, a temperatura foi aumentada a 7 °C/min a 230 °C, temperatura à qual a amostra foi mantida durante 5 min, durante um tempo total de 65 min. A temperatura do vaporizador era de 250 °C e a temperatura do detector era de 300 °C.

Os ácidos graxos presentes nas dietas e amostras de carne foram identificados comparando os tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com os padrões de ácidos graxos usando os padrões Supelco TM Component Mix (cat. 18919; Supelco, Bellefonte, PA). Os resultados foram então quantificados através da normalização das áreas dos ésteres metílicos e foram expressos em porcentagem de área do total de ácidos graxos identificados. A soma de ácidos graxos saturados totais (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e as relações AGPI: AGS, e n-6: n-3 foram calculados a partir da composição de ácidos graxos. Para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica das amostras de carne, o índice de aterogenicidade (IA) foi calculado com a equação  $AI = [(C12: 0 + (4 \times C14: 0) + C16: 0)] / (\Sigma AGMI + \Sigma n - 6 + \Sigma n - 3)$  e índice de trombogenicidade (TI) de acordo com a equação  $TI = [14: 0 + 16: 0 + 18: 0] / [(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (n-3 / n-6)]$  de acordo com o método de Ulbricht e Southgate (1991), e a razão de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h: H) foi calculada como  $h: H = (C18: 1 \text{ cis-9} + C18: 2 \text{ n-6}) / (C14: 0 + 16: 0)$ , de acordo com Arruda et al. (2012). As atividades de  $\Delta 9$ -dessaturase foram estimadas para dois ácidos graxos, ácido palmítico (D9C16) e ácido esteárico (D9C18), e as atividades de elongase foram estimadas de acordo com Smet et al. (2004) com as seguintes equações:  $D9C16 = [C16: 1 / (C16: 0 + C16: 1)] \times 100$ ;  $D9C18 = [(C18: 1 \text{ cis-9}) / (C18: 0 + C18: 1 \text{ cis-9})] \times 100$ ; e  $\text{elongase} = [(C18: 0 + C18: 1 \text{ cis-9}) / (C16: 0 + C16: 1 + C18: 0 + C18: 1 \text{ cis-9})] \times 100$ .

As características sensoriais da carne foram avaliadas utilizando um painel de 100 consumidores de acordo com AMSA (2015). As amostras de carne foram agrupadas por tratamento, colocadas em uma grelha elétrica (George Foreman Grill Jumbo GBZ6BW, Rio de Janeiro, Brasil) e cozidas até o centro geométrico das amostras atingiram 71 °C. Fragmentos de 2,0 cm<sup>2</sup> do músculo foram cortados, agrupados, codificados e transferidos para um 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. Nenhum condimento foi adicionado. Biscoitos do tipo água e sal e água filtrada para

remover o sabor entre as degustações foram servidos juntamente com as amostras de carne. Os testes foram realizados entre 9h e 12h, e os consumidores permaneceram em cabines individuais na sala do painel sensorial. Os atributos sensoriais foram registrados usando uma escala hedônica de nove pontos (os escores variaram de 1 a 9 como segue: 1 “Desgostei extremamente” e 9 como “gostei extremamente”) de acordo com a AMSA (2015). Os consumidores avaliaram os seguintes atributos: sabor, maciez e aceitação global.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos do Feno de Tifton 85 e dos concentrados experimentais, expressos em % de área

Ácido graxos (%)		Feno de Tifton 85	Níveis de tanino condensado (%MS)				
			0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
Mirístico	C14:0	0,70	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09
Palmítico	C16:0	28,82	13,24	13,04	14,46	13,56	14,39
Palmitoleico	C16:1	0,03	0,09	0,06	0,08	0,06	0,08
Estearico	C18:0	2,38	3,49	3,33	3,43	3,56	3,68
Oleico	C18:1	2,89	19,92	20,55	19,36	18,57	19,46
Linoleico	C18:2	15,33	51,95	51,83	51,88	53,47	51,67
$\alpha$ -linolênico	C18:3	38,47	4,13	4,66	4,60	5,15	4,78
Outros ácidos graxos		8,99	5,63	5,10	5,04	4,67	5,02

#### *Análises estatísticas*

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e oito repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de regressão.

Utilizou-se o comando PROC GLM e contrastes polinomiais foram utilizados para se determinar o efeito linear e quadrático dos tratamentos. Devido ao comportamento dos dados, optou-se por testar adicionalmente o efeito descontínuo *Linear Response Plateau* – LRP, para tal utilizou-se o comando PROC NLIN.

Os dados referentes a análise sensorial apresentaram homogeneidade de variâncias pelo teste de *Levene* por meio do comando “HOVTEST”.

O peso inicial foi utilizado no modelo estatístico como covariável quando significativo A significância foi declarada quando  $P < 0,05$ . Para todas análises foi utilizado o programa estatístico SAS 9.1®

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados apresentados na Tabela 4, pode-se observar pelo efeito LRP, que o desempenho foi semelhante para os tratamentos 0,0; 2,0 e 4,0% de TC na MS (TABELA 4), mas em níveis superiores houve a redução do desempenho produtivo dos animais.

Animais que consumiram até 4% de TC tiveram peso final mais elevado, quando comparado aos animais que receberam dietas com 6 e 8% de TC. Esse comportamento é reflexo do menor ganho de peso em função do consumo de nutrientes, que apresentou o mesmo comportamento para os níveis acima de 4% de TC (CAPITULO 1), mostrando que não houve limitação de crescimento diante do estudo, uma vez que a exigência nutricional dos animais foi atendida

Mendez-Ortiz et al. (2018), afirmam a existência de uma relação positiva entre o GP e a ingestão de PB, onde a maior disponibilidade proteica resulta em maior ganho de peso, independente da presença de TC, quando alcançado o limite de proteína disponível ingerida e não houver aumento no peso do animal, a formação de complexo TC-proteína interfere no desempenho, principalmente em animais que consomem dietas com baixa disponibilidade proteica. Esta afirmação se aplica no presente estudo, uma vez que através da análise estatística de efeito LRP, obteve-se comportamentos semelhantes para os valores de GPT e consumo efetivo de PB (Capítulo 1), implicando o baixo GP nos animais que receberam doses mais elevadas de TC, que demonstraram preferência por alimentos volumosos (Feno de Tifton 85), que por sua vez apresentam concentração de PB inferior quando comparada a dieta total.

Observando o efeito LRP, conclui-se que os valores de GPT e GMD foram semelhantes para os animais que receberam até 4% de TC na dieta, e que os animais que receberam níveis acima deste tiveram menores ganhos (Figura 1), as dietas foram formuladas para atender um GMD de 200g, segundo o NRC (2007). Assim, é possível observar que os maiores ganhos estiveram acima do estabelecido, com média de 220 g/dia. Mendez-Ortiz et al. (2018) afirmam que os ruminantes quando alimentados com dietas ricas em proteína, a inclusão de TC pode contribuir na redução da fermentação da PB, reduzindo o gasto energético para eliminar o excesso de nitrogênio ruminal via urina. Assim, é presumível que a disponibilidade/consumo de proteína na dieta permitiu que os animais atendam às suas necessidades protéicas para crescimento, apesar de qualquer efeito de complexação entre TC e proteína.

Tabela 4. Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
Peso inicial (kg)	21,05	22,71	21,17	21,15	21,47				
Peso final (kg)	37,52	39,25	37,22	30,10	29,52	0,815	<0,0001	0,0123	<0,0001
GPT (kg)	16,50	16,57	16,08	8,97	8,07	0,724	<0,0001	0,0123	<0,0001
GMD (kg)	0,220	0,221	0,214	0,119	0,107	0,010	<0,0001	0,0126	<0,0001
Eficiência Alimentar	0,22	0,21	0,20	0,14	0,14	0,007	<0,0001	0,4940	<0,0001

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau

GPT: ganho médio total; GMD: ganho médio diário

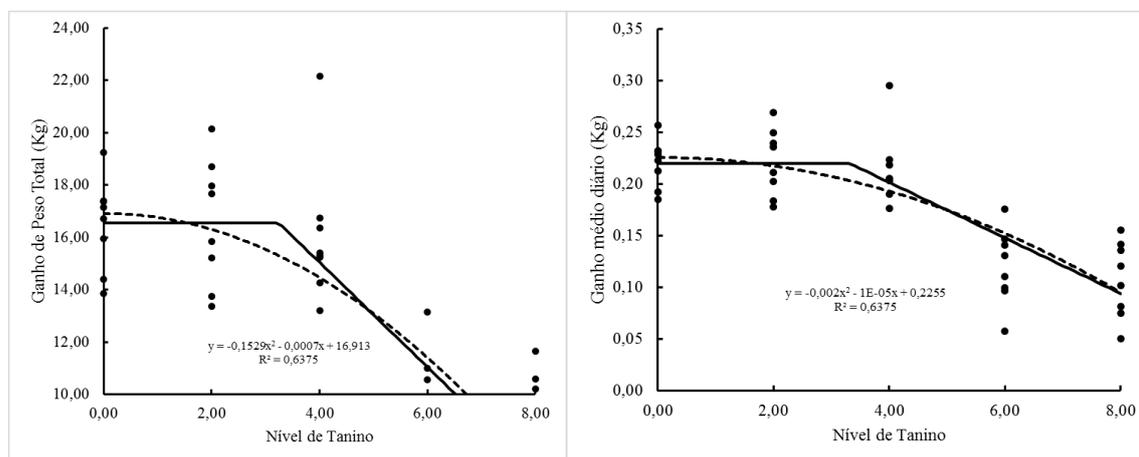


Figura 1. Efeito quadrático e LRP na relação entre o ganho de peso total, ganho médio diário de cordeiros e o nível de tanino condensado

Foi determinada através da análise LRP que os PVA, PCQ e PCF foram semelhantes entre os tratamentos 0,0; 2,0 e 4,0% de TC, enquanto nos níveis 6,0 e 8,0% os pesos foram inferiores (TABELA 5). O peso da carcaça é relacionado ao peso corporal do animal, sendo esperado que apresentassem o mesmo comportamento do PF e GMD (TABELA 4). Segundo Silva Sobrinho (2006), os rendimentos de carcaça variam de 40 a 50%, para ovinos. Os rendimentos encontrados no presente estudo foram inferiores, com média 40,47 e 40,26% para RCQ e RCF respectivamente.

Tabela 5. Pesos e rendimentos de carcaças quente e fria de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
Peso (kg)									
Ao abate	37,52	39,25	37,22	30,10	29,52	0,81	<0,0001	0,0123	<0,0001
Carcaça quente	15,93	17,38	14,28	11,43	11,53	0,48	<0,0001	0,3856	<0,0001
Carcaça fria	15,83	17,28	14,23	11,38	11,45	0,47	<0,0001	0,3636	<0,0001
Rendimentos (%)									
Carcaça Quente	42,38	44,22	38,61	37,89	39,25	0,83	0,0290	0,5499	0,0608
Carcaça Fria	42,12	43,98	38,47	37,73	39,00	0,84	0,0321	0,5903	0,0684

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau

Carvalho et al. (2012), afirma que a perda por resfriamento é uma medida importante pois considera o refrigeração adequado das carcaças, onde menores valores de perdas, demonstram melhor o grau de acabamento dos animais, o que é consequência de uma adequada cobertura e distribuição de gordura nas carcaças, tornando maior a proteção das carcaças no momento do resfriamento. No entanto, no presente estudo não foi observado efeito significativo para perda por resfriamento, resultado inesperado uma vez que houve efeito linear decrescente para EGS, onde as dietas com 6 e 8% de TC apresentaram valores inferiores, 1,6 e 1,9mm, respectivamente, quando comparada as demais dietas, estando abaixo do valor indicado por Burin (2016), que afirma que carcaças com EGS inferiores à 3 mm aumentam a incidência de “cold-shortening” escurecimento, desidratação e endurecimento da carne pelo frio.

A formação de complexo TC-proteína promoveu uma limitação na concentração de proteína degradável no rúmen, o que consequentemente reduz a quantidade de substratos nitrogenados necessário aos microrganismos para a síntese de proteína microbiana, mesmo que haja energia disponível. Isso pode reduzir a formação de acetato, uma vez que o acetato é o principal precursor da síntese de ácidos graxos a ser depositado nos animais ruminantes (BURIN, 2016), deste modo, a baixa formação deste AGV no interior do rúmen gera uma reduzida deposição de gordura.

A composição das carcaças pode ser estimada por meio da mensuração AOL e da EGS, por apresentarem correlação alta e positiva com a distribuição de músculos e com o teor de gordura na carcaça, respectivamente (McMANUS et al., 2013). Observando a tabela 6, o efeito linear decrescente para a AOL, implica que a quantidade de músculo da carcaça, foi

influenciada pela inclusão de TC na dieta, ocasionando uma redução na quantidade de músculo por área. Entretanto, a média obtida no presente estudo (13,40 cm<sup>2</sup>) foi superior à encontrada por Costa et al. (2011), avaliando dieta energética em cordeiros Morada Nova (10,35 cm<sup>2</sup>).

Tabela 6. Perda por resfriamento, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea em cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
PRESF (%)	0,64	0,53	0,40	0,42	0,69	0,12	0,9895	0,3764	0,5116
EGS (mm)	3,6	3,4	2,6	1,6	1,9	0,02	0,0002	0,1507	0,0009
AOL (cm <sup>2</sup> )	15,00	14,87	12,62	12,62	11,87	0,53	0,0270	0,8198	0,0224

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
PRESF: Perda por resfriamento; AOL: área de olho de lombo; EGS: espessura de gordura subcutânea

Na tabela 7 estão apresentados os dados de morfometria da carcaça. Não foi observado efeito do TC sobre o comprimento interno, comprimento de perna e profundidade de tórax, mas identificou-se efeito linear decrescente na circunferência de perna, perímetro de peito e perímetro de garupa à medida que se elevava o nível de TC nas dietas, provavelmente devido à redução no peso corporal ao abate, ocasionando uma menor deposição de músculo na carcaça. Gerrard e Grant (2006) afirmam que no desenvolvimento corporal animal começa pelos ossos, seguido pelos músculos e gordura, o que nos faz pressupor que as dimensões relacionadas aos comprimentos dependem primordialmente do desenvolvimento ósseo, enquanto as perimetrais, estão relacionadas ao preenchimento muscular, sendo correlacionado pelo consumo de nutrientes, que no presente estudo foram influenciados pela inclusão de TC na dieta.

O índice de compacidade da carcaça (ICC), apresentou efeito linear decrescente. O ICC é um indicativo da conformação da carcaça já que avalia a quantidade de tecido muscular depositado por unidade de comprimento (YÁÑEZ et al., 2004), isso mostra que os animais que receberam TC na dieta tem menor quantidade de tecido muscular depositado, e a medida que se eleva o nível, a quantidade de musculo diminui, o que pode ocasionar redução nos pesos e rendimentos dos cortes comerciais, fato verificado nos valores de AOL (TABELA 6).

Tabela 7. Medidas morfométricas da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável (cm)	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP <sup>4</sup>
Comprimento Interno	55,60	55,36	55,53	54,50	53,04	0,40	0,2604	0,8002	0,4518
Comprimento de Perna	41,31	40,69	41,81	40,75	42,13	0,22	0,4240	0,4585	0,7338
Circunferência de Perna	27,70	27,35	26,59	24,60	24,79	0,62	0,0003	0,8261	0,0009
Profundidade de Tórax	16,19	16,04	15,16	15,65	15,69	0,18	0,2916	0,3320	0,9448
Perímetro de peito	77,39	75,38	73,87	67,28	66,33	2,05	<0,001	0,8314	<0,001
Perímetro de Garupa	53,08	53,83	54,00	44,78	43,00	1,96	0,0005	0,7998	0,0002
ICC	0,28	0,31	0,26	0,21	0,21	0,01	<0,001	0,3181	-

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
ICC: Índice de Compacidade da Carcaça

Segundo Ruiz de Huidobro e Caneque (1994), a comercialização da carcaça ovina pode ser realizada com ela inteira ou na forma de cortes comerciais, onde os cortes cárneos são apresentados individualmente, sendo um fator de grande importância na comercialização, uma vez que possuem diferentes valores econômicos e a sua proporção constitui importante índice para avaliação da qualidade comercial da carcaça. No presente estudo, observou-se efeito linear decrescente no peso dos cortes comerciais a medida que se elevou o nível de TC na dieta. Os pesos médios de pescoço (1,18 kg), paleta (1,30 kg), pernil (2,12 kg), lombo (1,11 kg) e costela (1,18 kg) obtidos no presente estudo corroboram com os encontrados por Ferreira et al. (2016), com pesos médio de pescoço (0,70 kg), paleta (1,40 kg), pernil (2,11 kg), lombo (0,87 kg) e costela (2,2 kg), quando comparado ao genótipo SPRD.

Os resultados dos pesos dos cortes seguiram o mesmo comportamento do peso das carcaças (Tabela 5) tendo carcaças mais leves e cortes com pesos inferiores, mostrando que a proporcionalidade de crescimento das distintas regiões da carcaça, ocorrendo maior peso dos cortes com o aumento da massa corporal e reforçando a lei da harmonia anatômica imposta por Bocard & Dumont (1960), segundo a qual carcaças de pesos e quantidades de gordura similares apresentam proporções semelhantes das diferentes regiões anatômicas, independentemente da conformação dos genótipos considerados.

Tabela 8. Pesos e rendimentos dos cortes comerciais em cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP
Pesos (kg)									
Pescoço	1,21	1,34	1,30	1,04	1,00	0,05	0,0345	0,1979	0,0637
Paleta	1,43	1,60	1,32	1,10	1,07	0,09	<,0001	0,3065	<0,0001
Pernil	2,33	2,54	2,22	1,72	1,79	0,14	<,0001	0,5808	0,0001
Lombo	1,28	1,34	1,15	0,88	0,88	0,09	<,0001	0,7493	<0,0001
Costela	1,32	1,61	1,10	0,97	0,92	0,12	0,0007	0,6115	0,0029
Rendimentos (%)									
Pescoço	15,48	15,33	17,46	19,04	17,60	0,43	0,0068	0,3454	0,0825
Paleta	17,98	18,37	18,80	19,14	18,62	0,18	0,1054	0,2008	0,1323
Pernil	29,29	29,15	31,16	30,16	31,11	0,28	0,0149	0,6966	0,0584
Lombo	16,14	15,39	15,93	15,68	15,00	0,23	0,2458	0,7483	0,4084
Costela	16,37	18,74	15,20	16,71	15,84	0,55	0,4342	0,7563	0,8126

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau

Foi observado efeito quadrático positivo, para o valor de pH nas carcaças, onde os animais que receberam TC na dieta apresentaram valor acima da faixa preconizada por Jiang et al. (2014) para carcaças de ovinos (5,6 a 5,8), onde o maior valor foi para os animais que receberam 4% de TC, o valor elevado ou acima da faixa normal de pH pode ser explicada por algum estresse sofrido pelos animais, anterior ao abate. Sabendo que o pH na carne é uma variável influenciado pelo esgotamento das reservas de glicogênio após o abate, uma vez que as células musculares ficam privadas de oxigênio, fazendo que a metabolização da glicose ocorra de forma anaeróbica, utilizando o glicogênio (MATOS, 2013). Contudo, baseado nos resultados do presente estudo, a reserva de glicogênio possivelmente reduziu, à medida que se elevava o nível de TC na dieta, devido ao baixo consumo de nutrientes, ocasionando menor fornecimento de glicose para a fermentação láctica necessária para garantir a decida do pH muscular.

Ainda na tabela 9, os valores da análise de perda por cocção (PPC), capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) não foram influenciados pela inclusão de TC nas dietas. O faixa de pH encontrado no presente estudo, favoreceu a ausência de efeito na PPC e CRA, uma vez que estes fatores são influenciados pelo meio

acidificado proveniente do acúmulo de ácido láctico, favorecendo a desnaturação proteica e consequente a redução do poder de ligação com a água (LAWRIE, 2005).

Tabela 9. Características físico-químicas da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP
pH	5,68	5,90	6,00	5,94	5,80	0,04	0,3548	0,0192	0,1101
PPC (%)	35,58	32,73	36,42	36,11	35,68	0,73	0,4961	0,8941	-
CRA (%)	36,02	37,69	34,59	37,97	34,71	0,68	0,5453	0,4515	0,2845
FC (kgf)	2,51	2,54	2,72	3,24	3,25	0,18	0,0885	0,8322	0,0775
Cor									
L	38,88	37,37	38,53	39,93	41,30	0,47	0,0231	0,1128	0,0136
A	24,01	22,72	24,58	21,54	22,47	0,31	0,0288	0,8382	0,1905
B	8,85	7,21	8,63	7,03	7,50	0,26	0,0974	0,5454	0,6764
Chroma	25,61	23,87	26,06	22,68	23,74	0,35	0,0298	0,9896	-

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
PPC: perda por cocção; CRA: capacidade de retenção de água; FC: força de cisalhamento

Na avaliação da coloração da carne, foi observado efeito linear crescente para a luminosidade (L), e segundo Holdstock et al. (2014), quando o declínio do pH é limitado pela concentração de glicogênio no músculo em situação de estresse pré-abate, pode ocasionar carnes com coloração mais escura, o que influencia negativamente na aceitação do consumidor. Possivelmente o valor de pH não foi elevado o suficiente para causar o escurecimento da carne, uma vez que se observa efeito linear decrescente para teor de vermelho (a) e teor de amarelo (b) e Chroma (Tabela 9), os valores para L, a e b foram semelhantes ao encontrado por Sanchez et al. (2018) em estudo com dieta rica em TC acrescida de óleo vegetal para cordeiros em terminação. O Chroma é referente a intensidade ou saturação da cor da carne podendo apresentar a coloração viva/brilhante ou apagada/fosca, no presente estudo a carne dos animais apresentavam coloração mais apagada/fosca a medida que se eleva a inclusão de TC na dieta.

Tabela 10. Composição centesimal da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado, expresso em percentual

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP
	Umidade	71,72	72,44	72,65	72,55				
Mínerais	1,05	1,01	1,00	1,09	1,09	0,02	0,1583	0,1803	0,1611
Proteína Bruta	25,01	22,80	22,25	23,03	22,18	0,67	0,1528	0,3659	0,6962
Extrato etéreo	3,37	3,48	3,45	2,56	1,64	0,37	0,6947	0,0276	0,0003

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau

Não foi observado diferença significativa, com a inclusão de TC, nos teores de umidade, cinzas e proteína bruta na carne, com valor médio 72,47, 1,05 e 23,05, respectivamente (Tabela 10). Chikwanha et al. (2019), encontrou valores semelhantes em estudo com bagaço de uva com níveis de até 30% de TC, para ovinos.

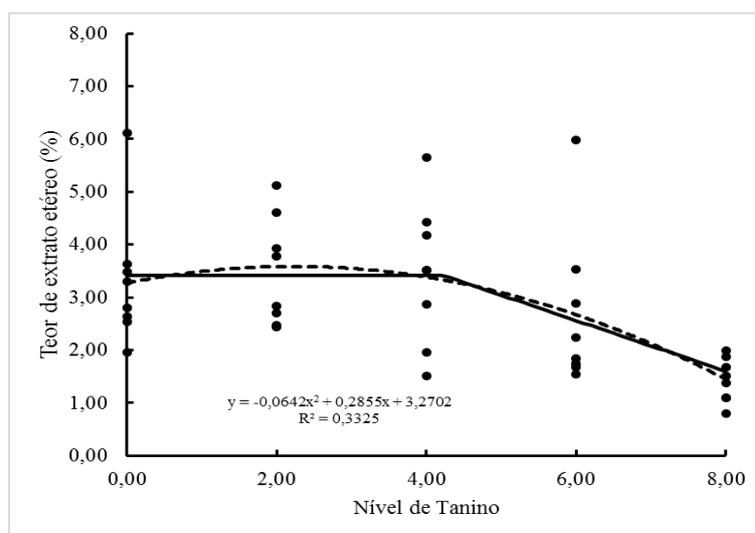


Figura 2. Efeito quadrático e LRP na relação entre o teor de extrato etéreo da carne e o nível de tanino condensado na dieta de cordeiros

Com base na análise LRP, o teor de EE na carne foi semelhante para os tratamentos 0,0; 2,0 e 4,0% de TC e níveis maiores a estes reduziram a concentração desta fração na composição da carne. Isso se deve ao comportamento semelhante no consumo de EE e a baixa digestibilidade das dietas com inclusão acima de 4% de TC (CAPÍTULO 1), leva ao desbalanceamento concentração de gordura no rúmen, uma vez que na análise da composição centesimal de carnes, a gordura é o componente que apresenta maior variação,

onde a deposição é proveniente da composição energética da dieta que atenda a pretensão nutricional exigida, corroborando com Eriksson & Pickova (2007).

De acordo com Santos-Silva (2002), a carne ovina é considerada rica em ácidos graxos saturados, principalmente mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); monoinsaturados, principalmente palmitoléico (C16:1) e oléico (C18:1) e baixa quantidade de poli-insaturados, sendo os mais presentes, o linoléico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4). Como é possível observar na tabela 16, a inclusão de TC condensado na dieta promoveu efeito linear crescente, para os ácidos C12:0 e C18:0, resultado não desejável uma vez que são ácidos graxos saturados e quanto maior a sua concentração, maiores serão os riscos de aparecimento de doenças cardiovasculares. Os valores encontrados no presente estudos estão próximos ao encontrados por Francisco et al. (2018) trabalhando com polpa cítrica na alimentação de cordeiros.

Com relação ao perfil dos ácidos graxos insaturados, houve uma redução linear no percentual de C18:1, em contrapartida o aumento dos C16:1; C18:2 e C18:3 foram significativos, chegando a valores de 7,21 e 0,71 respectivamente para a carne dos animais que receberam nível máximo de TC (8%). Demonstrando assim que quanto mais elevado for o nível de tanino condensado na dieta, maior serão os efeitos os efeitos inibitórios da biohidrogenação, agindo principalmente sobre as bactérias *Gram-positivas* no rúmen, impedindo a ação ou até mesmo causando a morte destas bactérias (LIU et al., 2013)

Não observado efeito significativo para teores de CLA, sendo estes formados pela coleção de isômeros do ácido linoléico (C18:2 cis-9, cis-12), podendo ser obtidos pela biohidrogenação incompleta dos AGP existentes na dieta, mas também podem ser adquiridos de forma endógena, quando ocorre dessaturação do ácido vacênico (C18:1 trans-11) pela enzima  $\Delta^9$ -dessaturase, presente na glândula mamária e tecido adiposo (MANSO et al., 2010).

Foi observado efeito linear crescente para os AG considerados essenciais (EPA e DPA) e efeito quadrático negativo para DHA (Tabela 11). Sendo os menores valores para os animais que receberam TC nos níveis 2,0 e 4,0%, mostrando nitidamente que a quantidade de TC nestes tratamentos não foi suficiente para promover a inibição da biohidrogenação, exibindo a ação da biohidrogenação completa do C18:3, uma vez que Nguyen et al. (2018) afirma que o C18:3 é um o AG precursor na formação de EPA, DPA e DHA. A via de formação destes ácidos graxos através do C18:3, se dá pela atuação de algumas enzimas dessaturase ( $\Delta^6$ , 5 e 4 dessaturase, respectivamente), sendo intercaladas

por enzimas de alongação. Estas enzimas são encontradas na fração microsossomial das células, com atividade no fígado (ROSSATO, 2007; BEZARD et al., 1994).

Rossato (2007) esclarece a importância destes AG, uma vez que o EPA e DHA apresentam efeitos na leucocitária, afetando as respostas inflamatória e imunitárias, auxiliam no tratamento de doenças cardiovasculares, autoimune, esclerose múltipla e certos tipos de câncer, além de terem potencial no controle das membranas nas células imune, devido a sua natureza altamente insaturada.

Tabela 11. Perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Ácido graxos (%)		Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM	Valor de P		
		0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP
Láurico	C12:0	0,13	0,13	0,14	0,20	0,19	0,01	0,0005	0,7910	0,0005
Mirístico	C14:0	2,38	2,41	2,38	2,55	2,62	0,09	0,2129	0,6478	0,1965
Palmítico	C16:0	22,93	21,76	22,40	22,09	21,26	0,33	0,1064	0,8982	0,1059
Palmitoleico	C16:1	1,80	1,82	1,62	1,54	1,50	0,05	0,0006	0,9783	0,0005
Esteárico	C18:0	16,43	16,44	17,81	17,90	18,37	0,40	0,0188	0,8910	0,0532
Oleico	C18:1	38,89	40,02	37,76	33,25	34,72	0,72	<0,0001	0,6562	0,0513
Linoleico	C18:2	4,60	4,75	4,93	7,60	7,21	0,38	<0,0001	0,4578	<0,0001
$\alpha$ -linolênico	C18:3	0,42	0,43	0,45	0,67	0,71	0,03	<0,0001	0,0190	<0,0001
CLA	C18:2	0,81	0,91	0,89	0,85	0,86	0,03	0,7899	0,3005	-
Araquidônico	C20:4	1,38	1,28	1,23	2,22	2,15	0,14	0,0004	0,1529	-
EPA	C20:5	0,15	0,15	0,13	0,28	0,29	0,02	<0,0001	0,0558	0,0002
DPA	C22:5	0,36	0,33	0,29	0,54	0,61	0,04	<0,0001	0,0124	<0,0001
DHA	C22:6	0,10	0,06	0,05	0,10	0,09	0,01	0,8835	0,0129	0,0592

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
CLA: rumenico+ isômeros; EPA: eicosapentaenoico ; DPA: docosapentaenoico; DHA: docosahexaenoico)

Na concentração de AG (Tabela 127), os resultados demonstram um efeito linear crescente para o somatório de AGPI e AGCI, comportamento esperado uma vez que houve efeito das dietas sobre o perfil dos AG (Tabela 11). Para o somatório de AGMI houve redução linear, tal fato aconteceu pela redução do oléico, que participa em maior concentração.

Arruda et al. (2012), relatam que razões AGI: AGS e  $\omega$ -6: $\omega$ -3 têm sido utilizadas com frequência para análise do valor nutricional de óleos e gorduras e indicar o potencial

colesterolêmico, reforçando que a relação AGI:AGS deve ser acima de 0,4, enquanto a n-6:n-3 não deve ultrapassar o valor 4 (ALFAIA et al., 2010). No presente estudo, não houve efeito significativo para esses parâmetros, apresentando médias 1,26 e 2,06, respectivamente, estando dentro da faixa preconizada como uma carne com perfil lipídico de qualidade.

O efeito linear decrescente das enzimas  $\Delta$ -9 desaturase 16 e 18, juntamente com a ausência de efeito na elongase, indicam que a formação de CLA no músculo foi reduzida, e que o teor deste na carne é proveniente do processo de biohidrogenação ruminal.

Tabela 12. Concentração de ácidos graxos e índice de aterogenicidade e trombogenicidade da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Ácido graxos (%)	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP
Saturados	43,23	42,17	44,23	44,44	44,24	0,46	0,1006	0,9662	0,5628
Insaturados	55,43	56,42	54,31	54,14	54,55	0,49	0,1388	0,8065	0,2735
Monoinsaturados	47,21	48,14	46,01	41,29	41,95	0,75	<0,0001	0,3749	<0,0001
Polinsaturados	8,22	8,29	8,30	12,84	12,60	0,63	<,0001	0,2228	0,0658
AG cadeia ímpar	1,37	1,44	1,47	1,60	1,76	0,54	0,0008	0,3213	0,0043
(Insat):(Sat)	1,29	1,34	1,23	1,22	1,24	0,02	0,1149	0,8707	0,2417
(n-6):(n-3)	2,13	2,06	1,95	2,15	2,02	0,09	0,8055	0,7455	0,7772
$\Delta$ 9desaturase 16	7,29	7,73	6,74	6,48	6,63	0,17	0,0045	0,8849	0,0153
$\Delta$ 9desaturase 18	70,26	70,90	67,92	64,97	65,34	0,86	0,0006	0,9204	0,0021
Elongase	69,11	70,55	69,83	68,41	70,00	0,38	0,8571	0,8751	0,8627
Aterogenicidade	0,66	0,63	0,67	0,73	0,71	0,02	0,0296	0,7110	-
Trombogenicidade	1,47	1,42	1,56	1,58	1,55	1,47	0,0493	0,7450	-
(h):(H)	1,62	1,74	1,61	1,48	1,61	1,62	0,1410	0,9397	0,1589

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>L: efeito linear; <sup>3</sup>Q: Efeito quadrático; <sup>4</sup>LRP: Efeito descontínuo Linear Response Plateau  
h: H: Índice de ácidos graxos hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico

Leonardo (2014) afirma que a forma de avaliar o valor nutricional através perfil de AG seria através da utilização das relações fundamentadas nos efeitos funcionais dos AG, tomando como base os valores dos índices de aterogenicidade, trombogenicidade, além da relação h:H. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade apontam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores de IA e IT maior é a quantidade de AG anti-aterogênicos presentes na carne e conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (TURAN et al., 2007).

Os valores apresentados para os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), demonstram aumento linear com a adição de TC nas dietas. Os valores de IA estão dentro do padrão proposto por Ulbricht & Southgate (1991), não podendo ultrapassar 0,73. No entanto os valores para IT estão acima do valor máximo (1,27). Demonstrando que apesar do aumento dos teores de AGPI na carne dos animais no presente estudo, estas são consideradas de qualidade inferior baseada no seu perfil lipídico.

Tabela 13. Análise sensorial da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de tanino condensado

Variável	Níveis de tanino condensado (%MS)					EPM <sup>1</sup>	Valor de P		
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	LRP
Sabor	6,51	6,79	6,35	6,75	6,52	0,183	0,9736	0,8009	0,7078
Maciez	7,27	7,54	7,04	7,37	6,81	0,285	0,0423	0,1908	0,0093
Aceitação Global	6,50	6,63	6,42	6,80	6,26	0,205	0,6125	0,3006	0,1302

<sup>1</sup>EPM- Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Significancia para efeito linear; <sup>3</sup>Significancia para efeito quadrático;

Nos atributos de análise sensorial foi observado diferença apenas para a maciez, onde apresentou efeito linear decrescente, à medida que se eleva o nível de TC na dieta. A redução no teor de gordura na carne influenciou na maciez, mas não afetou a qualidade sensorial uma vez que os provadores estabeleceram média 7,2 em uma escala hedônica de 9 pontos. Sobretudo, os valores estão acima dos obtidos por Gesteira et al. (2018), em estudo com níveis de TC na alimentação de novilhos, e semelhante aos encontrados por Lima et al. (2018), utilizando torta de girassol para cordeiros.

## CONCLUSÃO

A inclusão de tanino condensado na dieta com o intuito de promover melhorias na qualidade da carne de cordeiros, torna-se inviável, uma vez que níveis de até 4% de TC não afetaram o desempenho dos animais, como também não trouxeram vantagem e benefício no perfil de ácidos graxos na carne, que seria o principal objetivo. Níveis acima é prejudicial à produção animal, visto que reduz o desempenho dos animais resultando em carcaças de qualidade inferior.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. 2nd edn. version 1.0, **American Meat Science Association**, Chicago, IL, 2015.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS . Official methods of analysis. 15.ed. Washington, 1990
- ARRUDA, P.C.L.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BOMFIM, M.A.D.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; 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, p. 1229–1240, 2012.
- BEZARD, J.; BLOND, J.P.; BERNARD, A.; CLOUET, P. The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and humans tissues. **Reproductional, Nutritional, Development**, v. 34, p. 539-568, 1994.
- BURIN, P.C. Qualidade da gordura ovina: características e fatores de influência– (Quality of fat sheep: characteristics and influence factors). **Revista eletrónica de Veterinaria**. v.17, n.10, 2016.
- CARVALHO, I. P.; FIORENTINI, G.; LAGE, J. F.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C.; ROSSI, L. G.; BERCHIELLI, T. T. Fatty acid profile, carcass traits and meat quality of Nellore steers following supplementation with various lipid sources. **Animal Production Science**, v.57, n.6, p.1170– 1178, 2017.
- CHIKWANHA, O.C.; MUCHENJE, V.; NOLTE, J.E.; DUGAN, M.E.R.; MAPIYE, C. Grape pomace (*Vitis vinifera* L. cv. Pinotage) supplementation in lamb diets: Effects on growth performance, carcass and meat quality. **Meat Science**. v.147, p. 6–12, 2019.
- CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**. V.23, p. 1072, 1982.

- COLOMER-ROCHER, F., MORAND-FEHR, P., KIRTON, A.H. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. **Livestock Production Science**, 17:149-159, 1987.
- CORREIA, B. R.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, R. L.; PIRES, A. J. V.; RIBEIRO, O. L.; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A. Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. **Meat Science**, v.118, p.157–163, 2016.
- COSTA, R.G; LIMA, C.A.C.; MEDEIROS, A.N; LIMA, G.F.C.; MARQUES, C.A.T.; SANTOS, N.M.S. Características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis do fruto-refugo de melão em substituição ao milho moído na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.866-871, 2011.
- ERIKSSON, S.F.; PICKOVA, J. Fatty acids and tocopherol levels in m. *Longissimus dorsi* of beef cattle in Sweden – a comparison between seasonal diets. **Meat Science**, v.76, p.746-754, 2007.
- FERREIRA, R.C.; CÉZAR, M.F.; SOUSA, W.H.; CUNHA, M.G.G.; CORDÃO, M.A.; NÓBREGA, G.H. Biometria, morfometria e composição regional da carcaça de caprinos e ovinos de diferentes genótipos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.11, n.3, p.253-258, 2016.
- FRANCISCO, A.; ALVES, S.; PORTUGAL, P.; DENTINHO, M.; JERÓNIMO, E.; SENGO, S.; SANTOS-SILVA, J. Effects of dietary inclusion of citrus pulp and rockrose soft stems and leaves on lamb meat quality and fatty acid composition. **Animal**, v.12, n.4, 872-881, 2018.
- GERRARD, D. E.; GRANT, A. L. Principles of animal growth and development. Revised Printing. Dubuque: Kendall Hunt, 264p, 2006.
- GESTEIRA, S. M.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. M.; RIBEIRO, R. D.; RIBEIRO, C. V.; PEREIRA, E. S.; LANNA, D. P.; PINTO, L. F.; ROCHA, T. C.; VIEIRA, J. F; BEZERRA, L. R. Physicochemical Quality, Fatty Acid Composition, and Sensory Analysis of Nellore Steers Meat Fed with Inclusion of Condensed Tannin in the Diet. **Journal of Food Science**, v.83, p.1366-1372, 2018.

- GIDDINGS, B.; HOPWOOD, B.; MELLOR, M.; O'BRIEN, G. Back to the city: A route for urban sustainability. **Future Forms and Design for Sustainable Cities**. p.13-30, 2005.
- HALL, M.B. Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 76p, 2000.
- HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraciton of tissues with low-toxicity solvent. **Analitical Biochemistry**, v. 90, p. 420-426, 1978.
- HOLDSTOCK, J.; AALHUS, J.L.; UTTARO, B.A.; LÓPEZ-CAMPOS, Ó.; LARSEN, I. L.; BRUCE, H.L. The impact of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the longissimus thoracis within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade. **Meat Science**, v.98, p.842–849, 2014.
- JAYANEGARA, A.; LEIBER, F.; KREUZER, M. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.96, p.365–375, 2012.
- JIANG, H.; WANG, Z; MA, Y.; QU, Y.; LU, X.; GUO, H.; LUO, H. Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, meat quality, fatty acid profile and meat lipid oxidation in lambs in summer conditions. **Small Ruminant Research**, v.131, p.99-106, 2014.
- LAFARGA, T.; HAYES, M. Bioactive peptides from meat muscle and by-products: generation, functionality and application as functional ingredients. **Meat Science**. v.98, n.2, p.227-239, 2014.
- LAWRIE, R.A. Ciência da carne / Lawrie, R.A.; trad. Jane Maria Rubensam. – 6.ed. – Porto Alegre: Artmed, 2005.MAKKAR, H.P.S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin rich feeds. **Small Ruminante Research**. v.49, p.241–256, 2003.

- LEONARDO, A.P. Composição dos ácidos graxos e teor de colesterol da carne de ovinos pantaneiros. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados. 42p. 2014.
- LIMA, A.G.V.O; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M; BARBOSA, A.M.; NASCIMENTO, T.V.C.; OLIVEIRA, V.S.; RIBEIRO, R.D.X.; PEREIRA, E.S.; BEZERRA, L.R. Feeding sunflower cake from biodiesel production to Santa Ines lambs: Physicochemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of meat. **Plos One**, v.13, n.1, p.1-14, 2018.
- LIU, X.L.; HAO, Y.Q.; JIN, L.; XU, Z.J.; McALLISTER, T.A.; WANG, Y. Anti-*Escherichia coli* O157: H7 properties of purple prairie clover and sainfoin condensed tannins. **Molecules**. v.18, p.2183-2189, 2013.
- MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; MANTECON, A.R. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, v. 83, n. 3, p. 511–516, 2009.
- MATOS, J. E. Maturação condição essencial à valorização da qualidade de uma carne. **Agrotec: revista técnico-científica agrícola**, nº 6, 20-24, 2013.
- McAFEE, A.J.; McSORLEY, E.M.; CUSKELLY, G.J.; MOSS, B.W.; WALLACE, J.M.W.; BONHAM, M.P.; FEARON, A.M. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. **Meat Science**. v.84, p.1–13, 2010.
- McMANUS, C.; PAIM, T. do P.; LOUVANDINI, H.; DALLAGO, B.S.L.; DIAS, L.T.; TEIXEIRAS, R.A. Avaliação ultrassonográfica da qualidade de carcaça de ovinos Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.1, p.8-16, 2013.
- MENDEZ-ORTIZ, F.A.; SANDOVAL-CASTRO, C.Aa; VENTURA-CORDERO, J; SARMIENTO-FRANCO, L.A.; TORRES-A COSTA, J.F.J. Condensed tannin intake and sheep performance: a meta-analysis on voluntary intake and live weight change, **Animal Feed Science and Technology**. In Press, 2018.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 80:1463-1481, 1997.

- MIN, B.R; BARRY, T.N; ATTWOOD, G.T; MCNABB, W.C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1–4, p. 3–19, 2003.
- NGUYEN, D.V.; MALAU-ADULI, B.S.; CAVALIERI, J.; NICHOLS, P.D.; MALAU-ADULIA, A.E.O. Supplementation with plant-derived oils rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids for lamb production. **Veterinary and Animal Science**. v.6, p. 29-40, 2018.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of small ruminants. 1. ed. Washington: NAP, 362p. 2007.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed.rev. Washington: National Academy of Science, 381p. 2001.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. Viçosa: UFV, p.599, 2007.
- RODRÍGUEZ-RUIZ, J.; BELARBI, E.H.; SÁNCHEZ, J.L.G.; ALONSO, D.L. Rapid simultaneous lipid extraction and transesterification for fatty acid analyses, **Biotechnology Techniques**. v.12, p. 689-691, 1998.
- ROSSATO, LIZANDRA VERCEZI. Composição lipídica da carne bovina de rebanho comerciais em diferentes sistemas de terminação e grupos genéticos. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, 130p, 2007.
- RUIZ DE HUIDOBRO, F.; CANEQUE, V. Produccion de carne de corderos de raza Manchega. 5. Crecimiento relativo del quinto cuarto y de los tejidos y piezas de la canal. **Investigacion Agraria: Produccion y Sanidad Animales**, v. 9, n. 2, p. 95-108, 1994.
- SÁNCHEZ, N.; MENDOZA, G.D.; MARTÍNEZ, J.A.; HERNÁNDEZ, P.A.; DIAZ, L.M.C.; LEE-RANGEL, H.C.; VAZQUEZ, A.; RAMIREZ, R.F. Effect of Caesalpinia coriaria Fruits and Soybean Oil on Finishing Lamb Performance and Meat Characteristics. **BioMed Research International**. v.2018, p.1-6, 2018.

- SANTOS-SILVA, J., BESSA, R. J. B., & SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. I. Growth, carcass composition and meat quality. **Livestock Production Science**, v.77, p.187–194, 2002.
- SILVA SOBRINHO, A. G. Criação de ovinos. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 302 p
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A.C. Análise de Alimentos: metodos quimicos e biologicos. Vicoso-MG: UFV, 2002. 235p
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 848p, 2009.ULBRICHT, T.L.V. & SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, v.338, p.985-992, 1991.
- TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Sciences**, v.1, p. 97-103, 2007.
- 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**, 74:3583-3597, 1991.
- 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.3, p.116e39, 2008.
- YÁÑEZ, E.A.; RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D.; MEDEIROS, A.N.; SILVA SOBRINHO, A.G.; PEREIRA FILHO, J.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; ARTONI, S.M.B. Utilização de medidas biométricas para predizer características da carcaça de cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1564-1572, 2004.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do TC como estratégia alimentar para buscar atender à exigência por alimentos saudáveis do mercado consumidor, não é viável, mesmo que realizada de forma cautelosa, uma vez que níveis elevados afetam negativamente os parâmetros produtivo dos animais. Contudo, o TC se faz presente nas forrageiras, principalmente àquelas encontradas no semiárido, nas mais diversas concentrações.

Baseado nisso, recomendamos não ultrapassar o percentual de 4% de TC na MS, por não apresentar diferenças no desempenho produtivo e não causar efeito prejudicial a saúde dos animais, uma vez que os efeitos negativos, relativo ao uso de doses maiores na alimentação de ovinos SPRD foi significativamente maior, podendo acarretar prejuízos à produção.

Os resultados ainda são contraditórios quanto ao uso de extratos e forragens taniníferas e na dieta de ovinos, principalmente pela forma que são fornecidas aos animais, seja na inclusão de concentrados, subprodutos, aditivos em silagens, presente em forragens, dentre outras. Faz-se necessário ponderar os potenciais benefícios associados ao consumo de taninos, onde estes devem prevalecer aos seus efeitos negativos, ou seja, há necessidade de novas pesquisas voltadas a esclarecer questões relacionadas com esse tema, incluindo custos de produção.