

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM PASTAGEM  
TROPICAL**

**MARIANA DE SOUZA FARIAS**

Zootecnista / UFRRJ  
Mestre em Zootecnia / UEM

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em  
Zootecnia

Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Setembro, 2016

### CIP - Catalogação na Publicação

Farias, Mariana de Souza

Sistemas de alimentação de cordeiros em pastagem tropical / Mariana de Souza Farias. -- 2016.  
112 f.

Orientador: Cesar Henrique Espírito Candal Poli.  
Coorientador: Paulo César de Faccio Carvalho.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Taninos Condensados. 2. Polietileno glicol. 3. Consumo de nutrientes. 4. Digestibilidade. 5. Comportamento ingestivo. I. Poli, Cesar Henrique Espírito Candal, orient. II. Carvalho, Paulo César de Faccio, coorient. III. Título.

MARIANA DE SOUZA FARIAS  
Zootecnista e Mestre em Zootecnia


## TESE

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

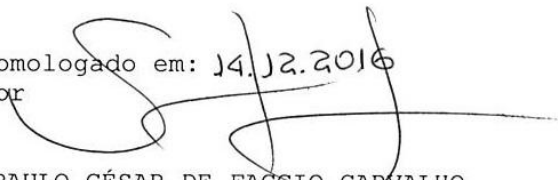
### DOUTORA EM ZOOTECNIA

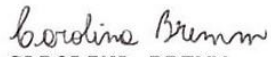
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

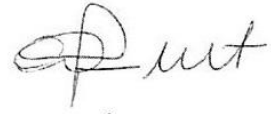
Aprovada em: 30/09/2016  
Pela Banca Examinadora


  
CESAR H. ESPIRITO CANDAL POLI  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

Homologado em: 14.12.2016  
Por


  
PAULO CÉSAR DE FACCIO CARVALHO  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
CAROLINA BREMM  
PPG Zootecnia - UFRGS

  
ALDA LÚCIA GOMES MONTEIRO  
UFPR

  
HAROLD OSPINA PATINO  
Dep. Zootecnia - UFRGS

  
ANTONIO FERRIANI BRANCO  
UEM

  
PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade de Agronomia

*À toda minha família,  
em especial minha mãe Percília  
amor e incentivo incondicional  
e minha filha Isadora,  
coração que bate fora do meu peito,  
que tem me ensinado a cada dia  
buscar a ser uma pessoa melhor  
para que no futuro, possa ser  
um melhor exemplo a ser seguido.*

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por tornar este sonho possível.

Ao meu pai, irmãos, sobrinhos, tios, primos, cunhados pelo apoio e incentivos para enfrentar os desafios. Agradeço em especial a minha mãe Percília pelo amor, apoio, incentivo incontestáveis na busca e realização dos meus sonhos, por ter enfrentado este Doutorado junto comigo e a Isadora. Agradeço em especial a minha filha Isadora, amor maior que mudou minha vida para muito melhor.

Ao professor Cesar Poli pela orientação, amizade, compreensão, ensinamentos, “puxões de orelha” sempre que necessário e paciência ao longo desses anos de convivência. Muito obrigada.

Ao professor Paulo Carvalho pela coorientação e amparo na realização desta pesquisa.

Aos professores da UFRGS Harold Ospina, Carlos Nabinger, Carolina Bremm e Francisco Molino Gahete (Universidade de Saragoza / Espanha) pelos ensinamentos, socorros com a parte científica e conselhos valiosos.

Aos amigos João Júnior, Robson, Luiza, Tiago, Raycon, Ayana, Gabriela, Daíse, Micheli, Bruna e Adalgisa pela amizade, risadas, choros, cervejas, carinho, paciência nos momentos difíceis e momentos inesquecíveis. Serei eternamente grata pela diferença que fizeram e fazem na minha vida.

Aos “anjos da guarda Cepovianos” Jalise, Viviane, Aline, Marina, Bruna, Neuza, Paula, Lucas, Joseane, Amaro, Pâmela, Juliane, Thaís, Cristina e Amarante pelo socorro na execução dos experimentos, análises, momentos palhaçadas, amizade e amparo nos momentos difíceis, por sempre estarem ali com uma palavra de incentivo para não fraquejar. Muito obrigada.

Aos amigos e colegas que a pós-graduação me presentou, pela amizade, apoio, força, mate, risadas e incentivo nesta conquista. Não tem como citar os nomes porque o limite é de uma página (risos).

A secretária mais eficiente Ione Borcelli pela amizade, carinho e atenção ao longo do Doutorado.

A professora Maitê e toda equipe do LNA pela amizade, carinho, paciência e auxílio nas análises de laboratório.

Aos funcionários da FEPAGRO Viamão pela atenção, carinho, ensinamentos, paciência, socorros e descontração no campo no primeiro experimento e amizade que permaneceu após seu término.

Aos professores e funcionários da Estação Experimental da UFRGS pelo auxílio na execução do segundo experimento.

Aos chefes do setor transportes da UFRGS por sempre disponibilizar o transporte para a estação e a todos os motoristas por sempre nos levarem com segurança e descontração.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela acolhida e possibilitar a realização deste trabalho. A Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul pelo amparo na execução do primeiro experimento.

A CAPES pela bolsa de estudos e ao CNPq pelo financiamento do projeto.

A todos que contribuíram para concretização deste sonho, meus sinceros agradecimentos.

## SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM PASTAGEM TROPICAL <sup>(1)</sup>

Autor: Mariana de Souza Farias

Orientador: Cesar Henrique Espírito Candal Poli

Coorientador: Paulo César de Faccio Carvalho

**RESUMO:** O presente estudo foi realizado em duas etapas com os seguintes objetivos: (i) avaliar os efeitos da suplementação com leguminosa tropical em comparação ao concentrado em gramínea tropical na ingestão de nutrientes por cordeiros; (ii) avaliar a inclusão de leguminosa tropical em pastagem de gramínea sobre o consumo de nutrientes por cordeiros recebendo polietileno glicol 4000. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso e no segundo experimento em parcela subdividida. No primeiro estudo (capítulo III), 72 cordeiros foram alocados em 12 piquetes (0,1 ha cada) de capim Aruana (*Panicum maximum* cv. IZ-5) e submetidos aos tratamentos por 90 dias: 1) S0,0 – sem suplementação; 2) S1,5 - suplementação com concentrado a 1,5% de PV; 3) S2,5 -suplementação com concentrado a 2,5% PV, 4) SFG - suplementação com pastejo controlado em 0,1 ha de feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão) por três horas/dia. No segundo experimento (capítulo IV), 54 cordeiros foram alocados em nove piquetes (0,2 ha cada) submetidos aos tratamentos por 84 dias: 1) Aruana – somente capim Aruana; 2) AFG - consórcio de feijão Guandu e capim Aruana, em faixa, 3) Guandu - somente feijão Guandu, cada tratamento foi subdividido em parcelas com e sem PEG (polietileno glicol 4000). No experimento 1, as variáveis de comportamento ingestivo, consumo e digestibilidade de nutrientes foram influenciadas pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ), tendo os cordeiros do grupo S2,5 apresentado melhor ingestão de nutrientes e o grupo SFG consumo intermediário. Em geral, o grupo SFG apresentou resultados semelhantes ao S1,5. No segundo experimento, as variáveis de comportamento ingestivo não foram influenciadas pelos tratamentos e pelo uso do PEG ( $P > 0,05$ ). Houve interação entre os sistemas de alimentação e uso de PEG para a ingestão de nutrientes e digestibilidade ( $P > 0,05$ ), com os melhores resultados para os grupos sem PEG ( $P < 0,05$ ). Em geral, os animais que não receberam PEG e que foi incluído Guandu na dieta, apresentaram aumento no consumo de nutrientes. Assim, o feijão Guandu pode substituir o concentrado em nível de até 1,5% do PV como suplemento para o capim Aruana. A inclusão da leguminosa tropical com presença de taninos condensados favorece o consumo de nutrientes por cordeiros criados em pastagem tropical.

**Palavras-chave:** comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade, polietileno glicol, suplemento, tanino condensado.

---

(1) Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (112 p.), Setembro, 2016.

## LAMBS FEEDING SYSTEMS IN TROPICAL PASTURE <sup>(1)</sup>

Author: Mariana de Souza Farias

Adviser: Cesar Henrique Espírito Candal Poli

Co-adviser: Paulo César de Faccio Carvalho

**ABSTRACT:** This study was performed in two stages with the following objectives: (i) to evaluate the effects of topical legume supplementation compared with the concentrate in tropical grass in the intake of nutrients by lambs; (ii) to evaluate the inclusion of tropical legume in grass pasture on intake of nutrients for lambs receiving polyethylene glycol 4000 (PEG). A randomized block design was used in the first experiment and split plot design was used in the second experiment. In the first study (Chapter III), 72 lambs were divided into 12 paddocks (0.1 ha each) of Aruana grass (*Panicum maximum* cv. IZ-5) and subjected to treatments for 90 days: 1) S0,0 - only Aruana grass; 2) S1.5 - supplementation with concentrate to 1.5% of lamb BW; 3) S2.5 - supplementation with concentrate to 2.5% of lamb BW; 4) SFG - supplementation with controlled grazing on 0.1 ha of pigeon pea (*Cajanus cajan* cv. Anão) for three h / d. In the second study (Chapter IV), 54 lambs were divided into nine paddocks (0.2 ha each) and subjected to treatments for 84 days: 1) Aruana - only Aruana grass; 2) AFG - consortium with Aruana grass and pigeon pea; 3) Guandu - only pigeon pea, where each treatment was divided into plots with or without PEG (polyethylene glycol 4000). In the experiment 1, the ingestive behavior variables, intake and digestibility of nutrients were affected by treatments ( $P < 0.05$ ) with the lambs of the group S2.5 presented better intake of nutrients and the group SFG intake intermediate. In general, the SFG group showed similar results to S1.5. In the second experiment, the ingestive behavior variables were not affected by the treatments and the use of PEG ( $P > 0.05$ ). There was interaction between the feeding systems and use of PEG for intake of nutrients and digestibility ( $P < 0.05$ ), with the best result for the treatments without PEG ( $P < 0.05$ ). In general, animals that did not receive PEG and that included pigeon pea in the diet, showed an increase in the intake of nutrients. Thus, pigeon pea can substitute the concentrate at a level of 1.5% PV as a supplement for the Aruana grass. The inclusion of the tropical legume with presence of condensed tannin favors the intake of nutrients by lambs raised in tropical pasture.

**Key words:** digestibility, ingestive behavior, intake, polyethylene glycol, supplement, condensed tannin.

---

<sup>(1)</sup> Doctoral Thesis in Animal Science – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (112 p.), September, 2016.

## SUMÁRIO

Relação de Tabelas .....	9
Relação de Figuras .....	11
Relação de Abreviaturas .....	12
<b>CAPÍTULO I</b> .....	13
1. Introdução .....	14
2. Revisão Bibliográfica .....	15
2.1. Capim Aruana ( <i>Panicum maximum</i> cv. IZ-5).....	15
2.2. Caracterização de taninos condensados e seus efeitos em ruminantes ...	17
2.3. Feijão Guandu ( <i>Cajanus cajan</i> cv. Anão) .....	22
3. Hipóteses .....	25
4. Objetivos .....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	26
<b>Sistemas de alimentação para cordeiros em pastagens tropicais</b> .....	26
Introdução .....	28
Material e Métodos .....	29
Resultados .....	36
Discussões .....	40
Conclusões.....	47
Referências Bibliográficas .....	47
<b>CAPÍTULO III</b> .....	58
<b>Parâmetros produtivos de cordeiros em pastagens tropicais com taninos condensados</b> .....	58
Introdução .....	60
Material e Métodos .....	62
Resultados .....	68
Discussão.....	71
Conclusões.....	76
Referências Bibliográficas .....	76
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	87
Considerações Finais .....	88
Referências Bibliográficas .....	89
Apêndices.....	96
Vita.....	112



## RELAÇÃO DE TABELAS

<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>26</b>
<b>Tabela 1</b> Composição química dos alimentos ofertados a cordeiros em pastagem tropical .....	<b>52</b>
<b>Tabela 2</b> Média de massa de lâmina foliar de <i>Panicum maximum</i> cv. IZ-5, oferta de forragem, material senescente, relação folha:colmo, altura da forragem, ganho de peso por área e carga animal durante o período experimental .....	<b>53</b>
<b>Tabela 3</b> Médias de tempo de pastejo, consumo de suplemento, alimentação total, ruminação, ócio (min /dia) e taxa de bocado de cordeiros em <i>Panicum maximum</i> cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou leguminosa tropical, durante o período diurno ....	<b>54</b>
<b>Tabela 4</b> Ingestão de matéria seca da forragem, do concentrado e total, expresso em g / d e em relação a % do peso vivo, por cordeiros em pastagem de <i>Panicum maximum</i> cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou <i>Cajanus cajan</i> cv. Anão .....	<b>55</b>
<b>Tabela 5</b> Ingestão de matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro (g /d e % peso vivo), carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais e taninos condensados por cordeiros em pastagem de <i>Panicum maximum</i> cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou <i>Cajanus cajan</i> cv. Anão .....	<b>56</b>
<b>Tabela 6</b> Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais da dieta de cordeiros em pastagem de <i>Panicum maximum</i> cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou <i>Cajanus cajan</i> cv. Anão.....	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>58</b>
<b>Tabela 1</b> Composição química dos alimentos ofertados aos cordeiros em pastagem tropical .....	<b>81</b>
<b>Tabela 2</b> Média de disponibilidade de matéria seca (kg MS / ha), disponibilidade de lâmina foliar (kg MS em lâmina foliar / ha), oferta instantânea de forragem (kg MS / kg PV / d), altura da forragem (cm) e ganho de peso por área (kg PV) no período de 84 dias para cordeiros em pastagem tropical .....	<b>82</b>
<b>Tabela 3</b> Médias do comportamento ingestivo de cordeiros em pastagem tropical recebendo ou não o polietileno glicol 4000 (PEG) .....	<b>83</b>
<b>Tabela 4</b> Médias de ingestão de nutrientes (g / d) por cordeiros terminados em pastagem tropical recebendo ou não polietileno glicol 4000, em g / animal / d .....	<b>84</b>
<b>Tabela 5</b> Média de ingestão de taninos totais (TT), taninos hidrolisáveis	

(TH), taninos condensados (TC), taninos condensados extraíveis (EPA) e taninos condensados não extraíveis (NEPA), expressos em g / d, por cordeiros terminados em pastagem tropical recebendo ou não polietileno glicol 4000, em g / animal / d .....85

**Tabela 6** Coeficiente de digestibilidade, em %, de cordeiros terminados em pastagem tropical recebendo ou não polietileno glicol 4000 .....86

**RELAÇÃO DE FIGURAS**

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 1 Efeitos positivos e negativos dos taninos em ruminantes .....</b>	<b>22</b>

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

AFG: tratamento consórcio capim Aruana e feijão Guandu  
CD: coeficiente de digestibilidade  
CHOT: carboidratos totais  
CNF: carboidratos não fibrosos  
CPEG: com polietileno glicol  
DA: Dalton  
DMS: digestibilidade aparente da matéria seca  
EE: extrato etéreo  
EPA: proantocianidinas extraíveis  
FDA: fibra em detergente ácido  
FDN: fibra em detergente neutro  
FDNi: fibra em detergente neutro indigestível  
FG: feijão Guandu  
GMD: ganho médio diário  
GPA: ganho de peso por área  
L: leucocianidina  
MFA: massa de forragem do capim Aruana  
MM: material senescente  
MO: matéria orgânica  
MS: matéria seca  
N: nitrogênio  
NDT: nutrientes digestíveis totais  
NEPA: proantocianidinas não extraíveis  
OF: oferta de forragem  
PEG: polietileno glicol  
PB: proteína bruta  
PV: peso vivo  
PVF: peso vivo final  
PVI: peso vivo inicial  
S0,0: capim Aruana sem suplementação  
S1,5: capim Aruana suplementado com concentrado a 1,5 % do peso vivo  
S2,5: capim Aruana suplementado com concentrado a 2,5 % do peso vivo  
SFG: capim Aruana suplementado com pastejo de feijão Guandu por 3 h/dia  
SPEG: sem polietileno glicol  
TA: taxa de acúmulo  
TC: taninos condensados  
TH: taninos hidrolisáveis  
TT: taninos totais

## **CAPÍTULO I**

## 1. INTRODUÇÃO

O rebanho efetivo mundial de ovinos em 2014 era de aproximadamente 1,2 bilhão de cabeças e do Brasil 17,7 milhões (FAO, 2015), com tendência a se elevar nos próximos anos para atender à necessidade alimentar da população, haja vista que esta tem aumentado. Apesar do número de animais criados no Brasil, o consumo de carne ovina é de apenas 0,70 kg/pessoa/ano (MAPA, 2016), quantidade muito abaixo comparada a de outros países como a Austrália e Nova Zelândia, 20 e 40 kg/pessoa/ano, respectivamente. Mesmo assim, a produção atual de carne ovina não consegue atender a demanda do mercado interno, de forma que resulta em importação de outros países produtores, principalmente do Uruguai. Este consumo apresenta potencial para aumentar devido, entre muitos fatores, a mudança da categoria entregue para abate que antes eram de descarte e hoje, animais jovens, os quais proporcionam um produto de melhor qualidade (Viana & Silveira, 2009).

Entretanto, há uma maior oferta de carne ovina nos meses de novembro a janeiro e uma menor de maio a julho, relatado por Canozzi et al. (2013) no Rio Grande do Sul. Contudo, este fato, pode ser extrapolado para todo o país, uma vez que os períodos coincidem com maior ou menor produção de forragem, base alimentar nos sistemas de produção de ovinos. O déficit em períodos críticos pode ser devido a estiagens prolongadas, calor ou frio intenso o qual resulta na dificuldade em manter uma escala de produção constante, consequentemente entrega irregular de animais ao longo do ano para serem abatidos.

Uma alternativa para reduzir esta sazonalidade na oferta de animais seria a terminação de janeiro a abril utilizando forrageiras tropicais cultivadas, por estas serem mais adaptadas às adversidades edafoclimáticas e terem apresentado grande potencial para criação de ovinos na região Sul. No entanto, a eficiência dos sistemas de produção de ruminantes à base de gramíneas tropicais é limitada pela qualidade da forragem, que pode apresentar baixo teor de proteína abaixo de 8% e digestibilidade da MS variando de 40-50%, e mesmo na estação chuvosa, a quantidade de proteína na maioria das gramíneas é inferior ao necessário para o crescimento adequado dos animais (Hassanpour et al., 2011; Patra & Saxena, 2010).

Entretanto, o capim Aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana) tem se mostrado com qualidade nutricional superior a muitas gramíneas tropicais, principalmente em teor protéico e energia, além de altura compatível com o ideal para ovinos (até 1 m), com tolerância ao pastejo intenso, excelente aceitabilidade pelos animais e produção significativa de matéria seca anual (Gerdes et al., 2005; Monteiro et al., 2009; Paulino et al., 2015; Pompeu et al., 2010; Vargas Júnior et al., 2013). Devido a suas características físicas e nutricionais, o capim Aruana para ovinos tem sido testado em diferentes regiões do Brasil e sob diversos sistemas de alimentação, com uso ou não de suplementação com concentrado (Fajardo et al., 2015; Silveira et al., 2015; Vargas Júnior et al., 2013; Menezes et al., 2010) apresentando resultados diversos, mas os melhores tem sido quando os animais são suplementados com concentrado.

No entanto, a inclusão de concentrado na dieta apresenta elevado custo. Uma alternativa para isso seria a utilização do capim Aruana com uma

leguminosa tropical. Por esta apresentar elevados teores de proteína, pode favorecer um melhor aporte nutricional aos animais, e dependendo da espécie escolhida, a vantagem desta permanecer na área por mais tempo e com boa produtividade, com a possibilidade de menor custo.

Além disso, as leguminosas tropicais podem apresentar taninos condensados (TC) que quando em níveis baixo a moderado (2 – 5 % na MS) podem promover melhoria no desempenho dos animais devido a proteção da proteína da degradação ruminal, de forma a aumentar o fluxo de proteína metabolizável ou aminoácidos essenciais para o intestino delgado, resultando em maiores ganhos de peso (Frutos et al., 2004; Mueller-Harvey, 2006; Waghorn, 2008; Tedeschi et al., 2014), desde que a dieta apresente níveis energéticos não limitantes (Buker et al., 2004; Vitti et al. 2005; Molle et al., 2009).

Assim, pesquisas têm sido realizadas na busca por leguminosas com elevado valor proteico, mas que apresentem teores e tipos de TC que promovam benefícios aos ruminantes, como melhoria na digestibilidade da dieta, que não afete o consumo voluntário dos animais, resultando em melhores desempenhos produtivos pelos animais. Dentre estas plantas, o feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão) pode ser uma boa alternativa, uma vez que apresenta teor de PB elevado, variando de 18,3 a 28,1% (Mizubuti et al., 2007) e de taninos condensado considerados de moderado a baixo (< 5% / kg MS) (Vitti et al., 2005; Godoy, 2007; Louvandini et al., 2011; Pinedo et al., 2008).

No entanto, a maior parte das pesquisas que avaliaram os efeitos dos TC para ruminantes utilizando feijão Guandu, tem sido com a planta inteira ofertada nas formas de feno, cortada, no cocho, e/ou suplementação de gramíneas de baixa qualidade, principalmente pobre em energia, proteína ou ambos. Dessa forma, os resultados apresentados têm sido variados, incluindo prejudiciais na digestibilidade da dieta, comportamento ingestivo, consumo e desempenho produtivo em ovinos.

Entretanto, cordeiros pastejando feijão Guandu podem apresentar resultados diferentes aos encontrados em relação aos efeitos dos TC, pois o pastejo permite aos animais selecionar partes mais nutritivas da planta. Aliado a isso, ao utilizar uma gramínea com melhor valor nutricional, como no caso do capim Aruana, pode promover os efeitos benéficos dos TC que estão presentes na leguminosa.

Dessa forma, a suplementação com feijão Guandu em pastejo, seu baixo teor de TC e elevado valor nutricional podem melhorar a digestibilidade da dieta e consumo de nutrientes, sem interferir negativamente no comportamento ingestivo de forma a resultar em melhores desempenhos produtivos em cordeiros criados em pastagem de gramínea tropical com a inclusão de pastejo de leguminosa tropical em substituição ao uso de concentrado na dieta.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Capim Aruana (*Panicum maximum* cv. IZ-5)**

O capim Aruana é um cultivar do *Panicum maximum* melhorado geneticamente a partir do cv. Colômbio, oriunda da África, que foi introduzida no Brasil em 1974 no Instituto de Zootecnia em Nova Odessa – SP, local onde vem sendo melhorado, sendo seu lançamento comercial em 1995 (Santos et al., 2005), o qual se adaptou bem em todo o país. O capim Aruana é uma planta de

porte médio que apresenta crescimento cespitoso e em touceira, e características como boa cobertura de solo, alta resistência ao pisoteio, boa capacidade de rebrote, boa produtividade de forragem, em torno 18 a 21 ton/ha/ano, podendo aumentar linearmente com uso de adubação nitrogenada (Paulino et al., 2015 e Pompeu et al., 2010), além de 35 a 40 % desta produção anual ocorrer no inverno (Santos et al., 2005). Apresenta excelente aceitabilidade por ovinos (Biachini et al., 1999), além de alto valor nutritivo (Vargas Júnior et al., 2013; Paulino et al., 2015), como teor de proteína bruta (PB) que varia de 10 a 15% na MS. Fajardo et al. (2015) encontraram 15% de PB para o Aruana em diferentes sistemas de alimentação.

Gerdes et al. (2005) avaliaram composição química e digestibilidade do capim Aruana para ovinos em pastagem exclusiva e sobressemeada com aveia preta e azevém, além de sistemas intensivos de produção (irrigação, adubação e lotação rotacionada) e encontraram valores semelhantes entre os tratamentos que variou ao longo do ano, com média de 68,7 e 68,0 % de digestibilidade e 13,3 e 13,4 % de PB, concluindo que pastos com capim Aruana sob adubação nitrogenada, irrigação e manejo adequados apresentaram composição química e digestibilidade semelhantes às de pastos do capim sobressemeados com aveia preta e azevém.

O capim Aruana torna-se uma boa alternativa para reduzir a sazonalidade na ovinocultura na região Sul em virtude de suas características. Seu pastejo por ovinos tem sido testado em diferentes regiões do Brasil e sob diversos sistemas de alimentação, com uso ou não de suplementação com concentrado (Fajardo et al., 2015; Silveira et al., 2015; Vargas Júnior et al., 2013; Menezes et al., 2010) e os ganhos de peso encontrados são variáveis.

Menezes et al. (2010) trabalharam com suplementação de três forrageiras tropicais (*Andropogon. gayanus* cv. Planaltina, *Panicum maximum* cv. Aruana e *Panicum maximum* cv. Tanzânia) com concentrado no período seco, o maior ganho médio diário (GMD) foi dos animais em capim Aruana (93,6 g/animal/dia), que segundo os autores, explicado pelo maior teor de proteína encontrado neste.

Fajardo et al. (2015) testaram o capim Aruana sob diferentes níveis de suplementação com concentrado (0, 1,5 e 2,5% PV) no desempenho de cordeiros lanados e encontraram GMD de 26,0; 76,0 e 143 g/animal/dia, respectivamente, entretanto, houve uma aumento na altura da pastagem de acordo com os níveis de concentrado dentro dos períodos, de modo que o tratamento com 2,5% PV apresentou maior altura (37 e 33 cm) em relação ao grupo 0% (17,1 e 14,4 cm). Concluíram que apesar do aumento produtivo, a suplementação com concentrado promoveu um impacto negativo na estrutura da pastagem, que deve ser considerada na terminação de cordeiros.

Segundo Pompeu et al. (2010), o Aruana deve ser melhor pesquisado devido suas características de tolerância ao pastejo intenso e sua excelente aceitabilidade pelos animais, com uma produção significativa de matéria seca anual.

Aliado a isso, é uma forrageira que apresenta qualidade nutricional superior a muitas gramíneas tropicais utilizadas para ruminantes, principalmente em teor protéico e energia, além da sua altura (até 1 m) ser compatível com o ideal para ovinos. Devido a suas características físicas e nutricionais, o capim



Aruana torna-se uma gramínea tropical cultivada que vale apenas ser pesquisada para ovinos, pois pode favorecer o melhor desempenho dos animais.

## **2.2. Caracterização de taninos condensados e seus efeitos em ruminantes**

Taninos são compostos originários do metabolismo secundário das plantas, ligados à sobrevivência e adaptação ao meio por estas (Van Soest, 1994; Liu et al., 2012), podem ser encontrados em caules, cascas, folhas, flores ou sementes, principalmente em plantas dicotiledôneas, abrigados dentro dos vacúolos celulares (Barry, 1989; Waghorn, 2008), mas não interferem no metabolismo da planta, entretanto, inicia sua ação quando ocorre à ruptura da célula por algum choque mecânico, como a mastigação (Min et al., 2003; Patra e Saxena, 2010; Hassanpour et al., 2011b). Podem ser divididos em hidrolisáveis e condensados (Athanasiadou et al., 2001; Frutos et al., 2004; Hassanpour et al., 2011) dependendo de seu arranjo estrutural (Makkar, 2003).

1) Taninos Hidrolisáveis (TH): são degradados por hidrólise química (aquecimento com ácido fraco) ou enzimática em várias unidades estruturais que os compõem, sendo constituídos por um carboidrato (normalmente, D-glicose) cujos grupos hidroxilas encontram-se esterificados com ácidos fenólicos (ácido gálico e/ou ácido hexahidroxidifênico) ligadas através de um éster (McMahon et al., 2000; Frutos et al., 2004).

2) Taninos Condensados (TC) ou proantocianidinas: são oligômeros e polímeros não ramificados de unidades de flavonoides, flavan 3,4-diols (leucocianidina) ou flavan-3-ols (catequina) de elevado peso molecular, variando de 500 a 3000 daltons, ligados por pontes carbono-carbono ou carbono-oxigênio-carbono (Mueller-Harvey & McAllan, 1992; Mueller-Harvey, 1999; Frutos et al., 2004; Lima Filho & Abdalla, 2011) que formam complexos fortes com proteínas e outras macromoléculas (Aganga & Monase, 2001; Makkar, 2003; Hassanpour et al., 2011a), com capacidade de precipitar proteínas (Silanikove et al., 2001), íons metálicos, aminoácidos e polissacarídeos (McSweeney et al., 2001; Makkar, 2003; Mueller-Harvey, 2006).

Os TCs podem conter de duas a 50 unidades de flavonoides, são resistentes à hidrólise, mas podem ser solúveis em solventes orgânicos aquosos dependendo do grau de polimerização e sofrer uma degradação oxidativa por ácido quente (Cannas, 1999; McMahon et al., 2000). A existência de diversas estruturas químicas dos TCs é resultante da variação na estequiometria ou número de unidades monoméricas que os formam e que afetarão suas propriedades biológicas (Barry & McNabb, 1999).

Os TCs apresentam elevada afinidade por proteínas, sendo a formação do complexo dependente tanto do tipo, concentração, estrutura e peso molecular do tanino, como do grau de polimerização, conformação e peso molecular da proteína (Hagerman & Butler, 1991; Mueller-Harvey & McAllan, 1992), ponto isoelétrico e compatibilidade entre os locais de ligação (Silanikove et al., 2001). As proteínas com maior afinidade pelos taninos são grandes e hidrofóbicas, ricas em prolina, estrutura terciária aberta e flexível (Hagerman & Butler, 1991; Mueller-Harvey & McAllan, 1992; Haslam, 1994; Reed, 1995; Frutos et al., 2004). Além das proteínas ricas em prolina, os TCs apresentam afinidade para as ricas em glutamina e glicina (Hagerman, 1989; Silanikove et al., 2001). Para ter uma elevada afinidade por proteína, os taninos devem ser

pequenos o suficiente para penetrar na região interfibrilar das moléculas de proteína, mas suficientemente grandes para se ligarem nas cadeias peptídicas em mais de um ponto (Bruneton, 1995; Cannas, 1999).

Segundo Kumar e Singh (1984), os complexos formados tanino – proteína podem ser por quatro tipos de ligações: 1) Ligações de hidrogênio (reversíveis e dependentes do pH) entre os radicais hidroxila dos grupos fenólicos e o oxigênio dos grupos amida nas ligações peptídicas de proteínas; 2) interações hidrofóbicas (reversíveis e independente de pH) entre o anel aromático dos compostos fenólicos e as regiões hidrofóbicas da proteína; 3) ligações iônicas (reversível) entre o íon fenolato e o sítio catiônico da proteína (exclusivo ao TH) e 4) ligação covalente (irreversível) através da oxidação dos polifenóis para quinonas e sua subsequente condensação com grupo nucleofílico da proteína. Sendo as ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas as mais importantes, sendo reversíveis dependendo do pH do local em que os complexos se encontram (Kumar & Singh, 1984; Min et al., 2003; Frutos et al., 2004). De forma que são estáveis entre pH 3,5 e 8, ou seja, estes complexos estáveis em pH ruminal, mas se dissociam quando o pH cai abaixo de 3,5, como ocorre no abomaso (pH 2,5-3) ou é superior a 8, como no duodeno (pH 8) (Barry & Manley, 1984; Buglavan & Dutra, 2013; Mueller-Harvey & McAllan, 1992; Hervás et al. 2003), permitindo que as proteínas sofram a ação enzimática das proteases intestinais.

Segundo Waghorn (2008), são necessárias informações mais detalhadas da estrutura e estequiometria dos TC, pois estão envolvidos nos efeitos e reatividade, conseqüentemente nas diferentes respostas para as forrageiras. Para o mesmo autor, os TCs apresentam como principais classes as Procianidinas que são polímeros de catequinas e epicatequinas que possuem dois grupos hidroxila anexados ao anel “B” do flavanol e as prodelfinidinas são polímeros de galocatequina e epigalocatequina, cada um com três grupos hidroxila no anel “B”. As principais variações estruturais entre os TC incluem: número de grupos hidroxila nos anéis “A” e “B” das unidades flavanol; posições dos grupos hidroxila; estereoquímica dos carbonos 2, 3 e 4 do anel “C”; posição e tipo de ligações entre as unidades flavanol e número de unidades de flavanol (Waghorn, 2008). Dessa forma, as mudanças estruturais podem produzir uma infinidade de estruturas químicas que poderão afetar as propriedades físicas e biológicas dos TCs (Min et al., 2003).

Segundo Saura-Calixto et al. (2007, 2010), os TCs também podem ser divididos de acordo com as técnicas de extração, em proantocianidinas extraíveis (EPA) que são extraídos a partir da matriz de alimentos por solventes aquosos-orgânicos que incluem peso molecular baixo ou intermediário (dímeros para decâmeros) e em proantocianidinas não extraíveis (NEPA) que permanecem nos resíduos das extrações do EPA e são principalmente estruturas ligadas à proteína e polissacarídeos da fibra dietética da matriz, que não podem ser extraídos pela ação de enzimas digestivas ou pelos habituais solventes aquosos ácidos de metanol-acetona. Segundo estes mesmos autores, o NEPA por apresentar maior cadeia carbônica conseguem complexar maior quantidade de proteínas. De acordo com Mello et al., (2001), um mol de TC pode se ligar à 12 moles de proteína por ligações de hidrogênio entre os grupos fenólicos dos taninos em determinados sítios das proteínas, impedindo a

aderência da microbiota ruminal.

Na dieta de ruminantes, os TCs podem apresentar efeitos benéficos ou prejudiciais dependendo da quantidade consumida, estrutura e seu peso molecular (Frutos et al., 2004; Mueller-Harvey, 2006; Patra & Saxena, 2010), resultando em maior ou menor atividade biológica ativa (Bueno et al., 2008; Frazier et al., 2010).

Como respostas negativas à nutrição de ruminantes podem ocorrer redução de consumo voluntário quando em alta concentração (acima de 6%), efeitos instantâneos como a adstringência, atribuídos a formação de complexos entre TC e as glicoproteínas salivares, ou através de uma ação direta com os receptores de sabor, dando a sensação de adstringência e diminuindo a palatabilidade da forragem (Reed, 1995; Frutos et al., 2004) ou por uma redução no processo digestivo, como diminuição da degradação ruminal, especialmente da fibra (Waghorn, 2008) devido ao retardo na digestão de matéria seca no rúmen, que pode ocasionar em redução do esvaziamento do trato digestivo, gerando sinais para os centros nervosos envolvidos no controle do consumo que indicam à saciedade ao animal (Frutos et al., 2004). Este último, que pode estar relacionado com o efeito inibitório do TC sobre a atividade enzimática microbiana, principalmente sobre enzimas pectinolíticas e celulolíticas no fluido ruminal inibindo sua atividade (McSweeney et al., 2001). Segundo os mesmos autores, os TC têm a capacidade de combinar com proteínas dietéticas, polímeros tais como celulose, hemicelulose, pectina, e minerais, retardando a digestão, também são agentes quelantes, que podem reduzir a disponibilidade de certos íons metálicos necessário para o metabolismo de microrganismos do rúmen (Frutos et al., 2004).

A degradação da fibra pode ficar comprometida pelo efeito bactericida e/ou bacteriostático dos TCs sobre as bactérias ruminais, principalmente, as fibrolíticas, quando em elevada concentração (McSweeney et al., 2001). Além da privação de substrato para o crescimento microbiano, pode ocorrer interações entre TC, enzimas extracelulares e parede celular de bactérias, que causa alterações morfológicas na parede celular e induz ao rompimento da membrana, inibindo o transporte de nutrientes para a célula (Mueller-Harvey, 2006; Patra & Saxena, 2010). Com a redução desta população, pode ocorrer uma menor fermentação da fibra, acarretando em menor quantidade de energia oriunda dos ácidos graxos voláteis, que são as principais fontes energéticas para o ruminante, comprometendo a absorção intestinal dos aminoácidos oriundo da dieta por déficit de glicose. Segundo Barry e Duncan (1984), quando a espécie vegetal apresenta elevado teor de TC (acima de 50 g/kg MS), ocorre uma redução significativa na ingestão de energia metabolizável devido a diminuição no consumo voluntário e degradação de matéria orgânica. Segundo Barry et al. (1986), o limite considerado seguro para os ruminantes é na faixa de 30 a 40 eq-g de leucocianidina  $\text{kg}^{-1}$  de MS.

O consumo médio ou baixo (2 a 5% de TC na MS), permite uma eficiência na utilização da proteína dietética, a protegendo da degradação ruminal, de forma que aumenta o fluxo de aminoácidos para absorção intestinal (Aerts et al., 1999; Cruz et al., 2007; Frutos et al., 2004; Hassanpour et al., 2011; Waghorn, 2008). Pode ser que a proteína dietética apresente melhor perfil de aminoácidos e de melhor digestão quando comparada à proteína microbiana que

é de 80% de digestibilidade. Assim, o animal poderá obter um perfil de aminoácidos diferenciado em relação ao que não sofre influência do TC sobre a proteína, no qual o maior aporte proteico será de origem microbiana. Estes aminoácidos podem gerar um melhor desempenho, pois serão utilizados na deposição de músculo com reflexo no melhor ganho de peso (Minho et al., 2008; Kyriazakis et al., 2010). No entanto, Tedeschi et al. (2014) avaliaram a digestão e absorção de aminoácidos em ovinos alimentados com diferentes cultivares de *Lotus spp* e observaram que o TC reduziu a absorção aparente de aminoácidos não essenciais em 10% do consumo de ovinos alimentados com *L. corniculatus*, mas não teve efeito para os com *L. pedunculatus*. Isto demonstra que nem todos os TC são biologicamente ativos ou expressam reatividade igual (Frazier et. al., 2010; Lorenz et al., 2013; Mueller-Harvey, 2006), de forma que a interação entre a concentração de TC e o fluxo de nitrogênio amoniacal pode ser específico para cada espécie forrageira (Tedeschi et al., 2014).

Os complexos formados pela combinação de TC-proteína no ambiente ruminal, pode permitir um aumento da eficiência da reciclagem da ureia no rúmen, através da diminuição da atividade das desaminases bacterianas, acarretando em menores concentrações de N amoniacal no rúmen e N ureico no plasma, reduzindo a perda de N via urina, resultando em maior reciclagem de N no rúmen e a retenção deste nutriente no organismo animal em níveis moderados (Barry & McNabb, 1999).

Para avaliar os efeitos dos TCs são utilizados polímeros artificiais solúveis em água como o polietileno glicol (PEG), com peso molecular 4000 Da, que contém um grande número de átomos de oxigênio capazes de formar ligações de hidrogênio com os grupos fenólicos dos taninos e os precipitam (Silanikove et. al., 2001). Este composto ocupam os sítios de ligação, evitando a formação do complexo tanino-proteína ou pode desfazer o complexo já formado (Min et al., 2003; Silanikove et. al., 2001), resultando no aumento da biodisponibilidade da proteína para a microflora ruminal o qual acarreta em benefícios ao animal. Segundo Bueno et al. (2008), o PEG apresenta-se estável e eficaz como agente atenuante de TC em bioensaio, corroborando com avaliações realizadas por Getachew et. al. (2001).

Molle et al. (2009) avaliaram ovelhas em pastejo de Sulla, planta com teor moderado de TC, que receberam água ou PEG e encontraram uma redução no tempo de pastejo (460 vs 503 min /d), ruminação (289 vs 278 min / d) e ócio (690 vs 658 min /d) nos animais que receberam água e PEG, respectivamente. No mesmo trabalho, a digestibilidade para MS (58,3 vs 74,6%) e PB (38,2 vs 60,14%) para os tratamentos com água e PEG, respectivamente, concluindo que os TC exerceram efeitos prejudiciais sobre estas variáveis.

No entanto, a utilização do PEG pode promover um aumento no consumo de plantas taniníferas pelos pequenos ruminantes devido ao seu poder atenuante, mas é dependente da espécie vegetal por causa da concentração de taninos (Silanikove et al., 1996), a qual determinará a quantidade necessária de PEG para inativar o TC e favorecer o acréscimo no consumo de MS, conseqüentemente, a ingestão e utilização de nutrientes. Segundo Makkar (2003), dentre as substâncias que mais interferem na utilização de nutrientes pelos ruminantes, os taninos estão entre as principais.

Na figura 1 é apresentado um resumo dos efeitos benéficos e

prejudiciais dos TC segundo Giner-chaves (1996) adaptado por Beelem et al. (2008).

A eficiência dos sistemas de produção de ruminantes à base de forrageiras tropicais é limitada pela qualidade da forragem, que pode apresentar baixo teor de proteína abaixo de 8% e digestibilidade da MS variando de 40-50%, e mesmo na estação chuvosa, a quantidade de proteína na maioria das gramíneas é inferior ao necessário para o crescimento adequado dos animais (Hassanpour et al., 2011; Patra & Saxena, 2010). Segundo Minson & McLeod (1970), a digestibilidade de gramíneas tropicais é, em média, 13% menor que as de clima temperado (Hassanpour et al., 2011).

Como a inclusão de fontes proteicas via concentrado apresentam elevado custo, a incorporação de leguminosas forrageiras na alimentação dos animais torna-se uma potencial alternativa para resolver as limitações nutricionais que os ruminantes podem enfrentar dentro de sistemas de produção tropicais por estas plantas apresentarem elevados teores de proteína, favorecendo o aporte deste nutriente aos animais. Além disso, a utilização de plantas com TC podem promover melhoria no desempenho dos animais devido à proteção da proteína da degradação ruminal, quando a concentração de TC esteja em níveis moderados (2-4% na MS), como relatado anteriormente. Podendo aumentar o fluxo de proteína metabolizável ou aminoácidos essenciais para o intestino delgado, resultando em maiores ganhos de peso (Waghorn, 2008), desde que a dieta apresente níveis energéticos não limitantes.

Vitti et al (2005), que avaliaram feno *Coast cross* para ovinos suplementado com diferentes fontes proteicas farelo de soja e três leguminosas com TC (*Leucaena*, *Sesbania* e guandu) para ovinos, encontraram resultados para consumo, digestibilidade e ganho de peso abaixo do esperado para plantas TC. Segundo os autores, possivelmente a quantidade de energia fornecida pelo feno foi insuficiente, concluindo que os problemas associados com a procura da alimentação não eram apenas com relação aos teores de tanino, outros fatores inerentes à baixa digestibilidade e baixo consumo de energia podem ter conduzido ao baixo desempenho animal com essas dietas e propôs que não é possível prever os efeitos nutricionais benéficos ou prejudiciais de concentrações totais de tanino, por si só.

Segundo Buker et al. (2004), quando utiliza planta com quantidade de TC moderada a baixa, mas que apresenta boa quantidade de CNF, a maior porção destes carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen podem favorecer a melhor utilização da proteína, devido à proteção da proteólise ruminal, resultando em melhoria no ganho de peso.

Assim, pesquisas têm sido realizadas na busca por leguminosas com elevado valor proteico, mas que apresentem teores e tipos de TC que promovam benefícios aos ruminantes. Como melhoria na digestibilidade da dieta, que não afete negativamente o consumo voluntário dos animais e que resulte em melhores desempenhos produtivos pelos animais. Dentre estas plantas, o feijão Guandu pode ser uma boa alternativa, uma vez que apresenta elevado teor de proteína e TC de baixo a moderado.

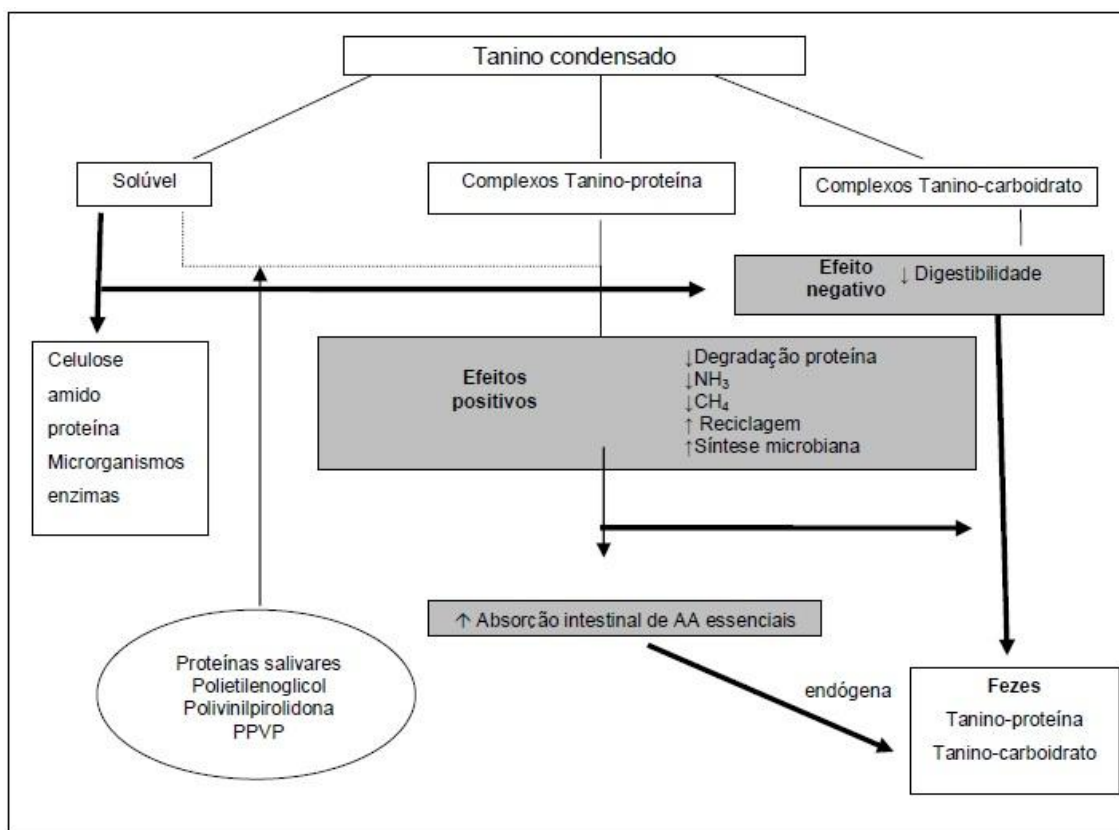


Figura 1. Efeitos positivos e negativos dos taninos em ruminantes (adaptado de Giner-Chaves, 1996 por Beelem et al., 2008).

### 2.3. Feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão)

O feijão Guandu é uma leguminosa oriunda da África com introdução no Brasil a partir das rotas de escravos nos navios negreiros, largamente distribuída e semi naturalizada na região tropical (Seifert e Thiago, 1983), mas que também se adaptou muito bem às condições subtropicais. Desenvolve-se em clima quente e úmido, com temperatura média de 18 a 30°C e precipitação de 500 a 1700 mm, é uma arbustiva anual ou perene de vida curta, que cresce até 4 m de altura, (Azevedo et al., 2007). A temperatura média que lhe é mais favorável, conforme Vieira et al. (2001), varia de 18 a 29°C, mas, com umidade adequada e solo razoavelmente fértil, tolera temperaturas médias de até 35°C. Segundo Seiffert e Thiago (1983), geadas leves não chegam a provocar perdas de folhas, mas há perdas se a temperatura ambiente atingir -3,3°C podendo causar morte se atingir -4,4°C. Segundo Azevedo et al. (2007) a partir do Faostat (2006), relataram que em 2005 a área cultivada no mundo com o guandu era de aproximadamente quatro milhões de hectares, com produção de três milhões de toneladas, sendo o maior produtor a Índia que apresenta esta leguminosa como base da sua alimentação.

Apresenta sistema radicular profundo e ramificado, com raiz pivotante que atinge profundidades de até 3,0 m a procura de água e nutrientes no solo, isto permite boa tolerância à seca. Em solos profundos, férteis e até nos compactados, segundo Vieira et al. (2001), esta leguminosa pode desenvolver-se com 250 a 400 mm de chuva/ano.

O uso desta leguminosa tem sido pesquisado em diversas áreas na agropecuária devido suas características física e química.

Na adubação verde, recuperação de pastagem e solo degradado devido sua capacidade de romper camadas mais adensadas do solo pelo sistema radicular profundo e ramificado e de sua associação com as bactérias fixadoras de nitrogênio (*Rhizobium*), com a vantagem de ser sem inoculante, melhorando assim a fertilidade do solo em geral (Beltrame e Rodrigues, 2007; Alcântara et al., 2000; Seifert e Thiago, 1983). Dependendo da variedade, o feijão Guandu pode fixar de 120 a 350 kg de N/ha/ano (Formentini et al., 2008), o qual pode favorecer a redução de gasto com adubação nitrogenada dentro do sistema de produção.

O feijão Guandu tem sido utilizado como forrageira na forma de feno, silagem, pastejo direto no período seco em consórcio com gramínea, banco de proteína e legumineira. Segundo Phatak et al. (1993), o feijão Guandu é uma espécie forrageira ideal como fonte de proteína barata e que pode substituir outras fontes de alimentação animal, com elevados rendimentos de proteína bruta. Este teor de PB pode variar de 18,3 a 28,1% (Mizubuti et al., 2007), principalmente nas folhas, flores, vagens e sementes. A utilização de guandu forragem pode ser um substituto eficaz para os concentrados industriais mais caros (Adebe et al., 2013; Foster et al., 2009).

Shenkute et al. (2013) avaliaram níveis de inclusão de folhas secas de feijão Guandu na dieta de cabritos desmamados em pastagem nativa, encontrando GMD 4,9, 70,2, 92,7 e 84,6 g / animal / d para os níveis 0, 66, 99 e 132 g de folhas, concluindo que para os animais criados livres na estação seca, é possível aumentar o seu ganho de peso, quando complementa a dieta com 99 g / cab / d folhas secas de guandu, este nível fornece cerca de 30% do consumo total de MS.

Adesogan et al., (2010) que avaliaram cordeiros com dieta a base de feno de Pensacola suplementado com leguminosas tropicais para cordeiros e encontraram para o feijão Guandu consumos de 612, 579 e 468 g /d e digestibilidade 56,3, 57,5 e 58,7 % para MS, MO, FDN. Souza e Espíndola (2000) que testaram o capim buffel suplementados com guandu na forma de banco de proteína para borregos, encontrando 26,7, 18,5 e 11,5 g / d nas lotações de 4, 6 ou 10 borregos / ha, respectivamente.

Okah et al., (2013), avaliaram níveis de inclusão (0, 10, 20 e 30%) de farinha de sementes cozidas de guandu na dieta de ovinos, encontraram consumo de MS (532,88, 553,45, 574,39 e 557,49 g /d), PB (36,24, 39,85, 48,12 e 53,19 g /d) e Balanço de N (2,6, 3,09, 3,67 e 3,29 g /d) para os níveis 0, 10, 20 e 30%, respectivamente, concluindo que a digestibilidade e utilização de nutrientes é acompanhada pelo maior equilíbrio de N por ovinos em nível de 20% de inclusão. Os mesmos autores em outro trabalho (2012) recomendaram que a inclusão de farinha de sementes cozidas de guandu na dieta não deve ser acima de 30%.

Lourenço et al. (1983), o uso de banco de proteína com o guandu para pastejo durante a época crítica do ano, bovinos mantidos em pasto de capim-colonião exclusivo sem acesso ao banco de proteína mantiveram o mesmo peso, enquanto que os animais com acesso ao guandu apresentaram ganhos de 242 gramas/animal/dia no período da seca. Lourenço & Delistoianov (1993), em dois

anos de estudos obtiveram maior ganho de peso para bovinos mantidos em pasto de capim-colonião com acesso ao banco de proteína com feijão Guandu.

Além do valor nutricional quanto à composição bromatológica ser elevado, o feijão Guandu apresenta teor de taninos condensados considerado de moderado a baixo (< 5% / kg MS), de acordo com o método de extração e parte da planta. Vitti et al. (2005) encontraram 0,5 eq-g catequina / kg MS; Godoy (2007) 21,43 g – Leucocianidina / kg MS. Pinedo et al. (2008) encontraram 65,20, 14,35 e 8,55 g – Leucocianidina / kg MS na folha, caules finos e caules grossos do guandu, respectivamente.

No entanto, a maior parte das pesquisas que avaliaram os efeitos do TC para ruminantes utilizando feijão Guandu, tem sido com a planta inteira ofertada nas formas de feno, cortada, no cocho, e/ou suplementação de gramíneas de baixa qualidade, principalmente pobre em energia, proteína ou ambos. Dessa forma, os resultados apresentados têm sido variados, incluindo prejudiciais na digestibilidade da dieta, comportamento ingestivo, consumo e desempenho produtivo em ovinos.

Assim, partindo da premissa em que dietas que apresentam maior quantidade de carboidratos não fibrosos e concentração de TC de moderada a baixa favorecem a melhor utilização da proteína e nutrientes (Baker et al., 2004; Molle et al., 2009), e por o capim Aruana apresentar melhor qualidade nutricional frente a outras gramíneas tropicais, espera-se efeitos benéficos dos TC oriundos do feijão Guandu nos parâmetros produtivos de ovinos.

Outro ponto favorável a utilização do feijão Guandu seria devido ao proposto por Penning et al. (1995), em que ruminantes apresentam maior ingestão de forragem quando pastejam monocultivo de leguminosa ou mistura leguminosa / gramínea em comparação com gramíneas, devido a leguminosa promover um menor tempo para manipular e mastigar a massa de bocado por causa do comprimento de suas folhas frente ao das gramíneas.

Portanto, a suplementação com feijão Guandu em pastejo, seu baixo teor de TC e elevado valor nutricional podem melhorar a digestibilidade da dieta, favorecer o consumo de nutrientes, sem interferir negativamente no comportamento ingestivo de forma a resultar em melhores desempenhos produtivos em cordeiros criados em pastagem de gramínea tropical com a inclusão de pastejo de leguminosa tropical em substituição ao uso de concentrado na dieta.



### **3. HIPÓTESES**

A inclusão de leguminosa tropical em pastagem de gramínea aumenta o consumo de nutrientes por cordeiros.

A suplementação com concentrado pode ser substituída pela inclusão de leguminosa tropical na dieta de cordeiros e esta melhorar o consumo de nutrientes por estes animais.

### **4. OBJETIVOS**

Avaliar os efeitos da suplementação com leguminosa tropical em comparação ao uso de concentrado em pastagem de gramínea tropical na ingestão de nutrientes por cordeiros.

Avaliar a inclusão de leguminosa tropical em pastagem de gramínea sobre o consumo de nutrientes por cordeiros criados a pasto.

**CAPÍTULO II**  
**Sistemas de alimentação para cordeiros em pastagens tropicais <sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Elaborado de acordo com as normas da Livestock Science (Apêndice 1)

## **Sistemas de alimentação para cordeiros em pastagens tropicais**

**Resumo:** O feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão) é uma leguminosa rica em proteína e por possuir teor de taninos condensados de baixo a moderado, pode aumentar o aporte de aminoácidos a serem absorvidos no intestino delgado e resultar em melhor desempenho produtivo em ovinos, além de aumentar o consumo de nutrientes. Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação com leguminosa tropical em comparação ao concentrado em pastagem de gramínea tropical na ingestão de nutrientes por cordeiros. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso. Foram utilizados 72 cordeiros alocados em 12 piquetes com capim Aruana e submetidos aos tratamentos por 90 dias: 1) S0,0 - somente capim Aruana; 2) S1,5 - suplementação com concentrado a 1,5% de peso vivo (PV); 3) S2,5 - suplementação com concentrado a 2,5% PV, 4) SFG - suplementação com pastejo controlado em 0,1 ha de feijão Guandu por três h / d. As variáveis de comportamento ingestivo, consumo e digestibilidade de nutrientes foram influenciadas pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ), houve menor consumo de forragem para os S1,5 e S2,5 devido ao maior de concentrado. Os cordeiros do grupo S2,5 apresentaram melhor ingestão de nutrientes e o grupo SFG consumo intermediário. Em geral, o grupo SFG apresentou resultados semelhantes ao S1,5 para as variáveis estudadas. Assim, o feijão Guandu pode substituir o concentrado em nível de até 1,5% do PV como suplemento para o capim Aruana na dieta de cordeiros criados em pastagem tropical.

*Palavras-chave:* comportamento ingestivo, digestibilidade, feijão Guandu, ganho de peso, pastejo, suplemento.

## 1. Introdução

Estratégias nutricionais têm sido adotadas pelos produtores para acelerar a terminação de animais a pasto, como o uso de suplementação com concentrado. Contudo, apesar desta apresentar vantagens no aumento do ganho de peso em menor tempo, carcaças mais pesadas e melhor acabadas onera os custos de produção. Como alternativa seria aproveitar o potencial de forrageiras tropicais (Euclides et al., 2010) na terminação de cordeiros.

Neste contexto, o capim Aruana (*Panicum maximum* cv. IZ-5) apresenta-se como uma boa alternativa, pois tem se mostrado com qualidade nutricional superior a muitas gramíneas tropicais, principalmente em teor proteico e energia, além de altura compatível com o ideal para ovinos (até 1 m), com tolerância ao pastejo intenso, excelente aceitabilidade pelos animais e produção significativa de matéria seca anual (Gerdes et al., 2005; Monteiro et al., 2009; Paulino et al., 2015; Pompeu et al., 2010; Vargas Júnior et al., 2013). Devido a suas características físicas e nutricionais, o capim Aruana para ovinos tem sido testado em diferentes regiões do Brasil e sob diversos sistemas de alimentação, com uso ou não de suplementação com concentrado (Fajardo et al., 2015; Silveira et al., 2015; Vargas Júnior et al., 2013; Menezes et al., 2010), mas pode onerar o sistema de produção.

Contudo, uma alternativa para a suplementação com concentrado poderia ser o pastejo em leguminosa tropical. Estas plantas apresentam elevada quantidade de proteína que podem, além de maior aporte de aminoácidos para ser depositado no músculo, facilitar a digestão de carboidratos oriundos de gramíneas, com consequente terminação de animais jovens para abate.

Aliado a isso, estas leguminosas tropicais podem apresentar taninos condensados (TC) que quando em níveis moderados a baixo (2 – 5 % na MS) podem promover melhoria no desempenho dos animais devido a proteção da proteína da degradação ruminal, de forma a aumentar o fluxo de proteína metabolizável ou aminoácidos essenciais para o intestino delgado, resultando em maiores ganhos de peso (Frutos et al., 2004; Mueller-Harvey, 2006; Waghorn, 2008; Tedeschi et al., 2014), desde que a dieta apresente níveis energéticos não limitantes (Buker et al., 2004; Vitti et al. 2005; Molle et al., 2009). Dentre estas plantas, o feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão) pode ser uma boa alternativa, uma vez que apresenta teor de PB elevado, variando de 18,3 a 28,1% (Mizubuti et al., 2007) e de taninos condensado considerados de moderado a baixo (< 5% / kg MS) (Vitti et al., 2005; Godoy, 2007; Louvandini et al., 2011; Pinedo et al., 2008).

Assim, ao utilizar uma gramínea com melhor valor nutricional, como no caso do capim Aruana, pode favorecer efeitos benéficos dos TC de forma a melhorar a digestibilidade e consumo da dieta. Além disso, Também a inclusão de leguminosa tropical em pastagem de gramínea pode aumentar o consumo de nutrientes e substituir a suplementação com concentrado sem interferir negativamente no comportamento ingestivo e resultar em melhores desempenhos produtivos em cordeiros. Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação com leguminosa tropical em comparação ao concentrado em pastagem de gramínea tropical na ingestão de nutrientes por cordeiros.

## **2. Material e Métodos**

### *2.1 Animais, tratamentos e dieta experimental*

Todos os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(Protocolo nº 21121). O experimento foi conduzido na Unidade Viamão pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Rio Grande do Sul, Brasil (Latitude 30°02'11.4"S; Longitude 51°01'18.1"W). O clima é subtropical úmido cfa segundo a classificação Köppen (1948).

Foram utilizados 72 cordeiros “testers”, machos castrados e desmamados, com idade e peso vivo (PV) inicial de 3 a 4 meses e  $22,2 \pm 0,58$  kg (média  $\pm$  EPM), respectivamente. Utilizou-se 12 piquetes de 0,1 ha cada, em quatro diferentes sistemas de alimentação sob pastejo contínuo com lotação variável segundo Mott e Lucas (1952) em *Panicum maximum* cv. IZ-5, e submetidos aos seguintes tratamentos por 90 dias: 1) S0,0 - sem suplementação; 2) S1,5 - suplementado com concentrado a 1,5% de PV; 3) S2,5 - suplementado com concentrado a 2,5% de PV e 4) SFG - suplementado com pastejo controlado em 0,1 ha de feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão) por três h / d.

A composição química dos alimentos (capim Aruana, feijão Guandu e concentrado) e o teor de taninos do capim Aruana e feijão Guandu estão apresentados na tabela 1.

O concentrado foi formulado à base de milho moído (74%), farelo de soja (22%), ureia (1,5%), calcário calcítico (1%) e premix mineral (1,5%), sendo fornecido diariamente às 12 h em um cocho nos piquetes. A ração foi balanceada conforme NRC (2007) para ganhos de 200 g /d. Água e suplementação mineral foram ofertados *ad libitum*.

Visando reduzir os efeitos prévios ao experimento, os primeiros nove dias foram usados como período de adaptação dos animais aos diferentes tratamentos. A massa e oferta de lâmina foliar inicial foram de  $2879 \pm 226$  kg de MS/ha e  $4 \pm 0,1$  kg MS / 100 kg PV, respectivamente, sendo ambas estimadas e reguladas a cada 28 dias.

## 2.2. Avaliações na pastagem

A massa de forragem (MFA) e altura da pastagem (ALT) foram determinadas na ocasião da entrada dos animais nos piquetes e a cada 28 dias. Em cada piquete foram realizadas coletas de 50 pontos para determinar a altura média da pastagem com bastão graduado de 100 cm (*sward stick*), conforme Bircham (1981).

Para avaliação da massa de forragem utilizou-se um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> para delimitar a área de amostragem, totalizando seis pontos amostrais por piquete, três na altura média da pastagem e três pontos aleatórios. As amostras foram cortadas rente ao solo, recolhidas, pesadas, homogeneizadas, e destas, retiradas duas subamostras, sendo uma para determinação do percentual de matéria seca (MS) e outra para separação botânica e estrutural, separando lâmina foliar, colmo + bainha, material senescente, inflorescência e outras espécies.

Para determinação do teor de MS, as amostras foram pesadas antes e depois de secas em estufa de ar forçado, a uma temperatura média de 55°C por no mínimo 72 horas, até atingirem peso constante. A porcentagem de MS da forragem foi multiplicada pelos valores da massa de forragem em kg/ha de matéria verde (MV), para obter o valor da massa de forragem (MFA) em kg de MS/ha.

Para avaliação da taxa diária de acúmulo de forragem foram utilizadas três gaiolas de exclusão de pastejo por piquete, segundo Klingman et al. (1943). Dessa forma, o acúmulo de forragem diário foi estimado pela diferença entre a amostra cortada dentro da gaiola no presente período e a massa de forragem cortada no período anterior fora da gaiola, dividido pelo número de dias do período.

A oferta de lâmina foliar (OF) do capim Aruana (kg de MS/100 kg de PV/ha/d) foi regulada a cada 28 dias, sendo obtida pela seguinte fórmula:

$$\text{OF} = [(\text{Massa de lâmina foliar} / \text{número de dias do período}) + \text{Acúmulo de forragem}] / \text{carga animal}$$

### 2.3. *Qualidade nutricional da forragem e do concentrado*

As amostras de capim Aruana e feijão Guandu foram coletadas por simulação de pastejo segundo a metodologia de Johnson (1978) citada por Euclides et al. (1992), a cada 28 dias. Destas, retirou-se duas subamostras, 2/3 da massa verde foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por no mínimo 72 h até atingirem pesos constantes para realização de análise bromatológica, e 1/3 foi liofilizada para análise de taninos.

Para análise da qualidade bromatológica, as amostras de capim Aruana, feijão Guandu e do concentrado foram moídas em moinho tipo Wiley a 1 mm. Determinou-se os teores de MS, matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) (conforme AOAC, 1995), extrato etéreo (EE) (Silva e Queiroz, 2002), fibra em detergente neutro (FDN) (Van Soest et al., 1991), fibra em detergente ácido (FDA) (Goering e Van Soest, 1970). Os carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme a equação descrita por Sniffen et al. (1992), os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN. A energia bruta (EB) em kcal, dos alimentos e fezes foi obtida por bomba calorimétrica, a energia digestível (ED) pela diferença entre a energia bruta contida no alimento e a excretada nas fezes, e a energia metabolizável (EM) foi considerada como 82% da ED.

Para análise dos taninos, as amostras liofilizadas foram moídas em moinho tipo Wiley a 0,5 mm. Determinou-se os teores de taninos totais (TT), hidrolisáveis (TH), condensados (TC), condensados extraíveis (EPA) e condensados não extraíveis (NEPA) a partir de adaptação das metodologias de Grabber et al. (2013), Makkar (2000), Porter



et al. (1986) e Saura-Calixto et al. (2007), expressos em equivalente grama (eq-g) de leucocianidina / kg de MS. Para os cálculos, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{eq-g de Leucocianidina (L)/kg MS} = \left\{ \text{absorbância} \times [10 \times (\text{volume de diluição em mL}) / (460 \times \text{peso da amostra})] / (\text{MS, em kg}) \right\} \times 10$$

#### 2.4. Consumo e digestibilidade

A ingestão total de MS (IMST) foi estimada a partir da produção fecal diária (PF) verificada com coleta total de fezes por bolsa coletora. Para determinar IMS do concentrado (IMSC), foi utilizado o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador externo e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Foi acrescentada homogeneamente ao concentrado uma dose diária de 4 g de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ /animal/d e fornecido no cocho sempre no mesmo horário (12 h) durante doze dias, com coleta de fezes nos cinco últimos. As fezes coletadas diariamente eram pesadas e desta, retirada uma amostra de 20% que posteriormente foram homogeneizadas para formar uma composta por animal no período dos cinco dias. A determinação de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  foi realizada segundo Kimura e Muller (1957). A partir desta determinação e da quantidade de concentrado ofertado, foi calculado a IMSC.

A IMST foi estimada pela equação:

$$\text{IMST} = \text{PF} / (1 - \text{DMS})$$

Onde DMS = digestibilidade da MS.

Sendo,

$$\text{IMS de forragem (IMSF)} = \text{IMST} - \text{IMSC}.$$

Com base na ingestão de MS e na análise bromatológica de cada alimento foram calculadas a ingestão de MO, PB, EE, FDN, CHOT, CNF, NDT, EB, ED, EM e TC.

A DMS foi estimada a partir do método *in situ* da porção de FDNi. As amostras de capim Aruana, Feijão Guandu, concentrado e fezes (uma amostra composta por piquete) foram incubadas por 144 h em ovinos machos fistulados no rúmen, metodologia adaptada de Detmann et al. (2004) e Kosloski et al. (2009). Os animais eram pertencentes ao Departamento de Zootecnia da UFRGS e foram alimentados com feno de alfafa e milho moído durante todo período de incubação,

$$DMS = 1 - (FDN_{\text{alimento}} / FDN_{\text{fezes}})$$

A taxa de substituição da IMSC sobre a IMSF foi calculada por fórmula proposta por Hodgson (1990):

$$\text{Taxa de substituição} = [(IMSF \text{ pelos animais do grupo Controle} - IMSF \text{ pelos animais suplementados com concentrado}) / IMSC] \times 100$$

### 2.5. Desempenho produtivo e parasitas gastrointestinais

Os cordeiros foram pesados no início e a cada 28 dias até o final do experimento, com 12 h de jejum prévio de sólidos e líquidos. Sendo obtido o peso vivo inicial (PVI) e final (PVF) por período. O ganho médio diário (GMD) foi obtido por divisão da diferença entre o PVF menos o PVI, pelo número de dias do período. A produtividade por área (GPA) foi obtida multiplicando o GMD dos cordeiros “testers” pelo número total de animais que permaneceram no piquete no período (*testers* + reguladores) e pelo número de dias que permaneceram no piquete, dividido pela área. A infestação por endoparasitas foi monitorada pelo método FAMACHA (Malan e Van Wyk, 1992) e o controle feito sempre que necessário.

### 2.6. Comportamento ingestivo

Em cada período (ciclo de pastejo) foi realizada a observação do comportamento ingestivo diurno dos animais, totalizando três avaliações. Os dados meteorológicos

médios para as 12 h de observação foram pluviosidade, temperatura média, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento, sensação térmica de 5,4 mm, 25,0 °C, 79,1%, 181,8 w/mm<sup>2</sup>, 3,2m/s, 23,9 °C para o primeiro período; 0,0 mm, 24,5 °C, 59,2%, 163,1 w/mm<sup>2</sup>, 0,1m/s e 27,9 °C para o segundo período, e 0,0 mm, 29,9 °C, 49,8%, 271,4 w/mm<sup>2</sup>, 0,3 m/s e 31,1 °C para o terceiro período, respectivamente.

Foram mensurados o tempo de pastejo, ruminação, ócio e tempo de consumo de concentrado no cocho. Considerou-se como tempo de suplementação o tempo para consumir concentrado ou de pastejo em feijão Guandu. Os cordeiros foram observados do nascer ao pôr do sol segundo o método descrito por Jamieson e Hodgson (1979), com registros a cada 5 min. No intervalo das avaliações de tempo de pastejo, foi registrada a taxa de bocado com o método de tempo para realizar 20 bocados, descrito por Forbes e Hodgson (1985). Tempo de alimentação total (TAT, min) foi obtida pela soma do tempo de pastejo (min) com o tempo em suplementação (min), segundo metodologia descrita por Bürger et al. (2000).

### *2.7. Análise estatística*

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (por topografia) com medidas repetidas no tempo, com quatro tratamentos e três repetições, resultando em 12 unidades experimentais. Os animais foram distribuídos de forma a obter-se uma maior uniformidade em relação ao peso em cada piquete. Para todas as variáveis estudadas, o piquete foi considerado como a unidade experimental.

Foi realizada análise de variância para determinar os efeitos dos tratamentos sobre as variáveis avaliadas na pastagem e no animal por meio do procedimento MIXED do programa estatístico SAS 9.4 (2012). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, não sendo necessário fazer transformação dos dados. Os tratamentos foram

considerados como efeitos fixos. Bloco, período e a interação bloco tratamento foram considerados como efeitos aleatórios. A estrutura de covariância foi escolhida pelo critério AIC (Akaike, 1974), usando a de menor AIC. As médias foram comparadas pelo teste Tukey. As diferenças e interações foram consideradas como significativas quando o nível de significância foi inferior a 5% ( $P < 0,05$ ). Os resultados são apresentados como médias  $\pm$  erro padrão da média (EPM).

Modelo matemático:

$Y_{ijkl} = \mu + S_i + P_j + B_k + \varepsilon_{ijkl}$ , em que:

$Y_{ijkl}$  = valor observado;

$\mu$  = média geral do experimento;

$S_i$  = efeito fixo dos sistemas de alimentação ( $i = 0,0; 1,5; 2,5$  e Guandu);

$P_j$  = Efeito aleatório do período ( $j = 1, 2, 3$ );

$B_k$  = Efeito aleatório do bloco;

$\varepsilon_{ijkl}$  = erro experimental aleatório.

### 3. Resultados

Os tratamentos apresentaram massa e oferta de forragem semelhante ( $P > 0,05$ ), permitindo a comparação entre os tratamentos. De forma que a suplementação tanto com concentrado quanto com pastejo em feijão Guandu não afetou a disponibilidade de matéria seca e tampouco a oferta de forragem do capim Aruana. A oferta média durante o experimento foi de 3,5 % do PV de matéria seca em lâminas foliares. Também, não houve efeito dos tratamentos sobre a relação folha: colmo, taxa de acúmulo, carga animal ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2).

Houve uma redução na porcentagem de material senescente com o uso da suplementação ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2), de forma que o tratamento SFG apresentou menor percentual comparado ao grupo S0,0, tendo os grupos S1,5 e S2,5 apresentado percentual intermediário.

Na altura do dossel do capim Aruana houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2). De forma que o tratamento SFG foi maior comparado ao grupo S1,5, tendo os grupos S0,0 e S2,5 apresentado altura intermediária.

A suplementação permitiu maior produtividade por área (kg PV / ha) ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2). De modo que os tratamentos S2,5 e S1,5 apresentaram ganhos aproximadamente 66,5% maiores em comparação ao grupo sem suplementação S0,0. A suplementação com feijão Guandu gerou ganhos intermediários, mas semelhantes aos demais tratamentos ( $P > 0,05$ ).

O tempo de pastejo em capim Aruana foi influenciado pelo uso da suplementação ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). Os animais do tratamento sem suplementação passaram mais tempo em pastejo em relação aos tratamentos suplementados ( $P < 0,05$ ), no entanto, os cordeiros suplementados apresentaram similaridade entre si ( $P > 0,05$ ). O tempo dispendido consumindo concentrado foi semelhante entre os animais dos tratamentos S1,5 e S2,5, entretanto, os animais em pastejo de feijão Guandu apresentaram maior tempo de consumo do suplemento ( $P < 0,05$ ).

O tempo total gasto com alimentação foi influenciado pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). Sendo que os cordeiros do grupo S0,0 passaram mais tempo se alimentando comparado aos suplementados com concentrado, de forma que os animais do grupo S2,5 apresentaram menor tempo. Os animais do grupo SFG apresentaram semelhança entre os tratamentos S0,0 e S1,5. Também, deste tempo total, os animais do tratamento SFG

gastaram 34% em pastejo de feijão Guandu e 66% em capim Aruana, já os suplementados com concentrado passaram 87% em pastejo de capim Aruana e 13% consumindo concentrado no cocho.

O tempo gasto em ruminação e a taxa de bocado pelos cordeiros não foram influenciados pelo uso de suplementação e tampouco pelo tipo desta ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3). No entanto, houve diferença significativa para o tempo em ócio ( $P > 0,05$ ), de forma que os cordeiros suplementados com concentrado passaram mais tempo em ócio comparado aos animais do grupo S0,0 e SFG.

Houve diferença significativa entre os tratamentos para a ingestão de matéria seca ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4), exceto para a ingestão de MS total em relação à % do PV ( $P > 0,05$ ). Os animais do tratamento SFG consumiram 35, 51 e 56% a mais de forragem em relação aos grupos S0,0, S1,5 e S2,5, respectivamente ( $P < 0,05$ ), de forma que o grupo com maior oferta de concentrado apresentou menor ingestão de forragem, seguido pelo grupo S1,5. Os animais dos grupos S1,5 e S2,5 apresentaram ingestão de concentrado semelhantes ( $P > 0,05$ ). O consumo de MS total foi maior em 41,6% para os animais do grupo S2,5 em relação ao grupo S0,0 ( $P < 0,05$ ). Os animais dos tratamentos suplementados S1,5 e SFG apresentaram consumo total de MS intermediário em relação aos demais tratamentos ( $P > 0,05$ ).

A ingestão de nutrientes pelos cordeiros foi influenciada pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5). O consumo de matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos totais foram maiores para os animais do grupo S2,5 em relação aos do grupo S0,0, contudo, os cordeiros dos grupos S1,5 e SFG apresentaram semelhança aos demais tratamentos ( $P > 0,05$ ). A ingestão de EE foi superior em 54% para os animais do grupo SFG em relação aos não suplementados ( $P < 0,05$ ). Os grupos S1,5 e S2,5 apresentaram consumo

intermediário em relação aos não suplementados e suplementados com feijão Guandu ( $P > 0,05$ ).

O consumo de FDN pelos animais suplementados com feijão Guandu foi 34% superior aos suplementados com concentrado ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5). No entanto, os cordeiros do tratamento S0,0 apresentaram ingestão intermediária. Os animais do tratamento SFG consumiram FDN (% PV) 44% a mais que os dos grupos S1,5 e S2,5 ( $P < 0,05$ ), mas não diferiram do S0,0 ( $P > 0,05$ ), sendo que os do grupo S0,0 apresentaram consumo de FDN 30% superior aos animais do S2,5 ( $P < 0,05$ ).

Os animais do S2,5 apresentaram maior consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) em relação aos grupos não suplementados com concentrado ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5). Os animais do grupo S1,5 apresentaram semelhança aos tratamentos suplementados S2,5 e SFG ( $P > 0,05$ ), no entanto, foi superior em 62% aos do S0,0 ( $P < 0,05$ ). Os animais do SFG apresentaram consumo de CNF semelhante ao S0,0 e S1,5, no entanto, foram inferiores em 56% aos do S2,5.

O consumo de NDT não foi influenciado pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 5). No entanto, houve diferença significativa para o consumo de TC, de forma que os animais suplementados com feijão Guandu apresentaram maior ingestão em relação aos demais tratamentos ( $P < 0,05$ ).

Houve diferença significativa entre os tratamentos para o coeficiente de digestibilidade (CD) da MS, MO, CHOT e para o percentual de NDT ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). No entanto, os tratamentos apresentaram semelhança para os CD da PB, EE, FDN e CNF ( $P > 0,05$ ). O tratamento SFG apresentou uma redução de aproximadamente 24 e 32% para o coeficiente de digestibilidade da MS e MO respectivamente, em relação aos

demais tratamentos suplementados ( $P < 0,05$ ). O grupo S0,0 apresentou coeficiente de digestibilidade intermediário ( $P > 0,05$ ).

O tratamento S1,5 apresentou melhor coeficiente de digestibilidade para os CHOT em relação ao S0,0 e SFG ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). O tratamento SFG inferior em 24 e 19% aos demais tratamentos suplementados ( $P < 0,05$ ), mas semelhante ao S0,0 ( $P > 0,05$ ).

O percentual de NDT calculado a partir da porcentagem de EE, PB, FDN e CNF digestíveis apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). O grupo S1,5 apresentou melhor teor de NTD e o SFG foi 16% inferior ao S1,5 ( $P < 0,05$ ).

#### **4. Discussões**

O uso da suplementação não afetou a estrutura do dossel, uma vez que o tratamento sem suplementação apresentou altura intermediária ao dos piquetes suplementados. A variação ocorrida nas variáveis em relação à pastagem pode ter sido devido às alterações nas condições climáticas normais em clima subtropical, como estiagens ao longo do período experimental, a qual promoveu um aumento na taxa de senescência, redução na massa de forragem e na relação folha: colmo devido ao déficit hídrico, principalmente no segundo período. No entanto, a relação folha:colmo do capim Aruana encontrada neste experimento, para todos os tratamentos e períodos, foi superior ao encontrado por Emerenciana Neto et al. (2014) que avaliaram diferentes gêneros de gramíneas tropicais no desempenho de cordeiros, demonstrando que a quantidade de folha possivelmente não foi um limitante nas respostas encontradas neste estudo.

Devido às condições climáticas de calor e umidade no início do experimento que promoveram um elevado crescimento da gramínea, a altura do capim Aruana no início



do experimento estava superior ao recomendado (Da Silva et al., 2009) para ovinos. Esse fato pode ter afetado o comportamento de pastejo, consumo e desempenho. Recomenda-se para ovinos que a pastagem tenha até 1 m de altura de forma a permitir um maior bem estar (Siqueira e Fernandes, 2014) e taxa de consumo (Carvalho et al., 2007). Entretanto, essa altura foi reduzida ao longo do experimento, não sendo um fator limitante que pudesse afetar o comportamento de pastejo a ingestão e desempenho dos animais em todos os tratamentos.

A redução no tempo de pastejo apresentado pelos cordeiros suplementados com concentrado também foi observado por outros pesquisadores (Bremm et al., 2008; Fajardo et al., 2015; Jochims et al., 2010; Silveira et al., 2008). Essa tendência de decréscimo de tempo de pastejo com o aumento do nível de suplementação pode ser explicada pelo fato de os animais obterem parte das suas exigências nutricionais pela suplementação oferecida, havendo assim menor necessidade de consumo de pasto e, conseqüentemente, menor tempo despendido nessa atividade (Van Soest, 1994).

Os animais do grupo S0,0 e SFG apresentaram maior ingestão de FDN / kg de PV, em comparação aos que receberam concentrado devido a forrageiras apresentarem maior teor de FDN frente ao concentrado como apresentado na Tabela 1. Contudo, as forrageiras tropicais utilizadas neste experimento apresentaram teor de FDN considerado moderado (45 a 65%) (Van Soest, 1994) quando comparada a outras tropicais. Apesar da ingestão de FDN do grupo SFG ser elevado, a suplementação com feijão Guandu apresenta um consumo total de MS semelhante ao grupo S1,5. Além disso, a quantidade de proteína da leguminosa associada ao fato do ovino ter uma marcada capacidade de reduzir o tamanho de partícula do pasto, e ter uma taxa de passagem mais elevada que bovinos (Vieira et al., 2010) pode ter favorecido este consumo e digestibilidade.

O limitado efeito da ingestão de FDN também pode ser verificado pela pequena variação na taxa de bocado e tempo de ruminação durante os diferentes períodos e tratamentos. O baixo tempo de ruminação encontrado neste estudo pode ter sido também ao menor teor de FDN apresentado pelas forragens utilizadas. De acordo com Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e pode ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Silveira et al. (2015) avaliaram o comportamento ingestivo diurno de cordeiros em capim Aruana suplementado com silagem ou concentrado e encontraram 23,5, 64,4 e 62 min / d para o tempo de ruminação dos cordeiros em pastagem exclusiva de capim Aruana, suplementado com silagem e concentrado, respectivamente, tempo maior que os observados neste estudo. Molle et al. (2009) observaram uma redução no tempo de ruminação por ovelhas que receberam água e PEG em pastagem de sulla, planta com teor moderado de TC e encontraram 289 e 278 min / d nos animais que receberam água e PEG, respectivamente, tempo superiores aos encontrados neste estudo, no entanto, esses autores avaliaram os animais durante 24 h.

O maior consumo de concentrado pode ter promovido uma maior permanência do volumoso no rúmen devido a uma redução da digestão dos carboidratos fibrosos (Reis et al., 2011), uma vez que os animais dos tratamentos S1,5 e S2,5 não diferiram dos grupos que consumiram somente forragem quanto ao tempo de ruminação. Entretanto, os animais dos tratamentos não suplementados com concentrado apresentaram relação para ingestão de NDT / PB semelhante aos do S1,5 com valores de 4,6, 4,3 e 4,2 para os tratamentos S0,0, S1,5 e SFG, respectivamente.

O uso de concentrado promoveu efeito substitutivo com valores de -0,367 e -0,324 para os tratamentos S1,5 e S2,5, respectivamente, indicando que a cada 367 e 324 g de concentrado consumido, os animais deixaram de consumir 1 kg de MS do pasto

(Hodgson, 1990). Moore et al (1999) sugerem que para a suplementação reduzir o consumo de forragem a relação entre energia e proteína da forrageira deve ser menor ou igual a 7, caso contrário o efeito da suplementação tende a ser a elevação no consumo de forragem. No presente estudo, o Aruana apresentou relação de 5,2. Resultados próximos aos encontrados neste experimento foram observados por Jochims et al. (2010) que avaliaram o comportamento ingestivo de cordeiras em pastagem de milheto sem ou com suplementação 1% PV com glúten de milho ou farinha de mandioca e encontraram efeito substitutivo de 0,22 para glúten de milho e 0,40 para farinha de mandioca.

Com um fornecimento de 1,5 e 2,5 % do PV de concentrado houve um aumento de consumo na ordem de 16% e 21%, respectivamente, calculado pelo consumo em relação ao percentual do PV, mas ocorreu uma redução de consumo de pastagem de 25 e 33%, respectivamente. Esse resultado mostra que a taxa de substituição real fica em torno de 9 e 12%, respectivamente. Além disso, observa-se que quanto maior a quantidade de concentrado, maior a taxa de substituição. Esse resultado está de acordo ao afirmado por Fajardo et al. (2015) que o uso do concentrado para suplementação de cordeiros em pastagem de verão deve ser utilizado com cuidado e critério, principalmente devido ao seu elevado custo e alterações na estrutura do dossel.

O maior tempo de pastejo dos animais dos grupos S0,0 e SFG, está relacionado à necessidade destes em atender suas exigências nutricionais pelo volumoso, comprovado pela maior ingestão de MS oriunda da forragem apresentada pelos animais destes tratamentos frente aos suplementados com concentrado. Sendo que para o grupo SFG a ingestão foi ainda maior que para o grupo Controle, apesar do tempo de alimentação ter sido semelhante. No entanto, este fato está de acordo com o proposto por Penning et al. (1995), de que os ruminantes apresentam maiores ingestões de forragem quando pastejam

monoculturas de leguminosa ou pastagens mistas leguminosa / gramínea em comparação a monoculturas de gramíneas, por a leguminosa promover um menor tempo para manipular e mastigar a massa de bocado por causa do comprimento de suas folhas frente ao das gramíneas.

A maior ingestão de MS pela forragem encontrada para o grupo SFG pode ter sido também pela menor digestibilidade de MS, MO e carboidratos totais da dieta frente aos demais tratamentos, que pode estar relacionada ao maior consumo de taninos condensados pelos animais deste grupo. Para diversos pesquisadores, a redução do consumo quando utilizaram plantas ricas em taninos é devido à maior adstringência e menor digestibilidade da MS, MO e fibra provocada pelo efeito prejudicial dos TC (Frutos et al., 2004; Molle et al., 2009; Mueller-Harvey, 2006; Tedeschi et al., 2014; Waghorn, 2008).

O efeito negativo do TC na digestibilidade da MS possivelmente foi relacionado com a diminuição da digestibilidade da proteína, combinada com uma menor degradação da fibra devido à desativação parcial da celulase microbiana pelos taninos (Barry e McNabb, 1999). Entretanto, o consumo de matéria seca apresentado neste trabalho corrobora com resultados para ovinos em crescimento encontrados por outros pesquisadores (Emerenciana Neto et al., 2014; Jochims et al., 2010; Silveira et al., 2015).

As alterações ocorridas na pastagem ao longo do período experimental permitiram ganhos de peso vivo por área diferenciado de acordo com a suplementação a partir do segundo período. A maior produtividade por área apresentada no primeiro período pode ser explicada pela maior carga animal utilizada durante este, visando rebaixamento da altura do capim Aruana. A partir do segundo período, em que a disponibilidade de matéria seca da pastagem foi reduzida, o tipo de suplementação passou a influenciar de forma

significativa, pois os maiores ganhos foram apresentados pelos animais que consumiram concentrado, no entanto, os animais do SFG mantiveram ganhos intermediários. A produtividade por área encontrada neste trabalho, exceto para S2,5, foi superior a encontrada por Fajardo et al. (2015) que avaliaram diferentes níveis de suplementação com concentrado em capim Aruana na terminação de cordeiros no verão com ganhos por área de 30, 130 e 258 kg/ha para os níveis 0, 1,5 e 2,5% de concentrado em relação ao PV de cordeiros. Os autores concluíram que a suplementação estratégica com concentrado deve ser utilizada somente em determinados períodos da terminação dos animais, de forma que os animais consigam controlar o crescimento do pasto durante o verão e que ao mesmo tempo o concentrado no período terminal possa garantir a terminação.

O valor nutricional da dieta e quantidade de alimento ofertado afetou a forma como os animais conseguiram aproveitar os nutrientes e depositá-los resultando no desempenho produtivo dos cordeiros. Assim, como mencionado anteriormente, o comportamento ingestivo dos animais promoveu um maior ou menor consumo de matéria seca, consequentemente de nutrientes (Tabela 2) a partir do alimento oferecido. Assim, os cordeiros do grupo S0,0 apresentaram menor ingestão de MS e consequentemente de nutrientes resultando em menor disponibilidade de nutrientes para serem assimilados por estes animais. Contudo, os cordeiros dos grupos suplementados com concentrado S1,5 e S2,5 resultaram em aumento na ingestão de nutrientes devido ao maior consumo de concentrado frente ao de forragem, assim, a quantidade de nutrientes disponível para absorção por estes animais foi maior, o qual impactou positivamente na produtividade por área. Os resultados encontrados neste estudo para consumo, comportamento ingestivo e digestibilidade corrobora com os observados por outros pesquisadores (Bremm et al., 2008; Jochims et al., 2010; Silveira et al., 2015).

A maior altura em pastagem tropical está correlacionada negativamente com a qualidade nutricional, pois para aumentar a sustentação da planta, ocorre um aumento no teor de lignina na parede celular, reduzindo a digestibilidade da fibra (Reis et al., 2011; Vieira et al., 2010). Assim, pode ter havido uma menor disponibilidade de energia para que os taninos condensados presentes em teores de moderado a baixo pudessem apresentar efeitos benéficos como o proposto por Buker et al. (2004) e podem ter apresentado efeitos prejudiciais como relatado por Molle et al. (2009).

Segundo Buker et al. (2004), quando se utiliza plantas com quantidade de TC moderada a baixa, mas que apresentam boa quantidade de carboidratos não fibrosos (CNF), a maior porção destes carboidratos fermentáveis no rúmen podem favorecer a melhor utilização da proteína devido à proteção da proteólise ruminal e melhorar o ganho de peso. Fato este observado também por Vitti et al. (2005), que relataram que os baixos resultados encontrados para a suplementação de feno de gramínea com leguminosas com TC (*Leucaena*, *Sesbania* e guandu) para ovinos, possivelmente foi ao não fornecimento de energia suficiente pelo feno de gramínea. No entanto, quando a relação TC e CNF forem altas, os TC apresentam efeitos prejudiciais aos animais, resultando em menores desempenhos produtivos (Molle et al., 2009). No entanto, a relação ideal de TC e CNF ainda não foi estabelecida, mas que devem ser realizadas novas pesquisas para tentar estabelecer esta definição (Molle et al., 2009). Além disso, o feijão guandu apresenta maior quantidade de NEPA, que são os taninos que apresentam maior cadeia carbônica (Saura-Calixto et al., 2007) que podem carrear maior quantidade de proteína não degradada no rúmen para o intestino, de forma a apresentar melhor efeito benéfico dos TC e favorecer consumo, comportamento e incrementar o desempenho produtivo dos cordeiros.

Com os resultados encontrados neste estudo, a utilização do feijão Guandu pode ser uma boa alternativa como forma de suplementar os cordeiros criados em gramínea tropical na fase de terminação, uma vez que os resultados deste grupo foram semelhantes aos encontrados em cordeiros recebendo concentrado a 1,5% do PV. Além de ter sido o tratamento que promoveu menor taxa de senescência para o capim Aruana, permitindo maior melhor aproveitamento do capim Aruana com o avançar do tempo pelos animais. Esse fato ainda é mais importante em períodos em que ocorre uma maior senescência da gramínea como o outono em regiões tropicais e subtropicais.

## 5. Conclusões

A inclusão da leguminosa tropical feijão Guandu em pastejo como substituto do concentrado na suplementação da pastagem de capim Aruana apresenta semelhança na ingestão de nutrientes por cordeiros suplementados com concentrado a 1,5% em relação ao PV. Assim, o feijão Guandu pode substituir o concentrado em nível de 1,5% do PV na dieta de cordeiros terminados em capim Aruana.

## 6. Referências Bibliográficas

- Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE T. Automat. Contr.* 19:716–723.
- AOAC., 1995. *Official Methods of Analysis*. 15. ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC, USA.
- Barry, T.N., McNabb, W.C., 1999. The implications of condensed tannins on nutritive value of temperate forage fed to ruminants. *Br. J.Nutr.* 81, 263–272.
- Barry, T.N., Manley, T.R., Duncan, S.J., 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 4. Site of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentrations. *Brit. J. Nutr.*, Cambridge, 55, 123-137.
- Bircham, J.S., 1981. *Herbage growth and utilization under continuous stocking management*. PhD thesis, University of Edinburgh.
- Bremm, C., SILVA, J.D., ROCHA, M.D., Elejalde, D.A. G., Oliveira Neto, R.D., Confortin, A.C.C., 2008. *Comportamento ingestivo de ovelhas e cordeiras em*

- pastagem de azevém anual sob níveis crescentes de suplementação. Rev. Bras. Zootec. 37 (12), 2097-2106.
- Burke, J.L., Waghorn, G.C., McNabb, W.C., Brookes, I.M., 2004. The potential of sulla in pasture-based systems. Anim. Prod. Aust. 25, 25–28.
- Canozzi, M.E.A., Barcellos, J.O.J., Brandão, M.D.D., Bortoli, E.C., Soares, J.C.R., Machado, J.A.D., 2013. Caracterização da cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul, Brasil. Pesq. Agropec. Gau. 19, 127-135.
- Carvalho, P.C.F., Kozloski, G.V., Filho, H.M.N.R., Reffatti, M.V., Genro, T.C.M., Euclides, V.P.B., 2007. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. R. Bras. Zootec., 36.
- Da Silva, S.C., Bueno, A.A.O., Carnevalli, R.A., Uebele, M.C., Bueno, F.O., Hodgson, J., Matthew, C., Arnold, G.C., Morais, J.P.G., 2009. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. Sci. Agric. 66 (1), 8–19.
- Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Paulino, M.F., Euclides, R.F., Lana, R.P., Queiroz, D.S., 2004. Avaliação da técnica dos indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, 46 (1), 40-57.
- Emerenciana Neto, J.V., Difante, G.S., Aguiar, E.M., Fernandes, L.S., Oliveira, H.C.B., Silva, M.G.T., 2014. Performance of meat sheep, chemical composition and structure of tropical pasture grasses managed under intermittent capacity. Bioscience Journal 30, 834–842.
- Euclides, V.P.B., Valle, C.B., Macedo, M.C.M., Almeida, R.G., Montagner, D.B., Barbosa, R.A., 2010. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. Rev. Bras. Zootec., 39, 151–168.
- Euclides, V.P.B.; Macedo, M.C.M.; Oliveira, M.P., 1992 Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. Rev. Bras. Zootec. 21 (4), 691-702.
- Fajardo, N. M., Poli, C. H. E. C., Bremm, C., Tontini, J. F., Castilhos, Z. M. S., McManus, C. M., Sarout, B.N.M., Castro, J.M., Monteiro, A. L. G., 2015. Effect of concentrate supplementation on performance and ingestive behaviour of lambs grazing tropical Aruana grass (*Panicum maximum*). Anim. Prod. Sci. 7, 1-8.
- Forbes, T.D.A., Hodgson, J., 1985. Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behavior of cows and sheep. Grass Forage Sci., v.40, p.69-77.
- Foster, J.L., Adesogan, A.T., Carter, J.N., Blount, A.R., Myer, R.O., Phatak, S.C., 2009. Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume haylages or soybean meal. J. Anim. Sci., 87 (9), 2899-2905.
- Frutos, P., Hervas, G., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R., 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. Spa. J. Agric. Res., 2 (2), 191-202.
- Gerdes, L., Mattos, H.D., Werner, J.C., Colozza, M.T., Cunha, E.D., Bueno, M.S., Possenti, R.A., Schammas, E.A., 2005. Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim-Aruana exclusivo ou sobresemeado com mistura de aveia preta e azevém. Rev. Bras. Zootec., 34 (4), 1098-1108.
- Godoy, P. B. Aspectos nutricionais de compostos fenólicos em ovinos alimentados com leguminosas forrageiras. 2007. 90 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.



- Goering, H.K.; Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington: Agricultural Research Service. 10p. (Agriculture Handbook, 379).
- Gordon, H.M., Whitlock, H.V.A., 1939. New technique for counting nematodes eggs in sheep faeces. *Journal of the Council of Scientific and Industrial Research*, 12 (1), 50-52.
- Grabber, J. H.; Zeller, W. E.; Mueller-Harvey, I., 2013. Acetone enhances the direct analysis of procyanidin and prodelphinidin based condensed tannins in lotus species by the butanol-HCl-iron assay. *J. Agric. Food Chem.*, 61, 2669–2678.
- Hodgson, J., 1990. *Grazing management. Science into practice*. England: Longman Scientific & Technical, 203p.
- Jamieson, W.S., Hodgson, J., 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing for grazing dairy cows. *Grass Forage Sci.* 34, 69-77.
- Jochims, F., Pires, C.C., Griebler, L., Bolzan, A.M.S., Dias, F.D., Galvani, D.B., 2010. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 572-581.
- Kimura, F.T., Miller, V.L., 1957. Chromic Oxide Measurement, improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *J. Agr. Food Chem.* 5 (3), 216p.
- Klingman, D.L., Miles, S.R., Mott, G.O., 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. *J. Am. Soc. Agron.* 35, 739–746.
- Köppen, W., 1948. *Climatologia*. Fondo de Cultura Economica: México, DF, 71 p.
- Kozloski, G.V., Mesquita, F.R., Alves, T.P., Castagnino, D.S., Stefanello, C.M., Sanchez, L.M.B., 2009. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de digestibilidade em ovinos. *Rev. Bras. Zootec.*, 38, 1819-1823.
- Louvandini, H.; Abdalla, A.L.; McManus, C.; Lima, A.L.; Moreira, G.D.; Lima, P.M.T.; Lopes, A.C.; Gomes, E.F.; Paim, T.P., 2011. Plantas tanníferas na nutrição de ovinos. *Veterinária e Zootecnia (UNESP)*, 18, 176-181.
- Makkar, H.P.S., 2003. Effects and fates of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Res.* 49, 241-256.
- Makkar, H.P.S., 2000. *Quantification of Tannins in Tree Foliage*. Vienna: FAO/IAEA, 26.
- Menezes L.F.O, Louvandini H., Martha Júnior G.B., McManus C., Barroso G.G.J.E., Mendes, M.C.B., 2010. Desempenho de ovinos Santa Inês suplementados em três gramíneas pastejadas durante o período seco. *Arch. Zootec.* 59, 299–302
- Mizubuti, I.Y., Ribeiro, E.L.A., Rocha, M.A., Moreira, F.B., Khatounian, C.A., Pereira, E.S., Fernandes, W.C., Souza, L.W.O., Pinto, A.P., 2007. Consumo médio e digestibilidade do feno de capim “Coast cross” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) em carneiros submetidos a dois regimes alimentares. *Semina: Ciências Agrárias*, 28 (3), 513-520.
- Molle, G., Decandia, M., Giovanetti, V., Cabiddu, A., Sitzia, M., 2009. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep. Part 1: Effects on feeding behaviour, intake, diet digestibility and performance. *Livest Sci.* 123, 138–146.
- Monteiro, A.L.G., Silva, C.J.A. Fernandes, S.R., Prado, O.R. Paula, E.F.E., 2009. Criação e terminação de cordeiros a pasto: implicações econômicas e qualidade do produto

- final. In: Pérez, J.R.O; Ribeiro, F.L.A. et al (eds.). Simpósio Mineiro de Ovinocultura - Sustentabilidade e Perspectivas, 5, Anais... Lavras: UFPA.
- Moore, J.E., Brant, M.H., Kunkle, W.E., Hopkins, D.I., 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *J. Anim. Sci.* 77, 122.
- Mott, G.O., Lucas H.L. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. Sixth International Grassland Congress Proceedings, v.I, Pennsylvania: State College, 1380-1385.
- Mueller-Harvey, I., 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *J. Sci. Food Agric.* 86, 2010–2037.
- NRC (National Research Council), 2007. In: Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids National Academy Press, Washington, 362.
- Paulino, V.T., Rasquinho, N.M., Duarte, K.M.R., Lucena, M.A.C., 2015. Nutritive Value and Digestibility of Aruana Guinea Grass under N Fertilization of NBPT-Treated Urea. *Int. J. Agric. Innov. Res.*, 4 (3), 2319-1473.
- Penning, P.D., Parsons, A.J., Orr, R.J., Harvey, A., Champion, R.A., 1995. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 45(1), 63-78.
- Pinedo, L.A., Campos, F.C., Peçanha, M.R.S.R., Castilho, L.A., Abdalla, A.L., 2008. Composição química e compostos fenólicos em diferentes frações da planta de feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *PUBVET*, 2 (20), art 233.
- Pompeu, R.C.F.F., Cândido, M. J. D., Lopes, M. N., Gomes, F. H. T., Lacerda, C. F. D., Aquino, B. F., & Magalhães, J. A., 2010). Características morfofisiológicas do capim-Aruana sob diferentes doses de nitrogênio. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, 11(4), 187-1210.
- Porter, L.J., Hrstich, L.N., Chan, B.G., 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, 25, 223-230.
- Reis, R.A. Silva, S.C., 2011. Consumo de forragens. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. *Nutrição de Ruminantes*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 83-114. 616p.
- Saura-Calixto, F., Serrano, J., Goñi, I., 2007. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chem.* 101, 492-501.
- Silva, D.J., Queiroz, A.C., 2002. *Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 235p.
- Silveira, M.F., Macedo, V.P., Batista, R., Santos, G.B., Negri, R., Castro, J.M., Silveira, A.P., Wlodarski, L., 2015. Comportamento ingestivo e desempenho produtivo de cordeiros mantidos em pastagem tropical e recebendo diferentes suplementações. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 67 (4), 1125-1132.
- Siqueira, E.R., Fernandes, S. 2014. Comportamento e bem-estar de ovinos em pastagens. In: Selaive-Villarreal, A.B, Osório, J.C.S. *Produção de Ovinos no Brasil*. 1.ed São Paulo: Rocca, 379-395. 656p.
- Sniffen, C.J., O'connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. *J. Dairy Sci.*, 70, 3562-3577.
- Statistical Analysis Systems - SAS. SAS 9.4 for windows. Cary: 2012. 5136.
- Tedeschi, L.O.; Ramírez-Restrepo, C.A.; Muir, J.P., 2014. Developing a conceptual model of possible benefits of condensed tannins for ruminant production. *Animal*. 8 (7), 1095–1105.

- Vieira, S.L. 2010. Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos. 1 ed. Londrina: Phytobiotics Brasil. 315p.
- Vitti, D.M.S.S., Abdalla, A.L., Bueno, I.C.S., Silva Filho, J.C., Costa, C., Bueno, M.S., Nozella, E.F., Longo, C., Vieira, E.Q., Cabral Filho, S.L.S., Godoy, P.B., Mueller-Harvey, I., 2005. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 119 (3), 345-361.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. London: Constock, 476p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 74 (10), 3583-3597.
- Vargas Junior, F.M., Socorro, M.M., Setti, J.D.A., Pinto, G., Martins, C.F., da Costa, J. A.A., Magrin, M.N., Camilo, F.R., Montagner, D.B., 2013. Disponibilidade e valor nutritivo de gramíneas tropicais sob pastejo com ovinos. *Arch. Zootec.*, 62 (238), 295-298.
- Waghorn, G., 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-progress and challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 147, 116-139.

Tabela 1. Composição química dos alimentos ofertados a cordeiros em pastagem tropical.

Item	Alimento		
	Aruana <sup>a</sup>	Feijão Guandu <sup>b</sup>	Concentrado
Matéria seca natural, %	29,2	27,0	94,1
Matéria seca, %	88,9	87,8	94,1
Matéria orgânica, %	79,5	81,7	90,0
Proteína bruta, %	13,0	19,2	22,6
Extrato etéreo, %	2,5	4,9	3,1
Cinzas, %	9,4	6,1	4,1
Energia bruta, kcal	3,9	4,4	4,4
Fibra em detergente neutro, %	52,3	45,0	9,2
Fibra em detergente ácido, %	26,5	21,8	3,3
Carboidratos totais, %	75,2	69,8	70,4
Carboidratos não fibrosos, %	22,9	24,8	61,2
Nutrientes digestíveis totais, %	68,2	71,9	86,3
Massa de forragem, kg LF <sup>c</sup> na MS/ha	2100,2	1228,7	-----
Taninos, eq-g L / kg MS <sup>d</sup>			
Taninos Totais	3,8	30,4	-----
Taninos Hidrolisáveis	0,6	2,0	-----
Taninos Condensados	1,6	16,5	-----
Taninos Condensados extraíveis	0,5	0,6	-----
Taninos Condensados não extraíveis	1,0	15,9	-----

<sup>a</sup> Aruana = *Panicum maximum* cv. IZ-5; <sup>b</sup> Feijão Guandu = *Cajanus cajan* cv. Anão, <sup>c</sup> LF= lâmina foliar, <sup>d</sup> eq-g L / kg MS = equivalente grama de Leucocianidina / kg MS.

Tabela 2. Média de massa de lâmina foliar de *Panicum maximum* cv. IZ-5, oferta de forragem, material senescente, relação folha:colmo, altura da forragem, ganho de peso por área e carga animal durante o período experimental.

Variáveis	Tratamento <sup>A</sup>				EPM	P valor
	S0,0	S1,5	S2,5	SFG		
Massa de Lâmina foliar <sup>1</sup>	1498,2	1379,9	1545,1	1720,1	44,90	0,1736
Oferta de forragem <sup>2</sup>	3,3	3,4	3,8	3,7	0,09	0,1468
Material senescente, %	11,5 <sup>a</sup>	9,4 <sup>ab</sup>	8,9 <sup>ab</sup>	5,8 <sup>b</sup>	0,27	0,0508
Relação folha:colmo	1,3	1,8	1,5	1,3	0,07	0,5608
Altura, cm	65,7 <sup>ab</sup>	52,8 <sup>b</sup>	64,1 <sup>ab</sup>	72,5 <sup>a</sup>	1,21	0,0402
Taxa de acúmulo, kg MS / d	37,8	14,7	16,7	11,4	2,36	0,6480
Ganho de peso por área <sup>3</sup>	61,0 <sup>b</sup>	172,6 <sup>a</sup>	182,7 <sup>a</sup>	113,9 <sup>ab</sup>	6,08	0,0233
Carga Animal <sup>4</sup>	1440,8	1642,4	1735,4	1656,3	5,53	0,3066

<sup>a, b, c</sup> Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>A</sup> Tratamentos: S0,0 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 sem suplementação; S1,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 1,5% do PV; S2,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 2,5% do PV; SFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com pastejo em *Cajanus cajan* cv. Anão por três horas / dia.

<sup>1</sup> Massa de Lâmina foliar de *Panicum maximum* cv. IZ-5, expressa em kg de MS em lâmina foliar / ha; <sup>2</sup> Oferta de forragem, expressa em kg MS / 100 kg de PV; <sup>3</sup> Ganho de peso por área, expresso em kg PV / ha; <sup>4</sup> Carga Animal, expressa em kg de PV / piquete.

Tabela 3. Médias de tempo de pastejo, consumo de suplemento, alimentação total, ruminação, ócio (min /dia) e taxa de bocado de cordeiros em *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou leguminosa tropical, durante o período diurno.

Variáveis (min / d)	Tratamento <sup>A</sup>				EPM	P valor
	S0,0	S1,5	S2,5	SFG		
Pastejo	514,9 <sup>a</sup>	340,1 <sup>b</sup>	310,7 <sup>b</sup>	307,1 <sup>b</sup>	9,16	0,0010
Suplementação	0,0 <sup>c</sup>	44,9 <sup>b</sup>	40,3 <sup>b</sup>	157,6 <sup>a</sup>	4,62	<0,0001
Alimentação total	514,9 <sup>a</sup>	385,3 <sup>c</sup>	351,1 <sup>c</sup>	464,7 <sup>ab</sup>	8,12	0,0035
Ruminação	115,8	129,6	143,1	140,1	2,64	0,1324
Ócio	89,0 <sup>b</sup>	204,4 <sup>a</sup>	226,0 <sup>a</sup>	115,3 <sup>b</sup>	8,55	0,0022
Taxa de bocado	26,7	22,0	23,3	22,9	0,39	0,2673

<sup>a, b, c</sup> Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>A</sup> Tratamentos: S0,0 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 sem suplementação; S1,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 1,5% do PV; S2,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 2,5% do PV; SFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com pastejo em *Cajanus cajan* cv. Anão por três h / d.

Tabela 4. Ingestão de matéria seca da forragem, do concentrado e total, expresso em g / d e em relação a % do peso vivo, por cordeiros em pastagem de *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou *Cajanus cajan* cv. Anão.

Variáveis	Tratamento <sup>A</sup>				EPM	P valor
	S0,0	S1,5	S2,5	SFG		
MS Forragem, g/d	598,8 <sup>b</sup>	448,7 <sup>bc</sup>	400,4 <sup>c</sup>	919,9 <sup>a</sup>	32,45	0,0002
MS Concentrado, g/d	0,0 <sup>b</sup>	409,1 <sup>a</sup>	611,5 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	38,90	0,0025
MS Total, g / d	598,8 <sup>b</sup>	861,7 <sup>ab</sup>	1024,6 <sup>a</sup>	920,2 <sup>ab</sup>	31,94	0,0399
MS Total, %PV	2,6	3,1	3,3	3,6	0,10	0,1395

<sup>a, b, c</sup> Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>A</sup> Tratamentos: S0,0 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 sem suplementação; S1,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 1,5% do PV; S2,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 2,5% do PV; SFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com pastejo em *Cajanus cajan* cv. Anão por três h / d.

Tabela 5. Ingestão de matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro (g /d e % peso vivo), carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais e taninos condensados por cordeiros em pastagem de *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou *Cajanus cajan* cv. Anão.

Variáveis (g / d)	Tratamento <sup>A</sup>				EPM	P valor
	S0,0	S1,5	S2,5	SFG		
Matéria Orgânica	468,6 <sup>b</sup>	729,5 <sup>ab</sup>	884,5 <sup>a</sup>	685,5 <sup>ab</sup>	30,20	0,0261
Proteína Bruta	83,4 <sup>b</sup>	148,5 <sup>ab</sup>	193,9 <sup>a</sup>	133,4 <sup>ab</sup>	7,21	0,0192
Extrato Etéreo	15,4 <sup>b</sup>	23,7 <sup>ab</sup>	30,0 <sup>ab</sup>	33,6 <sup>a</sup>	1,38	0,0342
Fibra Detergente neutro	306,4 <sup>ab</sup>	271,5 <sup>b</sup>	274,3 <sup>b</sup>	411,6 <sup>a</sup>	13,55	0,0143
FDN, % PV	1,3 <sup>ab</sup>	1,0 <sup>bc</sup>	0,9 <sup>c</sup>	1,6 <sup>a</sup>	0,05	0,0031
Carboidratos Totais	452,5 <sup>b</sup>	626,0 <sup>ab</sup>	744,6 <sup>a</sup>	615,7 <sup>ab</sup>	24,08	0,0451
Carboidratos não fibrosos	133,7 <sup>c</sup>	353,7 <sup>ab</sup>	461,8 <sup>a</sup>	204,0 <sup>bc</sup>	20,39	0,0080
Nutrientes digestíveis totais	386,4	642,3	726,2	566,6	25,95	0,0707
Taninos Condensados	0,9 <sup>b</sup>	0,7 <sup>b</sup>	0,6 <sup>b</sup>	16,6 <sup>a</sup>	0,95	<0,0001

<sup>a, b, c</sup> Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>A</sup> Tratamentos: S0,0 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 sem suplementação; S1,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 1,5% do PV; S2,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 2,5% do PV; SFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com pastejo em *Cajanus cajan* cv. Anão por três h / d.



Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais da dieta de cordeiros em pastagem de *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementados com concentrado ou *Cajanus cajan* cv. Anão.

Variáveis (%)	Tratamento <sup>A</sup>				EPM	P valor
	S0,0	S1,5	S2,5	SFG		
Matéria seca	58,8 <sup>ab</sup>	70,0 <sup>a</sup>	66,7 <sup>a</sup>	51,0 <sup>b</sup>	1,23	0,0109
Matéria Orgânica	61,1 <sup>ab</sup>	72,5 <sup>a</sup>	66,2 <sup>a</sup>	51,4 <sup>b</sup>	1,32	0,0088
Proteína Bruta	66,5	66,3	59,8	60,9	0,97	0,2660
Extrato Etéreo	72,7	77,4	75,0	76,4	1,10	0,8148
Fibra Detergente neutro	64,9	71,8	71,4	56,5	1,45	0,1203
Carboidratos Totais	70,5 <sup>bc</sup>	81,3 <sup>a</sup>	77,0 <sup>ab</sup>	62,2 <sup>c</sup>	1,18	0,0026
Carboidratos não fibrosos	74,9	81,6	84,1	77,0	1,54	0,4468
Nutrientes digestíveis totais	64,7 <sup>ab</sup>	73,9 <sup>a</sup>	70,2 <sup>ab</sup>	61,8 <sup>b</sup>	1,01	0,0323

<sup>a, b, c</sup> Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>A</sup>Tratamentos: S0,0 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 sem suplementação; S1,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 1,5% do PV; S2,5 = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com concentrado a 2,5% do PV; SFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 suplementado com pastejo em *Cajanus cajan* cv. Anão por três h / d.

**CAPÍTULO III**  
**Parâmetros produtivos de cordeiros em pastagens tropicais com taninos condensados<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Elaborado de acordo com as normas da Livestock Science (Apêndice 1)

## **Parâmetros produtivos de cordeiros em pastagens tropicais com taninos condensados**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a inclusão de leguminosa tropical em pastagem de gramínea sobre o consumo de nutrientes por cordeiros recebendo ou não polietileno glicol 4000. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso com parcela subdividida. Foram utilizados 54 cordeiros alocados em nove piquetes em três diferentes sistemas de alimentação sob pastejo contínuo com lotação variável submetido aos tratamentos por 84 dias: 1) Aruana - somente capim Aruana (*Panicum maximum* cv. IZ-5); 2) AFG - consórcio de feijão Guandu e capim Aruana em faixa, 3) FG - somente feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão). Cada tratamento foi subdividido em parcelas com e sem PEG (polietileno glicol 4000). As variáveis de comportamento ingestivo não foram influenciadas pelos tratamentos e PEG ( $P > 0,05$ ). Houve interação entre os sistemas de alimentação e uso de PEG para a ingestão de nutrientes e digestibilidade ( $P > 0,05$ ), com os melhores resultados para os grupos sem PEG ( $P < 0,05$ ). Contudo, a digestibilidade foi melhor para o grupo sem PEG, exceto para a PB. Em geral, os animais que não receberam PEG e que foi incluído Guandu na dieta, apresentaram aumento no consumo de nutrientes. Assim, a inclusão da leguminosa tropical com presença de taninos condensados favorece o consumo de nutrientes por cordeiros criados em pastagem tropical.

*Palavras-chave:* comportamento ingestivo, consumo, nutrientes, digestibilidade, feijão Guandu, polietileno glicol 4000

## 1. Introdução

A eficiência dos sistemas de produção de ovinos à base de forrageiras tropicais é limitada na maioria das vezes pela baixa qualidade nutricional da forragem, principalmente pelo baixo teor de proteína, digestibilidade da MS reduzida e elevada quantidade de fibras, muitas vezes com alto teor em lignina, que comprometem o melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais, resultando em baixo desempenho produtivo. Entretanto, o capim Aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana) tem se mostrado com qualidade nutricional superior a muitas gramíneas tropicais, principalmente em teor protéico e energia, além de altura compatível com o ideal para ovinos (até 1 m), com tolerância ao pastejo intenso, excelente aceitabilidade pelos animais e produção significativa de matéria seca anual (Gerdes et al., 2005; Menezes et al., 2010; Monteiro et al., 2009; Paulino et al., 2015; Pompeu et al., 2010; Vargas Júnior et al., 2013) e tem apresentado melhores resultados quando os animais são suplementados com concentrado, mas este apresenta elevado custo.

Uma alternativa para isso seria a utilização do capim Aruana com uma leguminosa tropical. Estas plantas apresentam alto valor nutricional, principalmente elevados teores de proteína, que pode favorecer um melhor aporte de nutrientes aos animais, e dependendo da espécie escolhida, a vantagem desta permanecer na área por mais tempo, com boa produtividade e incrementar o desempenho animal de maneira sustentável. Além disso, as leguminosas tropicais podem apresentar taninos condensados (TC) que quando em níveis moderados a baixo (2 – 5 % na MS) podem promover melhoria no desempenho dos animais devido a proteção da proteína da degradação ruminal, de forma a aumentar o fluxo de proteína metabolizável ou aminoácidos essenciais para o intestino delgado, resultando em maiores ganhos de peso (Frutos et al., 2004; Mueller-Harvey, 2006;

Waghorn, 2008; Tedeschi et al., 2014), desde que a dieta apresente níveis energéticos não limitantes (Baker et al., 2004; Vitti et al. 2005; Molle et al., 2009).

Para avaliar os efeitos dos TC são utilizados polímeros artificiais solúveis em água como o polietileno glicol (PEG), com peso molecular 4000 Da, que contém um grande número de átomos de oxigênio capazes de formar ligações de hidrogênio com os grupos fenólicos dos taninos e os precipitam (Silanikove et. al., 2001). Estes compostos ocupam os sítios de ligação, evitando a formação do complexo tanino-proteína ou pode desfazer o complexo já formado (Min et al., 2003; Silanikove et. al., 2001), resultando no aumento da biodisponibilidade da proteína para a microflora ruminal o qual acarreta em benefícios ao animal.

Assim, pesquisas têm sido realizadas na busca por leguminosas com elevado valor proteico, mas que apresentem teores e tipos de TC que promovam benefícios aos ruminantes, como melhoria na digestibilidade da dieta, que não afete o consumo voluntário dos animais, resultando em melhores desempenhos produtivos pelos animais. Dentre estas plantas, o feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão) pode ser uma boa alternativa, uma vez que apresenta teor de PB elevado, variando de 18,3 a 28,1% (Mizubuti et al., 2007) e de taninos condensado considerados de moderado a baixo (< 5% / kg MS) (Vitti et al., 2005; Godoy, 2007; Louvandini et al., 2011; Pinedo et al., 2008).

No entanto, a maior parte das pesquisas que avaliaram os efeitos do TC para ruminantes utilizando feijão Guandu, tem sido com a planta inteira ofertada nas formas de feno, cortada, no cocho, e/ou suplementação de gramíneas de baixa qualidade, principalmente pobre em energia, proteína ou ambos. Dessa forma, o resultado apresentado tem sido variado, incluindo prejudiciais na digestibilidade da dieta, comportamento ingestivo, consumo e desempenho produtivo em ovinos.

Entretanto, cordeiros pastejando feijão Guandu pode apresentar resultados diferentes aos encontrados em relação aos efeitos dos TC, por permitir os animais selecionarem partes mais nutritivas da planta. Aliado a isso, ao utilizar uma gramínea com melhor valor nutricional, como no caso do capim Aruana, pode favorecer os efeitos benéficos dos TC presentes na leguminosa. Dessa forma, a suplementação com feijão Guandu e seu teor de TC podem melhorar a digestibilidade e consumo da dieta, sem interferir negativamente no comportamento ingestivo de forma a resultar em melhores desempenhos produtivos em cordeiros. Objetivou-se avaliar a inclusão de leguminosa tropical em pastagem de gramínea sobre o consumo de nutrientes por cordeiros recebendo ou não polietileno glicol 4000.

## **2. Material e Métodos**

### *2.1 Animais, tratamentos e delineamento experimental*

Todos os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Protocolo nº 21121). O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Criação pertencente a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil (Latitude: 30°07'18.5" S, Longitude: 51°40'47.6" W). O clima é subtropical úmido cfa segundo a classificação Köppen (1948).

Foram utilizados 54 cordeiros “testers” machos castrados e desmamados, com idade e PV inicial de 3 a 4 meses e  $22,6 \pm 0,46$  kg (média  $\pm$  EPM), respectivamente. Os animais foram alocados, para manter a uniformidade em relação ao peso, em 9 piquetes de 0,2 ha cada em três diferentes sistemas de alimentação sob pastejo contínuo com lotação variável segundo Mott e Lucas (1952) e submetidos aos seguintes tratamentos por 84 dias: 1)

Aruana - somente capim Aruana (*Panicum maximum* cv. IZ-5); 2) AFG - Consórcio Aruana e feijão Guandu, em faixa e 3) Guandu - somente feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão). Dentro de cada piquete foi realizada uma subdivisão (parcela subdividida) entre os seis animais para determinar o efeito dos taninos condensados (TC), representada por três cordeiros dosificados por via oral com polietileno glicol 4000 (PEG) (sem taninos condensados - CPEG) e três dosificados com água (com taninos condensados – SPEG).

Visando reduzir os efeitos prévios ao experimento, os primeiros nove dias foram usados como período de adaptação dos animais aos diferentes tratamentos.

Foram administrados 60 g de PEG / animal / d dividido em duas vezes ao dia para os animais do grupo CPEG com o auxílio de pistola dosificadora de 50 mL e para os animais do grupo SPEG foi administrado água para minimizar o efeito estressante da pistola. O PEG se liga ao TC e o inativa, assim, é possível avaliar o efeito do TC dentro dos tratamentos.

A composição química dos alimentos é apresentada, por período, na tabela 1, incluindo o teor de taninos.

Água e suplementação mineral foram ofertados *ad libitum*.

## 2.2. Avaliações nas Pastagens

A massa de forragem (MFA) e altura da pastagem (ALT) foram determinadas na ocasião da entrada dos animais nos piquetes e a cada 28 dias. Em cada piquete foram realizadas coletas de 50 pontos para determinar a altura média da pastagem com bastão graduado de 100 cm (*sward stick*), conforme Bircham (1981).

Para avaliação da massa de forragem utilizou-se um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> para delimitar a área de amostragem, totalizando seis pontos amostrais por piquete, três na altura média da pastagem e três pontos aleatórios. As amostras foram cortadas rente ao

solo, recolhidas, pesadas, homogeneizadas, e destas, retiradas duas subamostras, sendo uma para determinação do percentual de matéria seca (MS) e outra para separação botânica e estrutural, separando lâmina foliar, colmo + bainha, material senescente, inflorescência e outras espécies.

Para determinação do teor de MS, as amostras foram pesadas antes e depois de secas em estufa de ar forçado, a uma temperatura média de 55°C por no mínimo 72 horas, até atingirem peso constante. A porcentagem de MS da forragem foi multiplicada pelos valores da massa de forragem em kg/ha de matéria verde (MV), para obter o valor da massa de forragem (MFA) em kg de MS/ha.

A oferta de lâmina foliar (OFA) do capim Aruana e feijão Guandu (kg de MS/ kg de PV/ha/d) foi regulada a cada 28 dias, segundo a metodologia descrita por Sollenberg et al. (2005), sendo obtida pela seguinte fórmula:

$$\text{OFA} = (\text{MFA} / \text{carga animal}) / \text{número de dias}$$

### 2.3. *Qualidade Nutricional da Forragem*

As amostras de capim Aruana, feijão Guandu e plantas não desejáveis foram coletadas por simulação de pastejo segundo a metodologia de Johnson (1978) citada por Euclides et al., (1992) a cada 28 dias. Destas, retirou-se duas subamostras, 2/3 da massa verde foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por no mínimo 72 h até atingirem pesos constantes para realização de análise bromatológica, e 1/3 foi liofilizada para análise de taninos.

Para análise da qualidade bromatológica, as amostras de capim Aruana, feijão Guandu e plantas não desejáveis foram moídas em moinho tipo Wiley a 1 mm. Determinou-se os teores de MS, matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) (conforme AOAC,1995), extrato etéreo (EE) (Silva e Queiroz, 2002), fibra em detergente neutro



(FDN) (Van Soest et al., 1991), fibra em detergente ácido (FDA) (Goering e Van Soest, 1970). Os carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme a equação descrita por Sniffen et al. (1992), os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN.

Para análise dos taninos, as amostras liofilizadas foram moídas em moinho tipo Wiley a 0,5 mm. Determinou-se os teores de taninos totais (TT), hidrolisáveis (TH), condensados (TC), condensados extraíveis (EPA) e condensados não extraíveis (NEPA) a partir de adaptação das metodologias de Grabber et al. (2013), Makkar (2000), Porter et al. (1986) e Saura-Calixto et al. (2007), expressos em equivalente grama (eq-g) de leucocianidina / kg de MS. Para os cálculos, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{eq-g de Leucocianidina (L)/kg MS} = \left\{ \frac{\text{absorbância} \times [10 \times (\text{volume de diluição em mL})]}{(460 \times \text{peso da amostra})} \right\} / (\text{MS, em kg}) \times 10$$

#### 2.4. Consumo e Digestibilidade

A ingestão de MS total (IMST) foi estimada a partir da produção fecal diária (PF) verificada com coleta total diária de fezes por bolsa coletora durante cinco dias. As fezes coletadas diariamente eram pesadas e desta, retirada uma amostra de 20% que posteriormente foram homogeneizadas para formar uma composta por animal no período dos cinco dias. A IMST foi estimada pela equação:

$$\text{IMST} = \text{PF} / (1 - \text{DMS})$$

Onde, DMS = digestibilidade da MS.

A DMS foi estimada a partir do método *in situ* da porção de FDN<sub>i</sub>. As amostras de capim Aruana, feijão Guandu, plantas não desejáveis e fezes (uma amostra composta por piquete) foram incubadas por 144 h em ovinos machos fistulados no rúmen, metodologia adaptada de Detmann et al. (2004) e Kosloski et al. (2009). Os animais eram pertencentes

ao Departamento de Zootecnia da UFRGS e foram alimentados com feno de alfafa e milho moído durante todo período de incubação,

$$DMS = 1 - (FDN_{i_{\text{alimento}}} / FDN_{i_{\text{fezes}}})$$

$$\text{Coeficiente de digestibilidade} = [(nutriente_{i_{\text{ingerido}}} - nutriente_{e_{\text{excretado}}}) / nutriente_{i_{\text{ingerido}}}] * 100$$

### 2.5. Desempenho produtivo e parasitas gastrointestinais

Os cordeiros foram pesados no início e a cada 28 dias até o final do experimento, com 12 h de jejum prévio de sólidos e líquidos. Sendo obtido o peso vivo inicial (PVI) e final (PVF) por período. O ganho médio diário (GMD) foi obtido por divisão da diferença entre o PVF menos o PVI, pelo número de dias do período. A produtividade por área (GPA) foi obtida multiplicando o GMD dos cordeiros “testers” pelo número total de animais que permaneceram no piquete no período (*testers* + reguladores) e pelo número de dias que permaneceram no piquete, dividido pela área. A infestação por endoparasitas foi monitorada pelo método FAMACHA (Malan e Van Wyk, 1992) e o controle feito sempre que necessário.

### 2.6. Comportamento Ingestivo

Em cada período, foi realizada a observação do comportamento ingestivo diurno dos animais, totalizando três avaliações. Os dados meteorológicos médios para as 12 horas de observação foram pluviosidade, temperatura máxima, temperatura mínima 0,0 mm, 30°C, 21°C para o primeiro período (24/02/2015); 0,0mm, 27°C, 19°C para o segundo período (01/03/2015) e 0,0mm, 25°C, 15°C para o terceiro período (18/04/2015), respectivamente.

Foram mensurados o tempo de pastejo, ruminação e ócio. Os animais foram observados do nascer ao pôr do sol segundo o método descrito por Jamieson e Hodgson

(1979a), com registros a cada 5 min. No intervalo das avaliações de tempo de pastejo, foi registrada a taxa de bocado com o método de tempo para realizar 20 bocados, descrito por Forbes e Hodgson (1985). A massa do bocado (MBOC) foi calculada dividindo-se o consumo de MS (expresso em kg/animal/dia) pelo total de bocados diários (taxa de bocado  $\times$  tempo de pastejo), calculado de acordo com o proposto por Jamieson & Hodgson (1979b).

### *2.7. Análise estatística*

O delineamento experimental foi em Blocos ao acaso (por topografia) com parcela subdividida, com três tratamentos (Aruana x AFG x Guandu), duas parcelas subdivididas (SPEG x CPEG) e com três repetições (blocos). Os animais foram distribuídos de forma a obter-se uma maior uniformidade em relação ao peso em cada piquete. Para todas as variáveis estudadas, o piquete foi considerado como a unidade experimental.

Foi realizada análise de variância com medidas repetidas no tempo para determinar os efeitos dos tratamentos (parcela principal) e dos taninos condensados (com e sem PEG, parcela subdividida) sobre as variáveis avaliadas da pastagem e do animal por meio do procedimento MIXED do programa estatístico SAS 9.4 (2012). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, não sendo necessário fazer transformação dos dados. Tratamento, parcela subdividida e suas interações foram considerados como efeitos fixos. Bloco, período e a interação bloco tratamento foram considerados como efeitos aleatórios. A estrutura de covariância escolhida pelo critério AIC (Akaike, 1974). A estrutura de covariância foi escolhida pelo critério AIC (Akaike, 1974), usando a de menor AIC. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, as diferenças e interações foram consideradas como significativas quando o nível de

significância foi inferior a 5% ( $P < 0,05$ ). Os resultados são apresentados como médias  $\pm$  erro padrão da média.

Modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + PEG_j + SPEG_{ij} + B_k + P_l + \varepsilon_{ijklm}, \text{ em que:}$$

$Y_{ijklm}$  = valor observado;

$\mu$  = média geral do experimento;

$S_i$  = efeito fixo dos sistemas de alimentação ( $i$  = Aruana, AFG e Guandu);

$PEG_j$  = efeito fixo dos taninos condensados ( $j$  = com PEG, sem PEG);

$SPEG_{ij}$  = Efeito fixo da interação sistema de alimentação x taninos condensados;

$B_k$  = Efeito aleatório do bloco;

$P_l$  = Efeito aleatório do período ( $l$  = 1, 2, 3);

$SB_{ik}$  = Efeito aleatório da interação níveis de sistema de alimentação x bloco;

$\varepsilon_{ijklm}$  = erro experimental aleatório.

### 3. Resultados

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para a disponibilidade de matéria seca em forragem, massa de lâmina foliar, oferta instantânea de forragem, altura de forragem e, tampouco para o ganho de peso por área (Tabela 2).

O tempo de pastejo, de ruminação, a taxa de bocado e a massa de bocado não foram influenciados pelos sistemas de alimentação e, tampouco pelos taninos condensados ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3). Houve interação entre os tratamentos e a subparcela para o tempo de ócio ( $P < 0,05$ ), de forma que dentro do grupo de cordeiros que receberam água (SPEG), os do tratamento Guandu passaram mais tempo em ócio comparado ao grupo Aruana, tendo os animais do tratamento AFG apresentado tempo intermediário.

O consumo de nutrientes foi afetado pelo sistema de alimentação e fornecimento de PEG, de forma que houve interação para todas as variáveis ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4). Quanto a influência dos taninos condensados representado pelo fornecimento de água ou PEG dentro de cada sistema de alimentação, houve diferença entre os cordeiros com acesso ao feijão Guandu ( $P < 0,05$ ), de modo que os cordeiros que receberam água apresentaram maior consumo de nutrientes frente aos que receberam PEG tanto para o tratamento AFG quanto para o Guandu. No entanto, os cordeiros dentro do grupo Aruana que receberam água e PEG apresentaram ingestão de nutrientes semelhante entre eles ( $P > 0,05$ ).

Os cordeiros que receberam PEG, independente do sistema de alimentação, apresentaram consumo de nutrientes semelhante entre eles ( $P > 0,05$ ) (Tabela 4), exceto para o consumo de FDN ( $P < 0,05$ ) em que os animais do tratamento Aruana ingeriram 32,7 e 37,3% a mais de FDN, expresso em g/d, e 26,3 e 21,0% a mais de FDN, expresso em % do PV, em relação aos sistemas de alimentação AFG e Guandu, respectivamente.

Entre cordeiros que receberam água (SPEG) houve um aumento no consumo de todos os nutrientes com o fornecimento de leguminosa na dieta destes animais ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4), exceto para os carboidratos totais. De modo que os animais do grupo Guandu apresentaram maior consumo de nutrientes em comparação ao tratamento Aruana e os cordeiros do grupo AFG apresentaram consumo intermediário em relação aos demais tratamentos.

Houve interação entre os tratamentos para o consumo de taninos totais, hidrolisáveis, condensados, condensados extraíveis e não extraíveis, de modo que os animais do grupo Guandu consumiram maior quantidade de taninos em relação aos grupos Aruana e AFG ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5) tanto para os cordeiros que receberam água quanto para PEG. Entretanto, dentro dos sistemas de alimentação AFG e Guandu, houve

uma maior ingestão de taninos por parte dos cordeiros que receberam água em comparação ao PEG ( $P < 0,05$ ), porém, os cordeiros do grupo Aruana apresentaram semelhança entre eles ( $P > 0,05$ ).

Houve interação entre os tratamentos e utilização de PEG para todos os coeficientes de digestibilidade (CD) avaliados, exceto par extrato etéreo e fibra em detergente neutro ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). A digestibilidade reduziu com o fornecimento de PEG, independente do sistema de alimentação ( $P < 0,05$ ), exceto a digestibilidade de proteína bruta, para a qual melhorou com o uso do PEG ( $P > 0,05$ ).

Os tratamentos com a presença de feijão Guandu apresentaram melhor CDPB ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). O CDPB nos tratamentos Guandu e AFG foram 20,5 e 15%, respectivamente, melhores em relação ao grupo Aruana, contudo, não houve diferença entre os grupos com feijão Guandu. Não houve diferença entre tratamentos em que os animais receberam água ( $P > 0,05$ ). No entanto, o uso do PEG promoveu uma melhoria no CDPB para os tratamentos com presença de feijão Guandu, com 25 e 18% para o Guandu e AFG, respectivamente, em relação ao grupo Aruana ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença dentro do mesmo tratamento em que os animais receberam PEG ou água ( $P > 0,05$ ).

Houve diferença para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo dentro dos sistemas de alimentação entre os animais que receberam água e os que receberam PEG ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6), sendo que o tratamento em que os cordeiros receberam água apresentou melhoria na digestibilidade do EE em comparação aos que receberam PEG.

Houve diferença entre os tratamentos para o CDFDN ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). Para o qual, o grupo Aruana apresentou CDFDN superior em 8 e 20% em relação aos grupos AFG e FG, respectivamente, também, o AFG foi superior ao FG em 14%, tendo o grupo

Guandu obtido o menor CDFDN. Houve diferença dentro do tratamento Guandu entre os cordeiros receberam PEG ou água ( $P < 0,05$ ), com os melhores resultados para os que receberam água. Dentro do grupo que receberam PEG ou água, a inclusão de feijão Guandu na dieta promoveu redução na digestibilidade do FDN ( $P < 0,05$ ), com o melhor coeficiente apresentado pelo grupo Aruana, seguido pelo AFG, tendo o grupo Guandu apresentado o menor resultado. Entretanto, dentro do tratamento Guandu, o grupo que recebeu água apresentou melhor CDFDN em comparação ao grupo que recebeu PEG ( $P < 0,05$ ).

Houve interação para a quantidade de NDT entre os tratamentos e a parcela subdividida PEG ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). Não houve diferença entre os sistemas de alimentação dentro do grupo dos animais que receberam PEG. No entanto, dentro do tratamento em que os animais receberam Água, o grupo Guandu apresentou maior quantidade de NDT frente aos demais grupos ( $P < 0,05$ ), contudo, os grupos AFG e Aruana não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). Em todos os tratamentos em os animais receberam água apresentaram maior quantidade de NDT em relação aos que receberam PEG ( $P < 0,05$ ).

#### **4. Discussão**

A forragem ofertada aos animais apresentou-se de boa qualidade (Tabela 1). Os animais foram submetidos à mesma massa de forragem mantendo-se acima de 2000 kg /d, de forma que não houve restrição alimentar, (Rattray et al., 2007). Para massa de forragem considerou-se o Aruana, que se encontrava em estado vegetativo, feijão Guandu e as plantas não desejáveis. A massa de lâmina foliar baseada somente em folha do Aruana e feijão Guandu pode parecer ter subestimada a oferta de forragem para os

cordeiros, no entanto, não levou em consideração a porção potencialmente consumida do feijão Guandu observada durante a simulação de pastejo, em que os animais para formar o bocado ingeriram folha, ponta do caule, flor e vagem, partes de elevada qualidade nutricional.

A qualidade nutricional e a quantidade da forragem não limitaram o comportamento ingestivo dos cordeiros. O tempo de pastejo variou de 7,2 a 8,2 h, próximo à faixa de 8 a 9 horas citada por Lynch et al. (1992), de forma que os animais conseguiram ingerir maior quantidade de matéria seca (Tabela 4) em menor tempo, isto influenciado pelo maior valor nutritivo da forragem (De Paula et al., 2009) como demonstrado na análise bromatológica (Tabela 1). O tempo de pastejo e taxa de bocado encontrados neste experimento corrobora com os resultados encontrados por Confortin et al., 2010 e Jochims et al., (2010) que avaliaram o comportamento ingestivo de cordeiras em milho com ou sem suplementação, sendo para que o primeiro encontraram 444,37 min em pastejo e 32 bocados /min para o tratamento de pastagem exclusiva, o segundo encontraram 492,06 min em pastejo e 34,12 bocados /min. Silveira et al. (2015) avaliaram o comportamento ingestivo de cordeiros em capim Aruana e obtiveram tempo de pastejo de 504,3 min, resultado similar ao deste estudo. Molle et al. (2009) encontraram uma redução no tempo de pastejo em pastagem de sulla, planta com teor moderado de TC, por ovelhas que receberam água (460 min /d) em relação as com PEG (503 min /d).

O tempo de ócio variou de 1,9 a 3,1 h e de ruminação de 1,4 a 2,3 h, tempo relativamente pequeno em relação ao indicado que seria de 8 h (Hafez, 1975). No entanto, é sabido que ovinos apresentam maior tempo de ócio e ruminação durante a noite (Pompeu et al., 2009) e como a avaliação neste estudo foi diurna, não pode ser computado o tempo total destas atividades.



O baixo tempo de ruminação encontrado neste estudo pode ter sido também ao menor teor de FDN apresentado pelas forragens utilizadas. De acordo com Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e pode ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Silveira et al. (2015) avaliaram o comportamento ingestivo diurno de cordeiros em capim Aruana e encontraram 23,5 e 14,2 min / d para o tempo de ruminação e ócio, respectivamente. Molle et al. (2009) encontraram uma redução no tempo de ruminação (289 vs 278 min / d) e aumento no de ócio (690 vs 658 min /d) por ovelhas que receberam água e PEG, respectivamente, criadas em pastagem de sulla, tempo superior aos encontrados neste estudo, no entanto, esse autor avaliou os animais durante 24 h.

A presença de TC do feijão Guandu não reduziu o consumo voluntário dos cordeiros. Para diversos pesquisadores, a redução do consumo quando utilizaram plantas ricas em taninos é devido à maior adstringência e menor digestibilidade da MS, MO e fibra provocada pelo efeito dos TC (Frutos et al., 2004; Molle et al., 2009; Mueller-Harvey, 2006; Tedeschi et al., 2014; Waghorn, 2008). Fato este não observado neste estudo, uma vez que os animais que receberam água apresentaram maior consumo, melhor digestibilidade da MS, MO, FDN, CHOT, CNF, o qual resultou também em maior ingestão de NDT, ou seja, maior quantidade de energia para os animais, assim estes resultados podem ter ocorrido pela melhor qualidade da forragem.

Segundo Buker et al. (2004), quando utiliza plantas com quantidade de TC moderada a baixa, mas que apresenta boa quantidade de carboidratos não fibrosos (CNF), a maior porção destes carboidratos fermentáveis no rúmen podem favorecer a melhor utilização da proteína devido à proteção da proteólise ruminal e melhorar o ganho de peso. De acordo com Vitti et al. (2005), os baixos resultados encontrados para a suplementação

de feno de gramínea com leguminosas com TC (*Leucaena*, *Sesbania* e guandu) para ovinos, possivelmente foi ao não fornecimento de energia suficiente pelo feno de gramínea. Estas observações podem ajudar a explicar o efeito positivo do TC para as variáveis de consumo e digestibilidade.

Sendo assim, a ingestão de TC oriundo do feijão Guandu pode ter alterado o metabolismo de proteína e carboidratos de forma benéfica e ter permitido que os cordeiros utilizassem os nutrientes de maneira mais eficaz, resultando no atendimento as suas exigências nutricionais (Buker et al., 2004; Molle et al., 2003, 2009). Molle et al. (2009) avaliaram comportamento ingestivo de ovelhas em pastagem de Sulla e observaram digestibilidade para MS (58,3 vs 74,6%) e PB (38,2 vs 60,14%) para os tratamentos com água e PEG, respectivamente, concluindo que os TC exerceram efeitos prejudiciais sobre estas variáveis. A digestibilidade da matéria orgânica do grupo Aruana foi semelhante ao encontrado por Vargas Júnior et al. (2013) que avaliaram esta gramínea em dois períodos do ano, encontrando 56% na seca e 65 % na água.

O maior consumo de matéria seca apresentado pelos animais do grupo Guandu está de acordo com o proposto por Penning et al. (1995). Segundo estes autores, ruminantes apresentam maior ingestão de forragem quando pastejam monocultivo de leguminosa ou mistura leguminosa / gramínea em comparação com gramíneas, pois sugeriram que ovinos consomem mais rapidamente o trevo porque é exigido menor tempo para mastigar a massa do bocado.

Os resultados para consumo e digestibilidade de MS, MO e FDN encontrados neste estudo foram maiores aos relatados por Foster et al. (2009) e Adesogan et al., (2010). Este último avaliaram cordeiros com dieta a base de feno de Pensacola suplementado com leguminosas tropicais para cordeiros e encontraram para o feijão

Guandu consumos de 612, 579 e 468 g /d e digestibilidade 56,3, 57,5 e 58,7 % para MS, MO, FDN, respectivamente, mas justificaram estes resultados devido a presença de lignina no caule, uma vez que utilizaram o feno da planta inteira. Segundo Vitti et al (2005), que avaliaram feno *Coast cross* para ovinos suplementado com diferentes fontes proteicas, encontraram baixos resultados de consumo e digestibilidade de MS e PB para o Guandu, explicado pela elevada presença de hastes na dieta. No presente estudo, os cordeiros selecionaram folhas, flor, vagem e ponta do caule do feijão Guandu, resultando em uma dieta de melhor qualidade, assim, por simulação de pastejo, foram rejeitados os caules mais grossos por este não compor a dieta dos animais.

A qualidade nutricional favoreceu o comportamento ingestivo que resultou em maior consumo da forragem em menor tempo de pastejo, ou seja, os animais conseguiram ser mais eficientes na ingestão de alimento e conseqüentemente de nutrientes, pois as forrageiras utilizadas apresentaram valor nutricional elevado. Isto pode ter promovido um melhor aporte nutricional, principalmente em proteína e energia, e também pelo possível efeito benéfico do TC presente no feijão Guandu que deve ter melhorado a eficiência de utilização dos nutrientes pelos cordeiros. Isto pode ter ocorrido, uma vez que o consumo de matéria seca e nutriente pelos animais que receberam água foi maior em comparação aos que ingeriram PEG e também pela melhor digestibilidade apresentada nestes tratamentos. Assim, neste estudo, pode ter ocorrido a presença dos efeitos benéficos dos taninos condensados, quando em baixa quantidade, como melhorar a digestibilidade dos nutrientes e aumentar o consumo.

Outro fator interessante ao feijão Guandu referente a presença de taninos condensados, é por este ser constituído na maior parte por TC não extraíveis (NEPA) (Tabela 1). Segundo Saura-Calixto et al., (2007), este tipo de tanino apresenta maior

cadeia carbônica e devido a isto pode carrear maior quantidade de proteína não degradada no rúmen para o intestino, de forma a apresentar melhor efeito benéfico dos TC.

O feijão Guandu é uma leguminosa tropical que poderia ser mais utilizada como suplementação da dieta de cordeiros. Devido ao seu elevado valor nutricional e baixo teor de taninos condensados, que quando associada a uma gramínea de melhor qualidade, como o capim Aruana pode favorecer a digestibilidade da dieta e resultar em melhor utilização de nutrientes pelos animais. Assim, pode ocorrer uma potencialização destes efeitos benéficos dos TC em cordeiros.

## 5. Conclusões

A inclusão da leguminosa tropical em pastagem de gramínea na dieta favorece o consumo de nutrientes pelos cordeiros. Também, os taninos condensados presentes no feijão Guandu não afetam o comportamento ingestivo e o consumo pelos cordeiros em pastagem tropical, no entanto, auxiliam na melhoria da digestibilidade da dieta. Assim, o feijão Guandu pode ser utilizado para melhorar o consumo de nutrientes por cordeiros criados em pastagem de Capim Aruana.

## 6. Referências Bibliográficas

- Adesogan, A.T., Foster, J.L., Carter, J.N., 2010. Effect of replacing dietary soybean meal with tropical legumes on the performance of lambs. In: Sustainable improvement of animal production and health. Odongo, N.E, Garcia, M., Viljoen, Viljoen. Austria, 69-74.
- Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE T. Automat. Contr.19:716–723.
- AOAC., 1995. Official Methods of Analysis. 15. ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC, USA.
- Barry, T.N., McNabb, W.C., 1999. The implications of condensed tannins on nutritive value of temperate forage fed to ruminants. Br. J.Nutr. 81, 263–272.
- Barry, T. N., Manley, T. R., Duncan, S. J., 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 4. Site of carbohydrate and protein

- digestion as influenced by dietary reactive tannin concentrations. *Brit. J. Nutr., Cambridge*, 55, 123-137.
- Bircham, J.S., 1981. Herbage growth and utilization under continuous stocking management. PhD thesis, University of Edinburgh.
- Bremm, C., Silva, J. D., Rocha, M. D., Elejalde, D. A. G., Oliveira Neto, R. D., Confortin, A. C. C., 2008. Comportamento ingestivo de ovelhas e cordeiras em pastagem de azevém-anual sob níveis crescentes de suplementação. *Rev. Bras. Zootec.* 37 (12), 2097-2106.
- Burke, J. L., Waghorn, G. C., McNabb, W. C., Brookes, I. M., 2004. The potential of sulla in pasture-based systems. *Anim. Prod. Aust.* 25, 25–28.
- Confortin, A. C. C., Bremm, C., Rocha, M. G. D., Silva, J. H. S. D., Elejalde, D. A. G., Camargo, D. G., Rosa, A. T. N. D., 2010. Ingestive behavior patterns of ewe lambs receiving or not supplement on Pearl millet pasture. *Cienc. Rural*, 40 (12), 2555-2561.
- Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Paulino, M.F., Euclides, R.F., Lana, R.P., Queiroz, D.S., 2004. Avaliação da técnica dos indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, 46 (1), 40-57.
- Emerenciana Neto, J.V., Difante, G.S., Aguiar, E.M., Fernandes, L.S., Oliveira, H.C.B., Silva, M.G.T., 2014. Performance of meat sheep, chemical composition and structure of tropical pasture grasses managed under intermittent capacity. *Bioscience Journal* 30, 834–842.
- Euclides, V. P. B., Valle, C. B., Macedo, M. C. M., Almeida, R. G., Montagner, D. B., Barbosa, R. A., 2010. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. *Rev. Bras. Zootec.*, 39, 151–168.
- Euclides, V.P.B.; Macedo, M.C.M.; Oliveira, M.P., 1992 Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. *Rev. Bras. Zootec.* 21 (4), 691-702.
- Fajardo, N. M., Poli, C. H. E. C., Bremm, C., Tontini, J. F., Castilhos, Z. M. S., McManus, C. M., Sarout, B.N.M., Castro, J.M., Monteiro, A. L. G., 2015. Effect of concentrate supplementation on performance and ingestive behaviour of lambs grazing tropical Aruana grass (*Panicum maximum*). *Anim. Prod. Sci.* 7, 1-8.
- Forbes, T.D.A., Hodgson, J., 1985. Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behavior of cows and sheep. *Grass Forage Sci.*, v.40, p.69-77.
- Foster, J.L., Adesogan, A.T., Carter, J.N., Blount, A.R., Myer, R.O., Phatak, S.C., 2009. Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume haylages or soybean meal. *J. Anim. Sci.*, 87 (9), 2899-2905.
- Frutos, P., Hervas, G., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R., 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spa. J. Agric. Res.*, 2 (2), 191-202.
- Gerdes, L., Mattos, H.D., Werner, J.C., Colozza, M.T., Cunha, E.D., Bueno, M.S., Possenti, R.A., Schammass, E.A., 2005. Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim-Aruana exclusivo ou sobressemeado com mistura de aveia preta e azevém. *Rev. Bras. Zootec.*, 34 (4), 1098-1108.
- Goering, H.K.; Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington: Agricultural Research Service. 10p. (Agriculture Handbook, 379).

- Gordon, H.M., Whitlock, H.V.A., 1939. New technique for counting nematodes eggs in sheep faeces. *Journal of the Council of Scientific and Industrial Research*, 12 (1), 50-52.
- Hafez, E.S.E. *The Behaviour of Domestic Animals*. 2 ed., London: Baillière Tindall, 1975.
- Hodgson, J., 1990. *Grazing management. Science into practice*. England: Longman Scientific & Technical, 203p.
- Jamieson, W.S., Hodgson, J., 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing for grazing dairy cows. *Grass Forage Sci.* 34, 69-77.
- Jochims, F., Pires, C.C., Griebler, L., Bolzan, A.M.S., Dias, F.D., Galvani, D.B., 2010. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milho recebendo ou não suplemento. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 572-581.
- Kimura, F.T., Miller, V.L., 1957. Chromic Oxide Measurement, improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *J. Agr. Food Chem.* 5 (3), 216p.
- Klingman, D.L., Miles, S.R., Mott, G.O., 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. *J. Am. Soc. Agron.* 35, 739-746.
- Köppen, W., 1948. *climatologia*. Fondo de Cultura Economica: México, DF, 71 p.
- Kozloski, G.V., Mesquita, F.R., Alves, T.P., Castagnino, D.S., Stefanello, C.M., Sanchez, L.M.B., 2009. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de digestibilidade em ovinos. *Rev. Bras. Zootec.*, 38, 1819-1823.
- Lynch, J.J., Hinch, G.N., Adams, D.B., 1992. *The behaviour of sheep: Biological principles and implications for production*. C.A.B. International, Wallingford, Oxon, and CSIRO, Australia.
- Louvandini, H.; Abdalla, A.L.; McManus, C.; Lima, A.L.; Moreira, G.D.; Lima, P.M.T.; Lopes, A.C.; Gomes, E.F.; Paim, T.P., 2011. Plantas tanníferas na nutrição de ovinos. *Veterinária e Zootecnia (UNESP)*, 18, 176-181.
- Makkar, H.P.S., 2003. Effects and fates of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Res.* 49, 241-256.
- Makkar, H.P.S., 2000. *Quantification of Tannins in Tree Foliage*. Vienna: FAO/IAEA, 26.
- Menezes L.F.O, Louvandini H., Martha Júnior G.B., McManus C., Barroso G.G.J.E., Mendes, M.C.B., 2010. Desempenho de ovinos Santa Inês suplementados em três gramíneas pastejadas durante o período seco. *Arch. Zootec.* 59, 299-302
- Mizubuti, I.Y., Ribeiro, E.L.A., Rocha, M.A., Moreira, F.B., Khatounian, C.A., Pereira, E.S., Fernandes, W.C., Souza, L.W.O., Pinto, A.P., 2007. Consumo médio e digestibilidade do feno de capim "Coast cross" (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) em carneiros submetidos a dois regimes alimentares. *Semina: Ciências Agrárias*, 28 (3), 513-520.
- Molle, G., Decandia, M., Fois, N., Ligios, S., Cabiddu, A., Sitzia, M., 2003. The performance of Mediterranean dairy sheep given access to sulla (*Hedysarum coronarium* L.) and annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaudin) pastures in different time proportions. *Small Rumin. Res.* 49, 319-328.
- Molle, G., Decandia, M., Giovanetti, V., Cabiddu, A., Sitzia, M., 2009. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep. Part 1: Effects on feeding behaviour, intake, diet digestibility and performance. *Livest Sci.* 123, 138-146.

- Monteiro, A.L.G., Silva, C.J.A. Fernandes, S.R., Prado, O.R. Paula, E.F.E., 2009. Criação e terminação de cordeiros a pasto: implicações econômicas e qualidade do produto final. In: Pérez, J.R.O; Ribeiro, F.L.A. et al (eds.). Simpósio Mineiro de Ovinocultura - Sustentabilidade e Perspectivas, 5, Anais... Lavras: UFLA.
- Mott, G.O., Lucas H.L. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. Sixth International Grassland Congress Proceedings, v.I, Pennsylvania: State College, 1380-1385.
- Mueller-Harvey, I., McAllan, A.B., 1992. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. London: JAI press, 151-217.
- Mueller-Harvey, I., 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. J. Sci. Food Agric. 86, 2010–2037.
- NRC (National Research Council), 2007. In: Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids National Academy Press, Washington, 362.
- Paulino, V.T., Rasquinho, N.M., Duarte, K.M.R., Lucena, M.A.C., 2015. Nutritive Value and Digestibility of Aruana Guinea Grass under N Fertilization of NBPT-Treated Urea. Int. J. Agric. Innov. Res., 4 (3), 2319-1473.
- Pathak, A.K., Narayan Dutta, Banerjee, P.S., Pattanaik, A.K., Sharma, K., 2013. Influence of dietary supplementation of condensed tannins through leaf meal mixture on intake, nutrient utilization and performance of *Haemonchus contortus* infected sheep. Asian Austral. J. Anim. 26 (10), 1446-1458.
- Penning, P.D., Parsons, A.J., Orr, R.J., Harvey, A., Champion, R.A., 1995. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. Appl. Anim. Behav. Sci, 45(1), 63-78.
- Pinedo, L.A., Campos, F.C., Peçanha, M.R.S.R., Castilho, L.A., Abdalla, A.L., 2008. Composição química e compostos fenólicos em diferentes frações da planta de feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). PUBVET, 2 (20), art 233.
- Pompeu, R.C.F.F., Rogério, M.C.P., Cândido, M.J.D., Neiva, J.N.M., Guerra, J.L.L., Gonçalves, J.D.S., 2009. Comportamento de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. Rev. Bras. Zootec., 374-383.
- Porter, L.J., Hrstich, L.N., Chan, B.G., 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. Phytochemistry, 25, 223-230.
- Rattray, P.V., Thompson, K.F., Hawker, H., Sumner, R.M.W., 2007. Pastures for sheep production. Livestock feeding on pasture. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 89-104.
- Saura-Calixto, F., Serrano, J., Goñi, I., 2007. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. Food. Chem. 101, 492-501.
- Silva, D.J., Queiroz, A.C., 2002. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 235p.
- Silveira, M.F., Macedo, V.P., Batista, R., Santos, G.B., Negri, R., Castro, J.M., Silveira, A.P., Wlodarski, L., 2015. Comportamento ingestivo e desempenho produtivo de cordeiros mantidos em pastagem tropical e recebendo diferentes suplementações. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 67 (4), 1125-1132.
- Sniffen, C.J., O'connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. J. Dairy Sci., 70, 3562-3577.

- Sollenberger, L.E., Moore, J.E., Allen, V.G., Pedreira, C.G., 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Science*, 45 (3), 896-900.
- Statistical Analysis Systems - SAS. SAS 9.4 for windows. Cary: 2012. 5136.
- Tedeschi, L.O.; Ramírez-Restrepo, C.A.; Muir, J.P., 2014. Developing a conceptual model of possible benefits of condensed tannins for ruminant production. *Animal*. 8 (7), 1095–1105.
- Vieira, S.L. 2010. Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos. 1 ed. Londrina: Phytobiotics Brasil. 315p.
- Vitti, D.M.S.S., Abdalla, A.L., Bueno, I.C.S., Silva Filho, J.C., Costa, C., Bueno, M.S., Nozella, E.F., Longo, C., Vieira, E.Q., Cabral Filho, S.L.S., Godoy, P.B., Mueller-Harvey, I., 2005. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 119 (3), 345-361.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. London: Constock, 476p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 74 (10), 3583-3597.
- Vargas Junior, F.M., Socorro, M.M., Setti, J.D.A., Pinto, G., Martins, C.F., da Costa, J. A.A., Magrin, M.N., Camilo, F.R., Montagner, D.B., 2013. Disponibilidade e valor nutritivo de gramíneas tropicais sob pastejo com ovinos. *Arch. Zootec.*, 62 (238), 295-298.
- Waghorn, G., 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-progress and challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 147, 116-139.



Tabela 1. Composição química dos alimentos ofertados aos cordeiros em pastagem tropical.

Variáveis <sup>4</sup>	Alimentos <sup>A</sup>								
	Aruana <sup>1</sup>			Feijão Guandu <sup>2</sup>			Plantas não desejáveis <sup>3</sup>		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
MSN, %	24,3	22,9	24,4	33,3	25,2	30,0	23,9	23,0	24,7
MS, %	86,1	87,4	89,8	86,2	87,5	89,5	84,9	86,0	89,4
MO, %	77,5	76,4	77,0	79,8	80,8	83,3	74,9	75,7	81,6
PB, %	16,6	12,8	15,8	24,4	24,2	21,6	16,1	17,0	11,2
EE, %	3,5	2,9	2,0	6,6	7,5	3,8	2,4	2,6	0,9
CZ, %	7,4	9,6	11,5	5,6	5,8	5,6	8,5	8,9	7,0
FDN, %	56,0	54,2	59,4	36,3	35,4	46,8	41,1	40,5	61,3
FDA, %	27,9	35,5	32,3	25,3	31,9	33,3	24,1	28,4	40,2
CHOT, %	72,5	74,6	70,7	63,4	62,5	69,0	73,0	71,5	80,9
CNF, %	16,6	20,5	11,3	27,1	27,1	22,2	31,9	31,0	19,6
NDT, %	67,2	61,2	63,7	69,2	64,1	62,9	70,2	66,8	57,6
Taninos <sup>a</sup>									
TT	2,9	2,7	2,8	32,4	39,3	34,9	5,1	11,6	8,1
TH	0,5	0,5	0,5	1,6	1,5	1,6	1,3	0,9	1,2
TC	1,2	1,1	1,2	15,6	18,2	16,5	6,8	9,2	7,9
EPA	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	4,4	4,3	4,4
NEPA	0,8	0,8	0,8	14,9	17,5	15,9	2,3	4,9	3,5

<sup>A</sup> Alimentos: <sup>1</sup> Aruana = capim Aruana (*Panicum maximum* cv. IZ-5); <sup>2</sup> Feijão Guandu = *Cajanus cajan* cv. Anão; <sup>3</sup> Plantas não desejáveis = grama paulistinha (*Cynodon dactylon* L. Pers.), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), guanxuma de espinho (*Sida spinosa* L.)

<sup>4</sup> MSN = matéria seca natural; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CZ = cinzas ou matéria mineral; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CHOT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais, expressos em %.

<sup>a</sup> Taninos: TT = taninos totais; TH = taninos hidrolisáveis; TC = taninos condensados; EPA = taninos condensados extraíveis; NEPA = taninos condensados não extraíveis, expressos em g L / kg MS = g de Leucocianidina / kg MS.

Tabela 2. Média de disponibilidade de matéria seca (kg MS / ha), disponibilidade de lâmina foliar (kg MS em lâmina foliar / ha), oferta instantânea de forragem (kg MS / kg PV / d), altura da forragem (cm) e ganho de peso por área (kg PV) no período de 84 dias para cordeiros em pastagem tropical.

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>				Valor P
	Controle	AFG	FG	EPM	
Massa forragem, kg MS/ha	4149,1	4786,8	4925,3	72,27	0,1639
Massa de lâmina foliar, kg MS / ha	1554,8	1589,9	1618,4	57,09	0,9415
Oferta, kg MS / kg PV	1,7	1,9	1,5	0,14	0,3262
Altura, cm	33,3	95,8	152,2	4,09	0,0667
Ganho de peso por área, kg PV / ha	250,0	243,0	114,8	29,8	0,0580

<sup>a, b, c</sup> expoentes diferentes na mesma linha, diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Tratamentos = sistema de alimentação: Aruana = somente *Panicum maximum* cv. IZ-5; AFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 e *Cajanus cajan* cv. Anão; Guandu = somente *Cajanus cajan* cv. Anão.

Tabela 3. Médias do comportamento ingestivo de cordeiros em pastagem tropical recebendo ou não o polietileno glicol 4000 (PEG).

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>											
	Aruana		AFG		Guandu		EPM	Valor P				
	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG		Trat	SPEG	CPEG	Trat	PEG
Pastejo, min	440,9	463,3	492,6	495,2	473,8	444,8	7,38	10,82	10,15	0,3074	0,8789	0,0611
Ócio, min	145,2	122,6 <sup>b</sup>	115,4	128,5 <sup>ab</sup>	145,7	186,7 <sup>a</sup>	7,10	9,66	10,32	0,1988	0,2036	0,0093
Ruminação, min	134,0	133,1	112,0	96,3	100,6	88,5	3,93	5,93	5,22	0,1620	0,0695	0,3987
Taxa de bocado	31,3	31,3	29,8	30,4	27,1	25,9	0,72	1,05	0,98	0,3617	0,8592	0,8602
Massa de bocado, g	4,4	4,2	6,0	9,9	9,1	6,0	0,72	0,96	1,07	0,5096	0,8727	0,0684

<sup>A, B</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com e Sem PEG diferem significativamente dentro de um mesmo tratamento ( $P < 0,05$ ).

<sup>x, y, z</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Sem PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>a, b, c</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Tratamentos = sistema de alimentação: Aruana = somente *Panicum maximum* cv. IZ-5; AFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 e *Cajanus cajan* cv. Anão; Guandu = somente *Cajanus cajan* cv. Anão. SPEG = cordeiros receberam água; CPEG = cordeiros receberam 60 g de polietileno glicol 4000 / animal / d.

Tabela 4. Médias de ingestão de nutrientes (g / d) por cordeiros terminados em pastagem tropical recebendo ou não polietileno glicol 4000, em g / animal / d.

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>						Trat	EPM	Trat	Valor P			
	Aruana		AFG		Guandu					SPEG	CPEG	PEG	TxPEG
	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG							
Matéria seca	749,2 <sup>y</sup>	830,6	797,7 <sup>Axy</sup>	654,5 <sup>B</sup>	968,5 <sup>Ax</sup>	669,2 <sup>B</sup>	15,56	25,32	17,04	0,4515	<0,0001	<0,0001	
Matéria seca, % PV	3,0 <sup>y</sup>	3,1	3,2 <sup>Axy</sup>	2,6 <sup>B</sup>	3,8 <sup>Ax</sup>	3,0 <sup>B</sup>	0,06	0,08	0,07	0,2014	<0,0001	0,0003	
Matéria orgânica	656,0 <sup>y</sup>	727,9	716,6 <sup>xyA</sup>	588,0 <sup>B</sup>	888,3 <sup>xA</sup>	608,6 <sup>B</sup>	13,97	23,24	14,65	0,3923	<0,0001	<0,0001	
Proteína bruta	128,1 <sup>y</sup>	142,2	160,8 <sup>yA</sup>	132,4 <sup>B</sup>	212,2 <sup>xA</sup>	146,2 <sup>B</sup>	3,34	5,82	3,17	0,0776	<0,0001	<0,0001	
Extrato etéreo	23,6 <sup>y</sup>	26,4	32,0 <sup>yA</sup>	26,5 <sup>B</sup>	43,5 <sup>xA</sup>	30,2 <sup>B</sup>	0,90	1,53	0,96	0,0320	<0,0001	<0,0001	
FDN <sup>2</sup>	482,6	534,9 <sup>a</sup>	439,8 <sup>A</sup>	359,7 <sup>b</sup>	491,6 <sup>A</sup>	335,1 <sup>Bb</sup>	10,79	16,07	13,96	0,0835	<0,0001	<0,0001	
FDN, % PV	1,9	1,9 <sup>a</sup>	1,7 <sup>A</sup>	1,4 <sup>Bb</sup>	1,9 <sup>A</sup>	1,5 <sup>Bb</sup>	0,03	0,05	0,04	0,1220	<0,0001	0,0010	
Carboidratos totais	618,5	686,5	647,3 <sup>A</sup>	531,0 <sup>B</sup>	785,2 <sup>A</sup>	537,7 <sup>B</sup>	12,47	20,57	14,31	0,4474	<0,0001	<0,0001	
CNF <sup>3</sup>	135,9 <sup>z</sup>	151,6	207,5 <sup>Ay</sup>	149,5 <sup>B</sup>	293,4 <sup>Ax</sup>	202,5 <sup>B</sup>	5,47	9,55	5,42	0,0126	<0,0001	<0,0001	
NDT <sup>4</sup>	544,9 <sup>y</sup>	605,1	587,8 <sup>Axy</sup>	483,6 <sup>B</sup>	724,9 <sup>Ax</sup>	483,6 <sup>B</sup>	10,98	17,71	12,09	0,4082	<0,0001	<0,0001	
EM <sup>5</sup> , kcal	2,0 <sup>y</sup>	2,2	2,1 <sup>Axy</sup>	1,7 <sup>B</sup>	2,6 <sup>Ax</sup>	1,8 <sup>B</sup>	0,04	0,06	0,04	0,3921	<0,0001	<0,0001	

<sup>A, B</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com e Sem PEG diferem significativamente dentro de um mesmo tratamento ( $P < 0,05$ ).

<sup>x, y, z</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Sem PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>a, b, c</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Tratamentos = sistema de alimentação: Aruana = somente *Panicum maximum* cv. IZ-5; AFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 e *Cajanus cajan* cv. Anão; Guandu = somente *Cajanus cajan* cv. Anão. SPEG = cordeiros receberam água; CPEG = cordeiros receberam 60 g de polietileno glicol 4000 / animal / d.

<sup>2</sup> FDN = ingestão de fibra em detergente neutro; <sup>3</sup> CNF = ingestão de carboidratos não fibrosos; <sup>4</sup> NDT = ingestão de nutrientes digestíveis totais; <sup>5</sup> EM = ingestão de energia metabolizável (Mcal / d).

Tabela 5. Média de ingestão de taninos totais (TT), taninos hidrolisáveis (TH), taninos condensados (TC), taninos condensados extraíveis (EPA) e taninos condensados não extraíveis (NEPA), expressos em g / d, por cordeiros terminados em pastagem tropical recebendo ou não polietileno glicol 4000, em g / animal / d.

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>											
	Aruana		AFG		Guandu		EPM	EPM		Valor P	Valor P	
	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG		Trat	SPEG		CPEG	Trat
TT	2,1 <sup>z</sup>	2,3 <sup>c</sup>	12,4 <sup>Ay</sup>	10,2 <sup>Bb</sup>	21,5 <sup>Ax</sup>	14,7 <sup>Ba</sup>	0,59	1,00	0,64	0,0006	<0,0001	<0,0001
TH	0,3 <sup>z</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,8 <sup>Ay</sup>	0,7 <sup>Ba</sup>	1,3 <sup>Ax</sup>	0,9 <sup>Ba</sup>	0,03	0,05	0,03	0,0018	<0,0001	<0,0001
TC	0,9 <sup>z</sup>	1,0 <sup>c</sup>	6,9 <sup>Ay</sup>	5,7 <sup>Bb</sup>	12,1 <sup>Ax</sup>	8,3 <sup>Ba</sup>	0,33	0,57	0,37	0,0005	<0,0001	<0,0001
EPA	0,5 <sup>z</sup>	0,6 <sup>b</sup>	1,5 <sup>Ay</sup>	1,2 <sup>Ba</sup>	2,4 <sup>Ax</sup>	1,7 <sup>Ba</sup>	0,06	0,10	0,06	0,0014	<0,0001	<0,0001
NEPA	0,6 <sup>z</sup>	0,6 <sup>b</sup>	5,5 <sup>Ay</sup>	4,5 <sup>Bb</sup>	9,6 <sup>Ax</sup>	6,6 <sup>Ba</sup>	0,27	0,46	0,30	0,0005	<0,0001	<0,0001

<sup>A, B</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com e Sem PEG diferem significativamente dentro de um mesmo tratamento ( $P < 0,05$ ).

<sup>x, y, z</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Sem PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>a, b, c</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Tratamentos = sistema de alimentação: Aruana = somente *Panicum maximum* cv. IZ-5; AFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 e *Cajanus cajan* cv. Anão; Guandu = somente *Cajanus cajan* cv. Anão. SPEG = cordeiros receberam água; CPEG = cordeiros receberam 60 g de polietileno glicol 4000 / animal / d.

TT = ingestão de taninos totais; TH = ingestão de taninos hidrolisáveis; TC = ingestão de taninos condensados; EPA = ingestão de taninos condensados extraíveis; NEPA = ingestão de taninos condensados não extraíveis

Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade, em %, de cordeiros terminados em pastagem tropical recebendo ou não polietileno glicol 4000.

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>											
	Aruana		AFG		Guandu		EPM			Valor P		
	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG	SPEG	CPEG	Trat	SPEG	CPEG	Trat	PEG	TxPEG
Matéria seca	60,3 <sup>A</sup>	55,9 <sup>B</sup>	61,6 <sup>A</sup>	53,8 <sup>B</sup>	63,8 <sup>A</sup>	52,4 <sup>B</sup>	0,54	0,60	0,64	0,8929	<0,0001	0,0006
Matéria orgânica	63,6 <sup>A</sup>	57,4 <sup>Ba</sup>	64,1 <sup>A</sup>	56,6 <sup>Bab</sup>	65,4 <sup>A</sup>	63,7 <sup>Bb</sup>	0,55	0,61	0,63	0,5671	<0,0001	0,0045
Proteína bruta	61,0	59,8 <sup>b</sup>	65,8	71,2 <sup>a</sup>	70,2 <sup>B</sup>	76,1 <sup>Aa</sup>	0,72	1,00	1,02	0,0447	0,0123	0,0138
Extrato etéreo	26,4 <sup>A</sup>	11,1 <sup>B</sup>	43,6 <sup>A</sup>	15,4 <sup>B</sup>	55,7 <sup>A</sup>	25,4 <sup>B</sup>	2,68	2,61	3,97	0,3842	<0,0001	0,0966
FDN <sup>2</sup>	62,2 <sup>x</sup>	59,8 <sup>a</sup>	56,4 <sup>x</sup>	51,9 <sup>b</sup>	48,4 <sup>Ay</sup>	42,0 <sup>Bc</sup>	1,01	1,38	1,44	0,0023	<0,0001	0,2596
Carboidratos totais	66,6 <sup>A</sup>	60,9 <sup>Ba</sup>	64,8 <sup>A</sup>	56,6 <sup>Bb</sup>	65,7 <sup>A</sup>	52,1 <sup>Bc</sup>	0,61	0,61	0,76	0,0125	<0,0001	<0,0001
CNF <sup>3</sup>	81,5 <sup>A</sup>	62,1 <sup>B</sup>	80,4 <sup>A</sup>	63,6 <sup>B</sup>	92,1 <sup>A</sup>	65,7 <sup>B</sup>	1,11	1,08	1,00	0,2299	<0,0001	0,0009
NDT <sup>4</sup>	59,4 <sup>Ay</sup>	54,1 <sup>B</sup>	62,0 <sup>Ay</sup>	54,5 <sup>B</sup>	65,2 <sup>Ax</sup>	54,1 <sup>B</sup>	0,49	0,56	0,51	0,0499	<0,0001	0,0001

<sup>A, B</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com e Sem PEG diferem significativamente dentro de um mesmo tratamento ( $P < 0,05$ ).

<sup>x, y, z</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Sem PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>a, b, c</sup> expoentes diferentes na mesma linha, indicam que as médias Com PEG diferem significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Tratamentos = sistema de alimentação: Aruana = somente *Panicum maximum* cv. IZ-5; AFG = *Panicum maximum* cv. IZ-5 e *Cajanus cajan* cv. Anão; Guandu = somente *Cajanus cajan* cv. Anão. SPEG = cordeiros receberam água; CPEG = cordeiros receberam 60 g de polietileno glicol 4000 / animal / d.

<sup>2</sup> FDN = coeficiente de digestibilidade de fibra em detergente neutro; <sup>3</sup> CNF = coeficiente de digestibilidade de carboidratos não fibrosos; <sup>4</sup> NDT = nutrientes digestíveis totais.

## **CAPÍTULO IV**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho consistiu na avaliação do feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Anão) em pastejo como forma de suplementação do capim Aruana (*Panicum maximum* cv. IZ-5) e a influência dos taninos condensados presentes nesta leguminosa, em concentração de moderada a baixa, no consumo de nutrientes por cordeiros na fase de terminação recebendo ou não polietileno glicol 4000. De forma que resultasse em melhor desempenho produtivo nos animais devido ao maior aporte de proteína oriunda do feijão Guandu e pelos efeitos benéficos dos taninos condensados potencializados pelo uso de uma gramínea tropical de melhor qualidade, ambos em pastejo, promovendo uma melhoria na digestibilidade e consumo da dieta, sem comprometer o comportamento ingestivo dos animais e aumentar o consumo de nutrientes.

Além disso, as pesquisas realizadas com o feijão Guandu visando avaliar os efeitos dos taninos condensados para cordeiros foram com planta inteira na forma de feno ou suplementando gramíneas de baixa qualidade, resultando em respostas abaixo do potencial para esta leguminosa. Neste estudo, o feijão Guandu foi ofertado em pastejo, permitindo aos animais selecionar as partes mais nutritivas da planta, como folhas, flor, vagem e ponta do caule, também, a gramínea tropical utilizada é considerada como de boa qualidade nutricional, a qual poderia potencializar os efeitos benéficos dos taninos condensados.

No capítulo II, o capim Aruana foi testado com diferentes tipos de suplementações visando avaliar se os resultados com o feijão Guandu são compatíveis ao uso de concentrado que é comprovadamente excelente suplemento para forrageiras tropicais. Encontrando-se semelhança entre as suplementações com feijão Guandu e concentrado a 1,5% do peso vivo para o desempenho produtivo. De forma que o feijão Guandu em pastejo pode substituir o concentrado em nível de 1,5% do PV na dieta de cordeiros terminados em capim Aruana.

No capítulo III, os cordeiros foram testados com o feijão Guandu e capim Aruana como pastagem exclusiva ou consorciada e os efeitos dos taninos condensados a partir da utilização do polietileno glicol 4000 (PEG, agente atenuante do TC) sobre a digestibilidade e consumo de nutrientes. Neste estudo, foi observado os efeitos benéficos dos taninos condensados, pois houve melhoria na digestibilidade da dieta, sem comprometer o comportamento ingestivo e ambos resultaram em aumento do consumo voluntário, de forma que os animais foram mais eficientes na ingestão de matéria seca. Por as forrageiras serem de melhor qualidade, resultaram em maior ingestão de nutrientes.

De uma maneira geral, pode-se concluir que os resultados foram positivos e confirmaram as hipóteses testadas, no entanto, geraram-se muitas dúvidas ao longo desse estudo. Assim, mais pesquisas devem ser realizadas com o feijão Guandu associado a gramínea de boa qualidade no intuito de potencializar os efeitos benéficos dos taninos condensados. Também, ainda é escassa na literatura a determinação de quais os tipos, pesos moleculares e estruturas dos taninos condensados presentes no feijão Guandu, além da relação ideal entre taninos condensados e carboidratos não fibrosos de forma a potencializar estes efeitos. Dessa forma, poder incrementar o uso dessa leguminosa para cordeiros em fase de terminação baseada em pastagem tropical.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESOGAN, A.T.; FOSTER, J.L.; CARTER, J.N. Effect of replacing dietary soybean meal with tropical legumes on the performance of lambs. In: ODONGO, N.E, GARCIA, M., VILJOEN, G.J. (Org.). **Sustainable improvement of animal production and health**, Viena, v.43, n.2, p. 69-74, 2010.

AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; MCNABB, W.C. Polyphenols and Agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v.75, n.1-2, p.1-12, 1999.

AGANGA, A.A.; MONASE, K.W. Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capasa*, *Zizyphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.91, p.107-113, 2001.

ATHANASIADOU, S. et al. Direct anthelmintic of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v.99, p.205-219, 2001.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão Guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPES**, Aracaju, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

BARRY, T.N.; MCNABB, W.C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.81, p.263-272, 1999.

BARRY, T. N. Condensed tannins: their role in ruminant protein and carbohydrate digestion and possible effects upon the rumen ecosystem. In: NOLAN, J. V., LENG, R. A., DEMEYER, D. I. (Ed). **The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion**. Armidale, Australia: Perambul Books, 1989. p. 153–169

BARRY, T.N.; DUNCAN S.J. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 1. Voluntary intake. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.51, p. 485-491, 1984.

BARRY, T. N.; MANLEY, T. R. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep: 2. Quantitative digestion of carbohydrates and Proteins. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v 51, p.493-504, 1984.

BEELEN, P.M.G.; FILHO, J.M.P.; BEELEN, R.N. Avaliação de Taninos Condensados em Plantas Forrageiras. In: ZOOTECA, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, Paraíba, 2008.

BELTRAME, T.P.; RODRIGUES, E. Feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração de florestas tropicais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 19-28, 2007.

BIACHINI, D. et al. Viabilidade de doze capins tropicais para criação de ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.56, p.163-177, 1999.

BRUNETON, J. **Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants**. Paris: Lavoisier Publishing, 1995. 915p.

BUENO, I.C.S. et al. A new approach for in vitro bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 141, n. 1, p. 153-170, 2008.

BUNGLAVAN, S.J.; DUTTA, N. Use of Tannins as Organic Protectants of Proteins in Digestion of Ruminants. **Journal of Livestock Science**, Philadelphia, v. 4, p. 67-77, 2013.

BURKE, J.L. et al. The potential of sulla in pasture-based systems. **Animal Production in Australia**, Brisbane, v. 25, p. 25–28, 2004.

CANNAS, A. **Tannins**: fascinating but sometimes dangerous molecules. Itaka, 1999. Disponível em:  
<http://poisonousplants.ansci.cornell.edu/toxicagents/tannin.html>. Acesso em: 29 ago. 2016.

CANOZZI, M.E.A. et al. Caracterização da cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.19, p.127-135, 2013.

CASTRO, K. J. et al. Consumo de nutrientes e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas orgânicas. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 56, p. 203-214, 2007.

CRUZ, S. E. S. B. S. et al. Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus virgatus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, p.1038-1044, 2007.

FAJARDO, N. M. et al. Effect of concentrate supplementation on performance and ingestive behaviour of lambs grazing tropical Aruana grass (*Panicum maximum*). **Animal Production Science**, Melbourne, v. 7, p.1-8, 2015.

FORMENTINI, E. A. et al. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Incaper, 2008. 27p.

FOSTER, J. L. et al. Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume haylages or soybean meal. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 9, p. 2899-2905, 2009.

FRAZIER, R. A. et al. Interactions of tea tannins and condensed tannins with proteins. **Journal of pharmaceutical and biomedical analysis**, Oxford, v. 51, n. 2, p. 490-495, 2010.

FRUTOS, P. et al. Review. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 2, n 2, p. 191-202. 2004.

GERDES, L. et al. Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim-Aruana exclusivo ou sobre-semeado com mistura de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1098-1108, 2005.

GETACHEW, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Tannins in tropical browses: effects on in vitro microbial fermentation and microbial protein synthesis in media containing different amounts of nitrogen. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, v.84, p. 3581–3588, 2001.

GODOY, P. B. **Aspectos nutricionais de compostos fenólicos em ovinos alimentados com leguminosas forrageiras**. 2007. 90p. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Tannins and lignins. In: ROSENTAL, G. A., BERENBAUM, M. R. (Ed.), **Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1991. p. 355-376.

HASLAM, E. **Plant Polyphenols, Vegetable Tannins Revisited**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

HASSANPOUR, S. et al. Plants and secondary metabolites (Tannins): A Review. **International Journal of Forest, Soil and Erosion**, Iran, v. 1, n. 1, p. 47-53, 2011.

HERVÁS, G. et al. Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. **Journal of Comparative Pathology**, Liverpool, v. 129, n. 1, p. 44-54, 2003.

KYRIAZAKIS, I.; ATHANASIADOU, S.; GIANNENAS, I. Nutritional strategies to control gastrointestinal parasitism in small ruminants. **Advances in Animal Biosciences**, Cambridge, v.1, n.2, p.390-391, 2010.

KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.32, p.447-453, 1984.

LIU, H. et al. Influence of Chestnut Tannins on Welfare, Carcass Characteristics, Meat Quality, and Lipid Oxidation in Rabbits under High Ambient Temperature. **Meat Science**, Oxford, v.90, n. 1, p.164-169, 2012.

LIMA FILHO, O. F.; ABDALLA, A. L. **Desordens nutricionais e síntese de compostos fenólicos e taninos totais em guandu e leucina**. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.

LORENZ, M. M. et al. Relationship between condensed tannin structures and their ability to precipitate feed proteins in the rumen. **Journal of the**

**Science of Food and Agriculture**, London, v. 94, n. 5, p. 963-968, 2013.

LOURENÇO, A. J.; DELISTOIANOV, J. Desempenho de bovinos em pastagem de capim colômbio com acesso ao banco de proteína de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 6, p. 902-911. 1993.

LOUVANDINI, H. et al. Plantas tanníferas na nutrição de ovinos. **Veterinária e Zootecnia** (UNESP), Botucatu, v. 18, p. 176-181, 2011.

MAKKAR, H. P. S. Effects and fates of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.49, p.241-256, 2003.

MCMAHON, L. R. et al. A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. **Canadian Journal of Plant Science**, Toronto, v.80, p.469-485, 2000.

MCSWEENEY, C. S. et al. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants, **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.91, p.83-93, 2001.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Org.). 3ª ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS. 2001.

MENEZES, L. F. O. et al. Desempenho de ovinos Santa Inês suplementados em três gramíneas pastejadas durante o período seco. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.59, p. 299-302, 2010.

MIN, B. R. et al. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.106, p.3-19, 2003.

MINHO, A. P. et al. In vitro effect of condensed tannin extract from acacia (*Acacia mearnsii*) on gastrointestinal nematodes of sheep. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, Jaboticabal, v.17, n.1, p.144-148, 2008.

MINSON D.J.; MCLEOD, M.N. The digestibility of temperate and tropical legumes. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 11., 1970, Surfer's Paradise, Queensland, Australia. **Proceedings of the...** St. Lucia, Queensland: University of Queensland Press, 1970.

MIZUBUTI, I. Y. et al. Consumo médio e digestibilidade do feno de capim "Coast cross" (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) em carneiros submetidos a dois regimes alimentares. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 513-520, 2007.

MOLLE, G. et al. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep. Part 1: Effects on feeding behaviour, intake, diet digestibility and performance. **Livestock**

- Science**, Philadelphia, v.123, p.138–146, 2009.
- MONTEIRO, A. L. G. et al. Criação e terminação de cordeiros a pasto: implicações econômicas e qualidade do produto final. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA - SUSTENTABILIDADE E PERSPECTIVAS, 5., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009.
- MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 86, n. 13, p. 2010-2037, 2006.
- MUELLER-HARVEY, I. Tannins: their nature and biological significance. In: CAYGILL, J.C., MUELLER-HARVEY, I. (Ed.) **Secondary plants products: Antinutritional and beneficial actions in animal feeding**. Nottingham : Nottingham Univ Press, 1999. p. 17-70
- MUELLER-HARVEY, I.; MCALLAN, A.B. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. **Advances in plant cell biochemistry and biotechnology**, JAI press, London, p.151-217, 1992.
- OKAH, U.; IBEAWUCHI, J. A.; HERBERT, U. Nutrient intake and digestibility by west african dwarf (wad) sheep fed graded levels of boiled pigeon pea concentrate diets. **Journal of Agricultural Technology**, Delhi, v.8, n. 3, p. 837-849, 2012.
- OKAH, U.; IBEAWUCHI, I. A.; HERBERT, U. Nutrient intake and digestibility by West African Dwarf (WAD) sheep fed graded levels of pigeon pea seed meal. **Iranian Journal Applied Animal Science**, Rasht Branch, v. 3, n. 2, p. 263-268, 2013.
- PATRA, K. A.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.91, p.24–37, 2010.
- PAULINO, V. T. et al. Nutritive Value and Digestibility of Aruana Guinea Grass under N Fertilization of NBPT-Treated Urea. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, India, v.4, n. 3, p. 2319-1473, 2015.
- PENNING, P. D. et al. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 45, n.1, p.63-78, 1995.
- PHATAK, S. C. et al. **Pigeon peas**: potential new crop for the southeastern United States. In: JANICK, J., SIMON, J. E. (Ed.). **New crops**. New York: Wiley, 1993. p. 597-599
- PINEDO, L. A. et al. Composição química e compostos fenólicos em diferentes frações da planta de feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **PUBVET**, Londrina, v.2, n. 20, art 233, 2008.
- CARDOSO, A. R. et al. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros

alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 215-221, 2006.

POMPEU, R. C. F. F. et al. Características morfofisiológicas do capim-Aruana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, 2010.

POMPEU, R. C. F. F. et al. Comportamento de ovinos em capim tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, p. 374-383, 2009.

REED, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.1516-1528, 1995.

SAURA-CALIXTO, F.; SERRANO, J.; GOÑI, I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 2, p. 492-501, 2007.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. S. **Legumineira cultura forrageira para produção de proteína: guandu (Cajanus cajan)**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1983. 52p. (Circular Técnica, 13)

SHENKUTE, B. et al. Performance of Arsi-Bale kids supplemented with graded levels of pigeon pea in dry season in Mid Rift valley of Ethiopia. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v.8, n. 20, 2366-2370, 2013.

SILANIKOVE, N. et al. Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Quercus calliprinos*, *Pistacia lentiscus* and *Ceratonia siliqua*) by goats. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Easton, v. 44, n. 1, p. 199-205, 1996.

SILANIKOVE, N.; PEREVOLOTSKY, A.; PROVEZA, F. D. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v. 91, n. 1-2, p. 69-81, 2001.

SILVEIRA, M. F. et al. Comportamento ingestivo e desempenho produtivo de cordeiros mantidos em pastagem tropical e recebendo diferentes suplementações. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 4, p. 1125-1132, 2015.

SOUZA, A. A.; ESPÍNDOLA, G. B. Bancos de proteína de leucena e de guandu para suplementação de ovinos mantidos em pastagens de Capim Buffel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 365-372, 2000.

TEDESCHI, L. O.; RAMÍREZ-RESTREPO, C. A.; MUIR, J. P. Developing a conceptual model of possible benefits of condensed tannins for ruminant production. **Animal**, Clermont-Ferrand, v.8, n.7, p.1095–1105, 2014.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VARGAS JUNIOR, F. M. et al. Disponibilidade e valor nutritivo de gramíneas tropicais sob pastejo com ovinos. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 62, n. 238, p. 295-298, 2013.

VIEIRA, M. E. Q. et al. Porcentagem de saponinas e taninos em vinte e cinco cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) em duas épocas de corte – Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.1432-1438, 2001.

VITTI, D. M. S. S. et al. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.119, n. 3, p. 345-361, 2005.

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

## **APÊNDICES**

### **APÊNDICE 1. Normas utilizadas para redação dos capítulos II e III.**





# LIVESTOCK SCIENCE

An International Journal

## AUTHOR INFORMATION PACK

### TABLE OF CONTENTS

●	<b>Description</b>	<b>p.1</b>
●	<b>Audience</b>	<b>p.1</b>
●	<b>Impact Factor</b>	<b>p.1</b>
●	<b>Abstracting and Indexing</b>	<b>p.2</b>
●	<b>Editorial Board</b>	<b>p.2</b>
●	<b>Guide for Authors</b>	<b>p.4</b>



### DESCRIPTION

*Livestock Science* promotes the sound development of the **livestock sector** by publishing original, peer-reviewed research and review articles covering all aspects of this broad field. The journal welcomes [submissions](#) on the avant-garde areas of **animal genetics, breeding, growth, reproduction, nutrition, physiology, and behaviour** in addition to **genetic resources, welfare, ethics, health, management and production systems**. The high-quality content of this journal reflects the truly international nature of this broad area of research.

#### Benefits to authors

We also provide many author benefits, such as free PDFs, a liberal copyright policy, special discounts on Elsevier publications and much more. Please click here for more information on our [author services](#).

Please see our [Guide for Authors](#) for information on article submission. If you require any further information or help, please visit our support pages: <http://support.elsevier.com>

### AUDIENCE

Animal Scientists, Animal Breeders.

### IMPACT FACTOR

2014: 1.171 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2015

## ABSTRACTING AND INDEXING

---

AGRICOLA  
 Agris  
 BIOBASE  
 BIOSIS  
 BioBusiness  
 Current Contents Search  
 EBSCOhost  
 FSTA (Food Science and Technology Abstracts)  
 SCISEARCH  
 UnCover  
 Web of Science  
 CAB Abstracts  
 CSA Database  
 Inside Conferences  
 Scopus  
 Science Citation Index Expanded  
 Global Health  
 Foodline: Food Science and Technology

## EDITORIAL BOARD

---

### *Editor-in-Chief*

**J.E. Hermansen**, Aarhus Universitet, Foulum, Denmark

### *Honorary Editor-in-Chief*

**J.G. Boyazoglu**, Menton, France

### *Section Editors*

#### ***Genetics, Animal Genetic Resources and Breeding***

**J.B.S. Ferraz**, Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, Sp, Brazil

**L. Fontanesi**, University of Bologna, Bologna, Italy

**F. Goyache**, SERIDA (Deva), Gijon, Spain

**J. Windig**, Livestock Research Wageningen UR, Wageningen, Netherlands

#### ***Ruminant Nutrition***

**K-H. Südekum**, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn, Germany

**M.R. Weisbjerg**, Aarhus Universitet, Tjele, Denmark

**G. Zervas**, Athens, Greece

#### ***Non-Ruminant Nutrition***

**L.I. Chiba**, Auburn University, Auburn, AL, USA

**J.E. Lindberg**, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden

**E.G. Manzanilla**, Autonomous University of Barcelona, Bellaterra, Spain

#### ***Behaviour, Health and Welfare***

**D. Maes**, Universiteit Gent, Merelbeke, Belgium

**J. Malmkvist**, Tjele, Denmark

**S. Waiblinger**, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

#### ***Livestock Farming Systems and Management***

**K. Galanopoulos**, Democritus University of Thrace, Orestiada, Greece

#### ***Physiology***

**E. Albrecht**, Leibniz Institute for Farm Animal Biology (FBN), Dummerstorf, Germany

**I. Louveau**, INRA, Saint-Gilles, France

#### ***Reproduction Physiology***

**M-A. Driancourt**, Astek Consult, Chateaufneuf sur Sarthe, France

**P. Humblot**, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden

**Editorial Advisory Board**

- J. Balcells**, Universitat de Lleida, Lleida, Spain  
**P. Bosi**, Università di Bologna, Bologna, Italy  
**J. Cañon**, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain  
**I. Curik**, University of Zagreb, Zagreb, Croatia  
**A. De Vries**, University of Florida, Gainesville, FL, USA  
**M'N. Djemali**, United Arab Emirates (UAE) University, Al-Ein, United Arab Emirates  
**M. Dominguez**, New York University (NYU) School of Medicine, San Juan, Puerto Rico  
**M.A. Elzo**, University of Florida, Gainesville, FL, USA  
**J.C.P. Ferreira**, University of Sao Paulo State (UNESP), Botucatu/SP, Brazil  
**L. Fiems**, Institute for Agricultural & Fisheries Research (ILVO), Melle, Belgium  
**A. Gibon**, INRA Centre de Toulouse, Castanet-Tolosan, France  
**F. Gondret**, INRA Centre de Rennes, Saint Gilles, France  
**A.J. Heinrichs**, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA  
**J-F. Hocquette**, INRA de Clermont-Ferrand/Theix, Saint-Genès-Champanelle, France  
**P. Huhtanen**, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden  
**F. Infascelli**, University of Naples Federico II, Naples, Italy  
**L. Istasse**, Université de Liège, Liege, Belgium  
**M. Kaps**, University of Zagreb, Zagreb, Croatia  
**A.G. Kongsted**, Aarhus Universitet, Tjele, Denmark  
**A.R. Kristensen**, Københavns Universitet, Frederiksberg, Denmark  
**T. Kristensen**, Aarhus Universitet, Tjele, Denmark  
**P. Lund**, Aarhus Universitet, Tjele, Denmark  
**N. Lundeheim**, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden  
**N.P.P. Macciotta**, University of Sassari, Sassari, Italy  
**M. MacNeil**, U.S. Department of Agriculture (USDA), Miles City, MT, USA  
**J.N.B Marchant-Forde**, West Lafayette, Indiana, USA  
**J.I. McNitt**, Southern University Agricultural Research and Extension Center, Baton Rouge, LA, USA  
**Q. Meng**, China Agricultural University, Beijing, P.R. China  
**R. Mosenthin**, Universität Hohenheim, Stuttgart, Germany  
**J. Sanders**, Texas A&M University, College Station, TX, USA  
**V. Santé-Lhoutellier**, INRA, Qualité des Produits Animaux, Saint Genès Champanelle, France  
**A.L. Schaefer**, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Lacombe, AB, Canada  
**A.A. Sosnicki**, PIC North America, Hendersonville, TN, USA  
**D. Spiers**, University of Missouri, Columbia, MO, USA  
**D.M. Weary**, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada  
**W. Weiss**, Ohio State University, Wooster, OH, USA

## GUIDE FOR AUTHORS

---

### INTRODUCTION

#### *Types of article*

1. Original Research Articles (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Position Papers
5. Technical Notes
6. Book Reviews

*Original Research Articles* should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form. They should not occupy more than 12 Journal pages.

*Review Articles* should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. Reviews will often be invited, but submitted reviews will also be considered for publication. All reviews will be subject to the same peer review process as applies for original papers. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications may be submitted to the journal as such, or may result from a request to condense a regular paper, during the peer review process. They should not occupy more than 5 journal pages (approximately 10 manuscript pages) including figures, tables and references.

*Position Papers* are informative and thought-provoking articles on key issues, often dealing with matters of public concern. These will usually be invited, but a submitted paper may also be considered for publication. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Technical Note* is a report on a new method, technique or procedure falling within the scope of *Livestock Science*. It may involve a new algorithm, computer program (e.g. for statistical analysis or for simulation), or testing method for example. The Technical Note should be used for information that cannot adequately be incorporated into an Original Research Article, but that is of sufficient value to be brought to the attention of the readers of *Livestock Science*. The note should describe the nature of the new method, technique or procedure and clarify how it differs from those currently in use if cannot be incorporated. They should not occupy more than 5 Journal pages.

*Book Reviews* will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old.

#### *Contact details for submission*

Authors should send queries concerning the submission process or journal procedures to [AuthorSupport@elsevier.com](mailto:AuthorSupport@elsevier.com). Authors can check the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

### BEFORE YOU BEGIN

#### *Ethics in publishing*

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

#### *Human and animal rights*

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans; [Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals](#). Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed.

Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable to the Editors of *Livestock Science*.

### **Declaration of interest**

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. [More information](#).

### **Submission declaration and verification**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' section of our ethics policy for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [CrossCheck](#).

### **Changes to authorship**

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

### **Author rights**

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

### **Role of the funding source**

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

#### *Funding body agreements and policies*

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the Open Access Publication Fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

### **Open access**

This journal offers authors a choice in publishing their research:

#### **Open access**

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

#### **Subscription**

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

#### *Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)*

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is **USD 3000**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

#### *Green open access*

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [green open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form.

This journal has an embargo period of 12 months.

#### *Elsevier Publishing Campus*

The Elsevier Publishing Campus ([www.publishingcampus.com](http://www.publishingcampus.com)) is an online platform offering free lectures, interactive training and professional advice to support you in publishing your research. The College of Skills training offers modules on how to prepare, write and structure your article and explains how editors will look at your paper when it is submitted for publication. Use these resources, and more, to ensure that your submission will be the best that you can make it.

### *Language (usage and editing services)*

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

### **Submission**

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

#### *Submit your article*

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/livsci/>

#### *Referees*

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

## **PREPARATION**

### **Article structure**

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasise part of the text.

Manuscripts in general should be organised in the following order:

- Title should be clear, descriptive and not too long
- Abstract
- Keywords (indexing terms)
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, and so on
- References
- Figure captions
- Figures (separate file(s))
- Tables (separate file(s))

Pdf-files for text and tables cannot be used for production purposes. You are kindly requested to upload the text pages and references as a word processor file (Word, Wordperfect, Open Office, rtf). Line numbers are mandatory for the text file. The tables can be part of this file or can be uploaded as one or more separate files. Tables can also be uploaded as separate spreadsheet files. Line numbers are not needed on pages with tables or figures.

### **Essential title page information**

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

• ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**



• **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not be longer than 400 words.

### *Graphical abstract*

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

### *Highlights*

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

### **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

### *Formatting of funding sources*

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

### *Nomenclature and units*

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult [IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents](#) for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

### *Math formulae*

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are \*P< 0.05, \*\*P< 0.01 and \*\*\*P< 0.001.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca<sup>2+</sup>, not as Ca<sup>++</sup>.

Isotope numbers should precede the symbols, e.g. <sup>18</sup>O.

The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### *Footnotes*

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

## **Artwork**

### *Electronic artwork*

#### *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

#### *Formats*

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

#### **Please do not:**

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

### Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

### References

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

#### Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#) and [Zotero](#), as well as [EndNote](#). Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/livestock-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

#### Reference style

*Text:* All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ....'

*List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

#### Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13.03.03).

### *Journal abbreviations source*

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

### **Video data**

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

### **Supplementary material**

Supplementary material can support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Please note that such items are published online exactly as they are submitted; there is no typesetting involved (supplementary data supplied as an Excel file or as a PowerPoint slide will appear as such online). Please submit the material together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. If you wish to make any changes to supplementary data during any stage of the process, then please make sure to provide an updated file, and do not annotate any corrections on a previous version. Please also make sure to switch off the 'Track Changes' option in any Microsoft Office files as these will appear in the published supplementary file(s). For more detailed instructions please visit our [artwork instruction pages](#).

### **AudioSlides**

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. [More information and examples are available](#). Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

### **Virtual Microscope**

The journal encourages authors to supplement in-article microscopic images with corresponding high resolution versions for use with the Virtual Microscope viewer. The Virtual Microscope is a web based viewer that enables users to view microscopic images at the highest level of detail and provides features such as zoom and pan. This feature for the first time gives authors the opportunity to share true high resolution microscopic images with their readers. [More information and examples](#). Authors of this journal will receive an invitation e-mail to create microscope images for use with the Virtual Microscope when their manuscript is first reviewed. If you opt to use the feature, please contact [virtualmicroscope@elsevier.com](mailto:virtualmicroscope@elsevier.com) for instructions on how to prepare and upload the required high resolution images.

### **Submission checklist**

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

#### **Ensure that the following items are present:**

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the

I  
n  
t  
e  
r  
n  
e  
t  
)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.

For any further information please visit our [Support Center](#).

**AFTE  
R  
ACCE  
PTAN  
CE**

**Online  
proof  
correction**

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

**O  
f  
f  
P  
r**

**i  
n  
t  
s**

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

**AUTH  
OR  
INQU  
IRIES**

[Track your  
submitted  
article](#)  
[Track  
your  
accepted  
article](#)

You are also welcome to contact the [Elsevier  
Contact Center](#).

© Copyright 2014 Elsevier |  
<http://www.elsevier.com>

## VITA

Mariana de Souza Farias, filha de Sebastião Pereira de Souza e Percília Augusta de Farias Souza, nasceu em Governador Valadares – MG, no dia 06 de setembro de 1981. cursou o ensino fundamental na Escola Estadual Joaquim Monteiro na cidade de Marilac – MG e na Escola Estadual Professor Nelson de Sena em Governador Valadares – MG, concluído em 1995. Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Professor Nelson de Sena em 1998.

Em 2002 ingressou no curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – RJ. Durante o curso, desenvolveu estágio extracurricular nos setores de Bovinocultura de Leite, Bovinocultura de Corte, Caprinocultura, Equinocultura e Forragicultura de 2003 a 2007. Concluiu o curso de Zootecnia em abril de 2008.

Em 2009 ingressou no curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), sendo bolsista Capes. Durante o curso de Mestrado, foi bolsista pelo PROCAD, Programa “Casadinho” entre a UEM e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Itapetinga – BA no período de julho a dezembro de 2009. Em março de 2011 obteve o título de Mestre em Zootecnia na área de concentração Produção e Nutrição de Ruminantes.

Em abril de 2012 ingressou no curso de Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração Produção Animal, com bolsa pela CAPES. Foi submetida à banca examinadora de defesa de tese em setembro de 2016.