

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

JEAN GABRIEL DAL PIZZOL

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (*Axonopus
catharinensis* Valls) COM OU SEM A INCLUSÃO DE LEGUMINOSAS

LAGES
2016

JEAN GABRIEL DAL PIZZOL

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (*Axonopus catharinensis* Valls) COM OU SEM A INCLUSÃO DE LEGUMINOSAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho

LAGES
2016

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC

Dal Pizzol, Jean Gabriel
AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA GRAMA MISSIONEIRA
GIGANTE (*Axonopus catharinensis* Valls) COM OU SEM A
INCLUSÃO DE LEGUMINOSAS / Jean Gabriel Dal Pizzol. -
Lages, 2016.
97 p.

Orientador: Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho
Co-orientador: Vincent Niderkorn
Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal, Lages, 2016.

1. *Arachis pintoi*. 2. gaiola metabólica. 3.
digestibilidade. 4. misturas binárias. 5. produção
de gases in vitro. I. Ribeiro Filho, Henrique
Mendonça Nunes. II. Niderkorn, Vincent. , .III.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
em Ciência Animal. IV. Título.

JEAN GABRIEL DAL PIZZOL

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (*Axonopus catharinensis* Valls) COM OU SEM A INCLUSÃO DE LEGUMINOSAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Banca examinadora:

Orientador:



Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho
Orientador / Presidente
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:



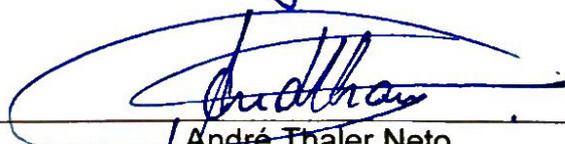
Tiago Celso Baldissera
EPAGRI / Lages



Steben Crestani
Universidade Federal da Fronteira Sul



André Fisher Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina



André Thaler Neto
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages, 16 de dezembro de 2016

Dedico esta tese aos meus pais,
Waldoir e Marilda Dal Pizzol

AGRADECIMENTOS

As primeiras pessoas a quem devo agradecimentos são os meus pais, pois tudo o que conquistei foi através de seus ensinamentos. Meu pai com seu jeito firme de encarar a realidade, sempre me mostrou que se quisermos algo e nos dedicarmos, um dia conseguiremos. Minha mãe me ensinou a crer em Deus nos momentos de dificuldade, e tenham certeza que em muitos momentos foi esta força que me fez seguir em frente. Agradeço igualmente aos meus irmãos, que sempre torceram para que meus sonhos se realizassem, dando sempre muito apoio e carinho.

A minha querida Laís Maria Miguel, minha parceira em todos os momentos do doutorado, pelo amor que sempre demonstrou ter por mim, e por me apoiar, incentivando nos momentos difíceis, e também pelas incontáveis vezes em que participou ativamente em meus experimentos.

Ao meu orientador, professor Henrique pela orientação durante todo o período de doutorado, pelo conhecimento repassado e pelo grande auxílio na confecção da tese. Muito obrigado pelo empenho em possibilitar a realização de parte desta tese na França, junto ao INRA, uma das instituições com reconhecimento mundial na nutrição animal. Ao professor Thaler, meu orientador de Mestrado, hoje um grande amigo, por tudo que aprendi durante o período em que me orientou e por ter me incentivado a seguir na pós-graduação. Aos demais professores da pós-graduação em Ciência Animal do CAV, em especial ao professor Sbrissia, por ter depositado sua confiança no momento de minha aprovação no doutorado.

A EPAGRI, por disponibilizar as instalações para a realização dos experimentos, ao Edison Xavier de Almeida, o Tchê, pelo auxílio na elaboração e condução dos experimentos. Aos senhores Sebastião e Alcindo, por ajudarem durante todo o período de realização dos experimentos, inclusive nos finais de semana, sempre de bom humor e prestativos, e a todos os colaboradores da Estação Experimental da EPAGRI de Ituporanga, em especial aos senhores Neri (xirú) e Marcelo Andrade, pela parceria e por tornarem o período durante os experimentos mais agradáveis, sempre com uma prosa boa e muitas risadas.

Agradeço ao senhor José Volni Costa, proprietário da Cabanha São Galvão, localizada em Bom Retiro-SC, que gentilmente emprestou os cordeiros para a realização dos experimentos.

Aos amigos que muito ajudaram nos experimentos Gutierri (Guti), Ricardo (Biazolão), Jordão (Dão), Tiago (Tiago loco), Marcolino (Marcola) e Ederson (Gugu). A ajuda de vocês foi fundamental, e a amizade de vocês é um presente que levarei para a vida toda. Agradeço aos amigos do grupo de nutrição, em especial ao João Gabriel e a Aline, e ao Maurílio, por ensinar todas as técnicas laboratoriais.

Ao Dr. Vincent Niderkorn, por aceitar me co-orientar, sempre disponibilizando seu tempo durante o período em que estive na França. Ao INRA de Theix, aos técnicos Aline, Angélique e Fred. A todos os amigos que fiz na França, Peppe, Hervé, Simone, Morgane, Mônica, Chico e Vera.

Ao FUMDES, pelo auxílio financeiro durante o doutorado e a CAPES, pelo auxílio financeiro durante o período na França.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma auxiliaram e incentivaram durante o doutorado e a todos que torcem para o meu sucesso.

RESUMO

DAL PIZZOL, Jean Gabriel. **Avaliação Nutricional da Grama Missioneira Gigante (*Axonopus catharinensis* Valls) com ou sem a inclusão de leguminosas.** 2016. 97f. Tese (Doutorado em Ciência Animal – Área: Produção Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós graduação em Ciência Animal, Lages, 2016.

A grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis* Valls.) é uma espécie com potencial para a utilização em sistemas de produção de ruminantes, que ainda merece ser melhor investigada. O objetivo desta tese foi de avaliar o valor alimentar da grama missioneira gigante fornecida pura ou com amendoim forrageiro (*Arachis pinto*), bem como sua flexibilidade de manejo em situação de pastejo. Além disso, testou-se possibilidades de combinação da grama missioneira com outras espécies de leguminosas em um ensaio de digestibilidade *in vitro* gás. Foram conduzidos quatro experimentos. O primeiro experimento foi um ensaio de digestibilidade *in vivo* com cordeiros alojados em gaiolas metabólicas recebendo grama missioneira gigante *ad libitum* com diferentes idades de rebrota (28 a 63 dias). O segundo experimento foi conduzido com cordeiros alojados em gaiolas metabólicas recebendo grama missioneira gigante e amendoim forrageiro (na proporção de 75:25 com base na MS), em diferentes proporções da dieta em relação ao peso vivo. Com os resultados do segundo experimento foi gerada uma equação para estimativa de consumo de MS em função da excreção diária de proteína bruta nas fezes. Esta equação foi utilizada no experimento 3, onde se mediu o consumo de cordeiros pastejando grama missioneira gigante com duas alturas de entrada (25 ou 35 cm), com ou sem acesso a áreas de amendoim forrageiro por duas horas diárias (das 8 às 10 h). O quarto experimento foi um ensaio de digestibilidade *in vitro* avaliando a digestibilidade e os parâmetros fermentativos em misturas binárias entre gramíneas (grama missioneira gigante e festuca) e leguminosas (amendoim forrageiro, alfafa e sainfoin) de clima tropical e temperado. Os teores de PB, FDN e a digestibilidade da MS (DMS) variaram de 71,7 a 132 g/kg MS, 637 a 691 g/kg MS e de 0,52 a 0,64, respectivamente. O consumo voluntário nos animais ingerindo a grama missioneira pura foi em média $64,6 \pm 2,79$ g/kg $PV^{0,75}$. Quando além da grama missioneira os animais receberam amendoim forrageiro por um período de 2 h/dia, o consumo voluntário e a DMS foram em média 90,7 g/kg $PV^{0,75}$ e 0,69. A equação gerada para estimativa do consumo de MS em função da proteína bruta total excretada nas fezes se mostrou confiável para utilização num ensaio em pasto. ($r^2 = 0,9135$). No ensaio em pasto, o acesso a piquetes de amendoim forrageiro aumentou o consumo total de matéria seca em cerca de 23%. A altura de entrada na grama missioneira gigante não alterou o consumo total de MS. Houve aumento linear da produção total de gases e da digestibilidade *in vitro* da MS quando a grama missioneira gigante foi misturada com o amendoim forrageiro ou com o sainfoin (*Onobrichis viciifolia*), e uma resposta quadrática e positiva na mistura com a alfafa (*Medicago sativa*). A produção de metano foi claramente dependente da quantidade de MS fermentada, e os taninos condensados presentes no amendoim forrageiro não foram suficientes para diminuir a produção de metano e a degradação da proteína. Em conclusão, a grama missioneira gigante é uma gramínea de limitado

valor alimentar, mas que demonstra ter boa flexibilidade de manejo. Além disso, o acesso a áreas de leguminosa, como o amendoim forrageiro, possibilita o aumento do valor nutritivo e do consumo. Estudos futuros visando avaliar evidências da sinergia desta gramínea quando misturada com a alfafa, merecem ser realizados *in vivo*.

Palavras chave: *Arachis pintoi*, gaiola metabólica, digestibilidade, misturas binárias, produção de gases *in vitro*

ABSTRACT

DAL PIZZOL, Jean Gabriel. **Nutritional Evaluation of Missioneira Gigante Grass (*Axonopus catharinensis* Valls) with or without the legume inclusion.** 2016. 97f. Thesis (Doctorate in Animal Science - Area: Animal Production) - Santa Catarina State University. Post Graduate Program in Animal Science, Lages, 2016.

The *Axonopus catharinensis* is a grass with potential for use in ruminant production systems, which still deserves to be better investigated. The objective of this thesis was to evaluate the feeding value of provided pure or with peanut (*Arachis pintoii*), as well as its managing flexibility in grazing situation. In addition, was tested possibilities of mixtures between *Axonopus catharinensis* and other leguminous species in an *in vitro* gas digestibility essay. Four experiments were conducted. The first experiment was an *in vivo* digestibility trial with lambs housed in metabolic cages receiving *Axonopus catharinensis ad libitum* with different regrowth ages (28-63 days). The second experiment was conducted with lambs housed in metabolic cages receiving *Axonopus catharinensis* and peanut (75:25 on a DM basis) in different levels as proportion of live weight (LW). With the results of the second experiment, it was generated an equation for estimating the DM intake (DMI) as a function of the daily excretion of crude protein in the faeces. This equation was used in experiment 3, where measured the consumption of the lambs grazing missioneira gigante grass with two pre-grazing sward height (25 or 35 cm), with or without access to peanut areas for two hours (from 8 to 10 am). The fourth experiment was an *in vitro* digestibility assay, evaluating digestibility and fermentative parameters in binary mixtures between grasses (missioneira gigante and fescue) and legumes (peanut, alfalfa and sainfoin) of tropical and temperate climate. The crude protein and NDF contents and the dry matter digestibility (DMD) ranged from 71.7 to 132 g/kg DM, 637 to 691 g/kg DM and from 0.52 to 0.64, respectively. The voluntary intake in animals ingesting *Axonopus catharinensis* alone averaged 64.6 ± 2.79 g/kg LW^{0.75}. When peanut was included in the diet, DM voluntary intake and DMD were averaged 90.7 g/kg LW^{0.75} and 0.69. The equation generated to estimate DM intake as a function of the crude protein excreted in the faeces has shown reliable for use in a grazing experiment ($R^2 = 0.9135$). In the grazing experiment, the access to peanut paddocks increased the total DMI by around 23%.. The pre-grazing sward height of the *Axonopus catharinensis* did not change total DMI. The total gas production and *in vitro* DMD increased linearly when the *Axonopus catharinensis* was mixed with peanut or sainfoin (*Onobrichis viciifolia*), and showed a quadratic and positive response in the mixture with alfalfa (*Medicago sativa*). The methane production was clearly dependent of the DM fermentation, and the condensed tannins presents in the peanut were not sufficient to reduce the methane production and the protein degradation. In conclusion, *Axonopus catharinensis* is a grass with limited feed value, but has shown good management flexibility. Furthermore, the access to areas of legumes, like as peanut, can increase the nutritive value and the total intake. Future studies to evaluate the evidence of the synergy of this grass when mixed with the alfalfa, deserves to be performed *in vivo*.

Key words: *Arachis pintoii*, metabolic cages, digestibility, binary mixtures, *in vitro* gas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Correlação entre proteína bruta excretada nas fezes e consumo observado de MS em ovinos estabulados.63
- Figura 2 - Relação entre consumo observado e estimado pela excreção diária de proteína bruta por ovinos alimentados em gaiolas metabólicas recebendo grama missioneira gigante e amendoim forrageiro (na proporção 75:25, respectivamente). O valor do intercepto não difere significativamente de zero e o valor e coeficiente angular não difere significativamente de 1,0 (um).....63
- Figura 3 - Produção de NH_3 em misturas binárias contendo uma gramínea (missioneira gigante ou festuca) e uma leguminosa contendo taninos condensados (amendoim forrageiro ou sainfoin) com (linha cheia) ou sem (linha tracejada) PEG (polyethylene glycol) em 24h de fermentação *in vitro*.....68
- Figura 4 - Produção de metano em misturas binárias contendo uma gramínea (missioneira gigante ou festuca) e uma leguminosa contendo taninos condensados (amendoim forrageiro ou sainfoin) com (linha cheia) ou sem (linha tracejada) PEG (polyethylene glycol) em 24h de fermentação *in vitro*69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes da composição química de gramíneas e leguminosas de clima temperado e tropical.....	29
Tabela 2 - Digestibilidade “in vitro” e “in vivo” de gramíneas e leguminosas de clima temperado e tropical	31
Tabela 3 - Consumo voluntário de gramíneas e leguminosas de clima tropical e temperado.....	35
Tabela 4 - Dados meteorológicos mensais de Ituporanga-SC, referente ao período de realização dos experimentos.	49
Tabela 5 - Composição química (g/kg MS) da grama missioneira gigante em diferentes idades de rebrota, cortada a cerca de 5 cm do nível do solo	59
Tabela 6 - Composição química (g/kg MS) da forragem ingerida por ovinos com acesso irrestrito a grama missioneira gigante com diferentes idades de rebrota	60
Tabela 7 - Consumo voluntário, digestibilidade aparente e valor energético da grama missioneira gigante com diferentes idades de rebrota fornecida para ovinos	60
Tabela 8 - Composição química (g/kg MS) média da grama missioneira gigante e do amendoim forrageiro durante os meses de janeiro a abril de 2014, em Ituporanga, SC.....	61
Tabela 9 - Composição química (g/kg MS) da forragem ingerida por ovinos alimentados com grama missioneira gigante e amendoim forrageiro na proporção de 70:30, respectivamente	61
Tabela 10 - Consumo voluntário, digestibilidade aparente e valor energético da mistura de grama missioneira gigante e amendoim forrageiro com diferentes idades de rebrota fornecida para ovinos na proporção aproximada de 70:30, respectivamente	62
Tabela 11 - Composição química (g/kg MS) do alimento ingerido em amostras coletadas pela técnica de simulação de pastejo em ovinos pastejando grama missioneira gigante com ou sem acesso a pastos de amendoim forrageiro duas horas por dia.....	64

Tabela 12 - Consumo de forragem por cordeiros pastejando grama missioneira gigante com duas alturas de entrada com ou sem acesso a pastos de amendoim forrageiro por duas horas diárias.....	64
Tabela 13 - Composição química (g/kg MS) da gramínea de clima tropical tropical (grama missioneira gigante - <i>Axonopus catharinensis</i>), da gramínea de clima temperado (festuca - <i>Festuca arundinacea</i>) e das leguminosas amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>), alfafa (<i>Medicago sativa</i>) e sainfoin (<i>Onobrychis viciifolia</i>)	65
Tabela 15 - Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS, %), produção total de gases (mmol/g MS), produção de metano metano (CH ₄ , mmol/g MS), ácidos graxos voláteis totais (AGV, mmol/g MS), e ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada (AGV-CR, mmol/g MS) e amônia (NH ₃ , mmol/g MS) da inclusão de três leguminosas (<i>Arachis pintoi</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Onobrychis viciifolia</i>) misturadas a festuca (<i>Festuca arundinacea</i>) em 24 horas de fermentação <i>in vitro</i>	67
Tabela 16 - Valores médios de consumo observado de MS e MO no experimento 2, de consumo estimado de MS a partir de equação gerada, e de consumo de MO a partir de equações de literatura.....	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 DESCRIÇÃO GERAL DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES UTILIZADAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS	27
2.1.1 <i>Axonopus catharinensis</i>	27
2.1.2 <i>Arachis pintoi</i>	28
2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS	28
2.3 DIGESTIBILIDADE FORRAGEIRAS.....	31
2.4 CONSUMO VOLUNTÁRIO	34
2.4.1 Consumo voluntário de gramíneas e leguminosas de clima tropical e temperado	35
2.4.2 Consumo e desempenho de ruminantes pastejando gramíneas e leguminosas de clima tropical e temperado	37
2.5 EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA.....	38
2.5.1 A produção de metano por ruminantes	38
2.5.2 Produção de metano por ruminantes ingerindo dietas a base de forragem	41
2.6 PRINCIPAIS METODOLOGIAS EMPREGADAS PARA ALCANÇAR OS OBJETIVOS DA TESE.....	43
2.6.1 Digestibilidade “in vivo”	43
2.6.2 Técnica dos índices fecais	44
2.6.3 A técnica “in vitro” de estimativa de digestibilidade pela produção de gases	45
2.7 HIPÓTESES.....	37
2.7.1 Geral	47
2.7.2 Específicas	47
3 MATERIAL E MÉTODOS	49

3.1 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	49
3.2 PLANTAS UTILIZADAS.....	50
3.3 EXPERIMENTO 1.....	50
3.4 EXPERIMENTO 2.....	52
3.5 EXPERIMENTO 3.....	53
3.6 EXPERIMENTO 4.....	54
3.7 ANÁLISE DOS ALIMENTOS E FEZES	56
3.7.1 Experimentos 1, 2 e 3	56
3.7.2 Experimento 4	57
4 RESULTADOS	59
4.1 EXPERIMENTO 1 – VALOR NUTRITIVO DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (<i>Axonopus catharinensis</i>) EM DIFERENTES IDADES DE REBROTA PARA OVINOS	59
4.2 EXPERIMENTO 2 – DIGESTIBILIDADE E VALOR ENERGÉTICO DA MISTURA DE GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (<i>Axonopus catharinensis</i>) E AMENDOIM FORRAGEIRO (<i>Arachis pintoï</i>) EM DIFERENTES NÍVEIS DE FORNECIMENTO PARA OVINOS.....	61
4.3 EXPERIMENTO 3 – CONSUMO E DESEMPENHO DE OVINOS PASTEJANDO GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (<i>Axonopus catharinensis</i>) COM OU SEM ACESSO A ÁREAS DE AMENDOIM FORRAGEIRO (<i>Arachis pintoï</i>).....	64
4.4 EXPERIMENTO 4 – COMPLEMENTARIEDADE ENTRE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS DE CLIMA TEMPERADO E TROPICAL SOBRE CARACTERÍSTICAS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL AVALIADAS <i>IN VITRO</i>	65
5 DISCUSSÃO	71
5.1 VALOR ALIMENTAR DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE.....	71
5.2 EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM FORRAGEIRO SOBRE O VALOR ALIMENTAR DE DIETAS A BASE DE GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE.....	74
5.3 USO DA TÉCNICA DE ÍNDICES FECAIS PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO EM OVINOS INGERINDO GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE E AMENDOIM FORRAGEIRO.....	76

5.4 CONSUMO E DESEMPENHO DE OVINOS PASTEJANDO GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE COM OU SEM ACESSO A ÁREA DE AMENDOIM FORRAGEIRO	77
5.4.1 Efeito do acesso ao pasto de leguminosa sobre o consumo e o desempenho de ovinos em pasto de grama missioneira gigante	77
5.4.2 Efeito da altura de entrada da grama missioneira gigante sobre o consumo e o desempenho de ovinos	78
5.5 AVALIAÇÃO 'IN VITRO' DE MISTURAS COM VISTAS AO DESENVOLVIMENTO DE TRABALHOS FUTUROS (EXPERIMENTO 4)	79
5.5.1 Complementariedade entre as gramíneas e leguminosas avaliadas.....	80
5.5.2 Diferenças entre os efeitos de leguminosas quando misturadas com gramínea tropical ou temperada	80
5.3.3 O papel dos taninos condensados	81
6 CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a grande maioria dos sistemas de produção de ruminantes têm o pasto como principal e muitas vezes única fonte de alimentação, o que reduz o custo de produção. Porém, com o aumento do custo da terra, aliado a uma mudança no perfil de utilização das terras, onde a pecuária vem perdendo áreas para a agricultura, faz-se necessário incrementar a produtividade por área, com a manutenção dos custos baixos, aumentando a produção e mantendo ou até mesmo aumentando a lucratividade no sistema. Para isso, se faz necessário conhecer o potencial nutritivo dos recursos forrageiros disponíveis, uma vez que o pasto é a base de toda cadeia produtiva. Assim, experimentos que avaliem características relacionadas ao valor alimentar, como o consumo e a digestibilidade, de espécies de interesse regional são fundamentais para dar respaldo para técnicos e produtores.

A grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis* Valls.) é uma espécie nativa de Santa Catarina, que surgiu do cruzamento natural entre duas espécies, e já vem sendo utilizada por diversos produtores, e vem despertando interesse por parte de pesquisadores e centros de pesquisa como a EPAGRI. Trata-se de uma gramínea do tipo C4, que apresenta alto potencial de produção de matéria seca, resistência ao pisoteio, ao sombreamento e ao frio, sendo possível seu uso em consórcio com leguminosas. Trata-se de uma espécie que surgiu a poucos anos, sendo identificada pela primeira vez em 1986, na região do Alto Vale (TCACENCO e SOPRANO, 1997), e por isso, o número de publicações sobre esta espécie ainda é baixo. Além disso, as publicações existentes tratam da caracterização morfológica e aspectos agrônômicos, como produção de matéria seca por hectare respostas a diferentes doses e tipos de adução (LAJÚS *et al.*, (2014); LAJÚS *et al.*, (2011); TCACENCO e SOPRANO, (1997); MIRANDA, (2010)). Entretanto, medidas referentes ao valor alimentar (como consumo voluntário e digestibilidade) e desempenho animal ainda são escassas.

Por se tratar de uma espécie de clima tropical, é possível que a composição química desta planta não possibilite o melhor desempenho animal, sendo necessário procurar-se alternativas para incrementar esse desempenho. Em muitas situações com o uso de gramíneas, tanto de clima tropical quanto de clima temperado, a inclusão de uma leguminosa no sistema possibilitou a melhora no desempenho, devido a fatores como o aumento do valor nutritivo do alimento ingerido e do consumo total de matéria seca (ROGERS *et al.*, (1979); HARRIS *et al.*, (1998). A adição de

leguminosas forrageiras em dietas baseadas em gramíneas, apresenta diversas vantagens, as quais foram muito bem descritas por Niderkorn e Baumont (2009), havendo atualmente algumas possibilidades de leguminosas para uso em áreas de clima tropical disponíveis para a implantação.

Uma delas, é o amendoim forrageiro (*Arachis pinto*), espécie perene de alta qualidade nutricional, resistente a períodos de estiagem e ao pastoreio, e que já demonstrou melhorar o consumo voluntário (SCHNAIDER *et al.*, 2014) e o desempenho (ANDRADE *et al.*, 2016a), quando adicionado a dieta de animais alimentando-se de outra gramínea de clima tropical, o capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum). Dessa forma, a adição do amendoim forrageiro pode ser uma alternativa para incrementar a produtividade em sistemas que utilizam a grama missioneira gigante.

Para caracterizar qualitativamente a grama missioneira gigante ao longo de seu ciclo de crescimento e quantificar as possíveis vantagens nutricionais da inclusão de leguminosas, foram realizados quatro experimentos, sendo duas avaliações com animais estabulados, uma com animais em pastejo e um experimento em laboratório utilizando a técnica *in vitro* de produção de gases. No primeiro experimento, foi avaliada a amplitude de variação do consumo voluntário e da digestibilidade da grama missioneira ao longo de sua estação de crescimento. No segundo experimento foi quantificado o incremento destas variáveis com a inclusão do amendoim forrageiro na dieta e gerou-se uma equação para estimativa de consumo total de matéria seca em função da excreção diária de proteína bruta nas fezes, a qual foi utilizada no terceiro ensaio, um experimento em pastejo com animais em pasto de grama missioneira com ou sem acesso a piquetes de amendoim forrageiro por duas horas por dia. Finalmente foi realizado um ensaio de digestibilidade *in vitro* gás, com o objetivo de se avaliar potencialidades de uso da grama missioneira com outras espécies de leguminosas.

Os objetivo geral desta tese foi avaliar o consumo voluntário, a digestibilidade e o desempenho de cordeiros ingerindo grama missioneira gigante pura ou adicionada de amendoim forrageiro. Adicionalmente, procurou-se investigar a potencialidade de utilização desta gramínea com outras leguminosas forrageiras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESCRIÇÃO GERAL DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES UTILIZADAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS

2.1.1 *Axonopus catharinensis*

A grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis* Valls) é uma gramínea tropical perene de verão. Possui crescimento estolonífero, e por se tratar de um híbrido triploide, sua propagação é basicamente por mudas, pois suas sementes são em sua maioria estéreis (DUFLOTH, 2002). Esta gramínea foi identificada em 1986, pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, em Itajaí, numa coleta de germoplasma. Foram descobertos vários acessos, sendo os considerados mais promissores selecionados e avaliados pela EPAGRI. Para a realização da presente tese a cultivar utilizada foi a Catarina Gigante SCS 315. No ano 2000, foi descrita por Valls *et al.* (2000), como sendo um híbrido triploide, oriundo do cruzamento natural entre a grama missioneira (*Axonopus jesuiticus* (Araujo) Valls) que é uma espécie tetraploide, e o gramão (*Axonopus scoparius* (Flüggé) Kuhl), uma espécie diploide, sendo então classificada como *Axonopus catharinensis* Valls.

Possui características produtivas desejáveis, como boa aceitabilidade pelos animais, alta produção de matéria seca, tolerância ao frio e a solos com pH baixos e boa produção em áreas sombreadas (TCACENCO e SOPRANO, 1997). Para se ter uma ideia de sua adaptação ao frio, em experimento realizado por Dufloth e Vieira (2013), no município de Urussanga-SC, onde a produção anual da grama missioneira gigante foi de cerca de 18500 kg/ha, 4300kg MS/ha foram acumulados nos meses de maio a agosto, onde as médias para estes meses ficam em torno de 16°C, podendo a temperatura mínima ficar em torno de 10°C. Sua adaptabilidade ao sombreamento foi testada por Soares *et al.* (2009) avaliando 11 espécies forrageiras de verão. Nesse experimento, a Missioneira Gigante não foi a mais produtiva, porém, foi a mais adaptada, apresentando a menor variação entre diferentes luminosidades. Segundo Dufloth e Vieira (2013), possibilita ganhos de até 0,814 kg/animal/dia.

2.1.2 *Arachis pinto*

O amendoim forrageiro (*Arachis pinto*) é uma leguminosa perene que cresce em áreas de clima tropical e subtropical úmido sendo originário do continente Americano. Apresenta crescimento estolonífero prostrado (FISHER e CRUZ, 1994) e sua propagação se dá tanto através de sementes quanto por mudas. Porém, em algumas cultivares a produção de semente é bastante baixa, sendo a propagação por mudas mais praticável (DE MIRANDA, 2008). Apesar de se desenvolver melhor em climas com chuvas bem distribuídas apresenta boa resistência a secas, sendo possível persistir por períodos de até quatro meses de estiagem (Lima, 2003). Possui boa tolerância ao sombreamento, sendo indicado para utilização em consórcio com gramíneas e em sistemas silvipastoris (ANDRADE *et al.*, 2004).

O amendoim forrageiro apresenta excelente qualidade, e segundo Lascano (1994), seu valor nutritivo é maior do que da grande maioria das leguminosas tropicais. Possui valores de proteína bruta que podem chegar próximo a 22% da MS (VALENTIM *et al.*, 2003), apresentando baixos teores de FDN e FDA, além de boa digestibilidade. Além disso, apresenta pequena diferença nutricional entre folíolo e pecíolo, e baixa variação na qualidade nutricional com o aumento da idade de rebrota (RAMOS *et al.*, 2010).

Sua produção de MS é bastante variada, sendo encontrados valores de cerca de 10 a 25000 kg/ha (VALENTIM *et al.*, (2003); SOARES *et al.* (2009)). PETERS *et al.* (2000) encontraram valores de digestibilidade da MS ao redor de 81%.

2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS

Gramíneas e leguminosas diferem-se bastante quanto sua composição química. Além disso, plantas de clima tropical (C4) possuem grande diferença de plantas de clima temperado (C3). A partir de uma compilação de trabalhos, avaliando alguns componentes da composição química de gramíneas e leguminosas de clima tropical e de clima temperado foi possível quantificar estas diferenças (Tabela 1). Observa-se que leguminosas possuem aproximadamente 56 g de PB/kg MS a mais a que as gramíneas. Este valor está próximo dos valores obtidos por INRA (1989), (61 g/kg MS), para forrageiras de estação fria e de Freitas *et al.* (1994), (43g/kg MS) para plantas de clima quente. Isto deve-se em parte a capacidade de fixação de nitrogênio

atmosférico pelas bactérias do gênero *Rhizobium* presentes nas raízes de leguminosas. Com isso, diminui-se a necessidade de nitrogênio do solo para o seu desenvolvimento (Masson-Boivin *et al.*, 2009). A disponibilidade de nitrogênio para utilização das plantas altera a composição química das mesmas. Elevações nos teores de proteína bruta na planta com o aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo foram observadas por diversos autores como Cunha *et al.* (2001), França *et al.* (2007) e Alvim *et al.* (1998), em diferentes gramíneas. O mesmo não ocorre nas leguminosas devido à simbiose com as bactérias fixadoras presentes em suas raízes.

Tabela 1 - Componentes da composição química de gramíneas e leguminosas de clima temperado e tropical

Família/Espécie	% MM	% PB	%FDN	%FDA	Autor, ano
Gramíneas de clima temperado					
<i>Lolium multiflorum</i>	9	22,3	53	24,3	Ribeiro Filho <i>et al.</i> , (2009)
<i>Phleum pratense</i> – feno	4,6	10,4	71	44,9	Martineau <i>et al.</i> , (2006)
<i>Lolium perene</i>	7,2	15,1	61,4	27	Lopez <i>et al.</i> , (1995)
<i>Festuca rubra</i>		10,6	61,1	42,3	Purwin <i>et al.</i> , (2014)
<i>Lolium perene</i>	8,4	30,3	45,1	22,8	Ferreira <i>et al.</i> , (2016)
Gramíneas de clima tropical					
<i>Brachiaria</i> sp. Águas		7,5	67	37	Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Brachiaria</i> sp. Seca		6,3	73	41	Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Pennisetum purpureum</i>	12,4	16,4	60	32,9	Crestani <i>et al.</i> (2013)
<i>Pennisetum purpureum</i> – feno	12,5	9,8	66,8	40,5	Schnaider <i>et al.</i> (2014)
<i>Andropodon gayanus</i>	5,9	7,2	69,4	40,6	Meale <i>et al.</i> (2012)
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	8,4	8,7	67,1	38,7	Meale <i>et al.</i> (2012)
<i>Pennisetum purpureum</i>	7,4	8,7	71,3	39,5	Meale <i>et al.</i> (2012)
<i>Pennisetum purpureum</i>	12,3	15,8	57,7	28,2	Liz <i>et al.</i> (2014)
Leguminosas de clima temperado					
<i>Onobrychis viciifolia</i>		16,6	43,7	30,9	Aufrere <i>et al.</i> (2013)
<i>Medicago sativa</i>		21,2	35,5	24	Aufrere <i>et al.</i> (2013)
<i>Trifolium repens</i>	13,2	23,4	36,2	26,1	Lopez <i>et al.</i> (1995)
<i>Medicago sativa</i>	7,08	18,5	44,3	37,6	Purwin <i>et al.</i> (2014)
<i>Trifolium pratense</i>	6,56	16,5	43,8	35	Purwin <i>et al.</i> (2014)
<i>Medicago sativa</i> – silagem	11,2	22	35,3	26,7	Hymes-Fecht <i>et al.</i> (2013)
<i>Trifolium pratense</i> – silagem	13,4	18,1	42,7	28,4	Hymes-Fecht <i>et al.</i> (2013)
<i>Lotus corniculatus</i> – silagem	10,1	20,4	32,4	25,3	Hymes-Fecht <i>et al.</i> (2013)
<i>Medicago sativa</i> – silagem	7,1	18,2	48	42,4	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Trifolium pratense</i> – silagem	10	21,2	34,4	32,2	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Lotus corniculatus</i> – silagem	8,4	21,8	32,9	26,5	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Onobrychis viciifolia</i> – silagem	8,4	12,1	40,4	34	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Trifolium repens</i>	8,2	30	22,2	14,2	Ferreira <i>et al.</i> (2016)

Leguminosas de clima tropical

<i>Callopogonium mucunoides</i> - águas	11,7	54,6	56,5	Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Callopogonium mucunoides</i> – seca	11,3	40,5	40,9	Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Arachis pintoi</i> - feno	9,5	16,7	57,2	46,7 Schnaider <i>et al.</i> (2014)
<i>Arachis pintoi</i>	12	20,8	43,4	24,5 de Liz <i>et al.</i> (2014)
<i>Arachis pintoi</i>	8	21,8	41,4	21,2 Andrade <i>et al.</i> (2016)
<i>Leucaena leucocephala</i>	8,1	30,1	37,7	28,9 Meale <i>et al.</i> (2012)
<i>Stylosanthes guianensis</i>	7,8	11,2	59	47,2 Meale <i>et al.</i> (2012)
Valores Médios				
Gramíneas clima temperado	8,3	17,7	58,3	32,3
Gramíneas clima tropical	9,8	10,1	66,5	37,3
Leguminosas clima temperado	10,0	19,9	39,0	30,4
Leguminosas clima tropical	9,1	17,7	47,7	38,0

Plantas de clima tropical possuem uma concentração média menor de proteína bruta em relação a plantas de clima temperado, sendo essa diferença maior nas gramíneas. Gramíneas de clima temperado apresentaram em média 76 g PB/kg MS a mais que as gramíneas tropicais. Nas leguminosas, esta diferença foi de apenas 22 g PB/kg MS a mais nas de clima temperado em comparação às de clima tropical.

As leguminosas apresentaram em média 30,6% menos FDN que as gramíneas. Isto ocorre devido a sua composição anatômica, sua distribuição espacial e a disponibilidade de nitrogênio proveniente das bactérias presentes em suas raízes. As leguminosas possuem maior conteúdo celular que as gramíneas (VAN SOEST, 1994), diminuindo assim a proporção de parede celular. A disponibilidade de nitrogênio pode afetar linearmente a concentração de FDN nas plantas, diminuindo a concentração de FDN a medida que se aumenta a disponibilidade de nitrogênio. Segundo Van Soest (1975) isto ocorre porque o incremento em componentes nitrogenados requer uma queda compensatória em outros componentes, como por exemplo da parede celular. Outra explicação é que segundo Cecato *et al.* (2008), o maior aporte em nitrogênio proporciona uma maior relação folha:colmo, sendo que nas folhas a concentração de FDN é menor. Isto é mais evidente em gramíneas pelo fato de leguminosas possuírem um aporte constante de nitrogênio. Diversos autores encontraram correlação linear entre dose de nitrogênio e concentração de FDN na planta, como Cecato *et al.* (2004) e Costa *et al.* (2009), avaliando capim *Brachiaria brizantha*. A proporção de FDA em relação ao FDN é maior nas leguminosas, o que explica a menor digestibilidade da fibra nas leguminosas. Alguns trabalhos como o de Archimède *et al.* (2011), citam a

maior lignificação da parede celular das leguminosas como fator que diminui a digestibilidade da mesma.

A diferença na composição química entre gramíneas e leguminosas de clima tropical é um fator relevante para a produção animal. Observa-se que as leguminosas tropicais possuem concentração superiores de proteína e inferiores de FDN em relação as gramíneas tropicais. Além disso, não perdem qualidade nutricional com a mesma velocidade, o que as tornam promissoras para a produção animal, tendo em vista que algumas gramíneas do tipo C4 não atingem a quantidade de proteína considerada ótima para o bom desenvolvimento dos microrganismos ruminais, que segundo Van Soest (1994) deve ser em torno de 10 a 12 % de proteína bruta.

2.3 DIGESTIBILIDADE FORRAGEIRAS

Devido as diferenças em sua composição química, as plantas forrageiras possuem diferentes digestibilidade. As gramíneas de clima temperado (C3) apresentam, em média, maior digestibilidade “in vivo” que gramíneas tropicais (C4) e as leguminosas (tabela 2).

Tabela 2 - Digestibilidade “in vitro” e “in vivo” de gramíneas e leguminosas de clima temperado e tropical

Espécie	% legum.	<i>in vitro</i>		<i>in vivo</i>		Autor, ano
		MS	MO	MS	MO	
Gramínea de clima temperado						
<i>Dactylis glomerata</i>				59,5		Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>Lolium perene</i>				62,5		Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>Dactylis glomerata</i> , cv. Cristoss)	60,9					Niderkorn <i>et al.</i> (2012)
<i>Lolium multiflorum</i>				74		Kozloski <i>et al.</i> (2012)
<i>Festuca arundinacea</i>				53,4		Hunt <i>et al.</i> (1985)
Gramínea de clima tropical						
<i>Panicum maximum</i>			29,15			Ajayi e Babayemi, (2008)
<i>Brachiaria decumbens</i> - águas			52			Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Brachiaria decumbens</i> - seca			43,4			Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Megathyrsus maximus</i>					53,2	Ash (1990)
<i>Pennisetum purpureum</i>					62	Schnaider <i>et al.</i> (2014)
<i>Megathyrsus maximus</i>			21,46			Babayemi e Bamikole (2006)
<i>Digitaria eriantha</i>					56,7	Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
Leguminosa de clima temperado						
<i>Medicago sativa</i>					61	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>Trifolium pratense</i>					63,3	Reid <i>et al.</i> (1987)

<i>Medicago sativa</i>		70,6	Karabulut <i>et al.</i> (2007)
<i>Onobrychis viciifolia</i>		67,78	Karabulut <i>et al.</i> (2007)
<i>Vicia sativa</i> L.		75,54	Karabulut <i>et al.</i> (2007)
<i>Pisum sativum</i> L.		69,47	Karabulut <i>et al.</i> (2007)
<i>Trifolium repens</i>		67,83	Karabulut <i>et al.</i> (2007)
<i>Cicer arietinum</i>		61,3	Karabulut <i>et al.</i> (2007)
<i>Medicago sativa</i>	71		Mcsweeney <i>et al.</i> (2005)
<i>Onobrychis viciifolia</i>	71,9		Mcsweeney <i>et al.</i> (2005)
<i>Medicago sativa</i>		54	Hunt <i>et al.</i> (1985)
Leguminosa de clima tropical			
<i>Stylosanthes guianensis</i>		42,06	Ajayi e Babayemi (2008)
<i>Lablab purpureus</i>		40,53	Ajayi e Babayemi (2008)
<i>Centrosema pubescens</i>		37,69	Ajayi e Babayemi (2008)
<i>Calopogonio mucunoides</i> -águas		41,3	Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Calopogonio mucunoides</i> - seca		39,1	Euclides <i>et al.</i> (1998)
<i>Leucaena leucocephala</i>	63,2		Mcsweeney <i>et al.</i> (2005)
<i>Calliandra calothyrsus</i>	42,1		McSweeney (2005)
<i>Tephrosia candida</i>		33,8	Babayemi e Bamikole (2006)
<i>Arachis pintoi</i>		64,4	Ladeira <i>et al.</i> (2002)
<i>Stylosanthes guianensis</i>		49,2	Ladeira <i>et al.</i> (2002)
<i>Neonotonia wightii</i>		44,3	Valadares Filho <i>et al.</i> (1987)
<i>Leucaena leucocephala</i>		55,6	Borges (1988)
Mistura clima temperado			
<i>D. glomerata</i> + <i>M. sativa</i>	33	59,1	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>D. glomerata</i> + <i>M. sativa</i>	50	59,2	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne</i> + <i>M. sativa</i>	33	61	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne</i> + <i>M. sativa</i>	50	60,7	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>D. glomerata</i> + <i>T. pratense</i>	33	60,3	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>D. glomerata</i> + <i>T. pratense</i>	50	60,2	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne</i> + <i>T. pratense</i>	33	62,6	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne</i> + <i>T. pratense</i>	50	63,5	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>D.glomerata</i> + <i>O. viciifolia</i>	25	64,5	Niderkorn <i>et al.</i> (2012)
<i>D.glomerata</i> + <i>O. viciifolia</i>	50	67,2	Niderkorn <i>et al.</i> (2012)
<i>F. arundinacea</i> + <i>M. sativa</i>	25	55,7	Hunt <i>et al.</i> (1985)
<i>F. arundinacea</i> + <i>M. sativa</i>	50	56,9	Hunt <i>et al.</i> (1985)
<i>F. arundinacea</i> + <i>M. sativa</i>	75	56,5	Hunt <i>et al.</i> (1985)
Mistura clima tropical			
<i>P. maximun</i> + <i>S. guianensis</i>	40	46,16	Ajayi e Babayemi (2008)
<i>P. maximun</i> + <i>L. purpureus</i>	40	45,18	Ajayi e Babayemi (2008)
<i>P. maximun</i> + <i>C. pubensces</i>	40	47,94	Ajayi e Babayemi (2008)
<i>M. maximus</i> + <i>S. glandiflora</i>		57	Ash (1990)
<i>M. maximus</i> + <i>G. sepium</i>		53,9	Ash (1990)
<i>M. maximus</i> + <i>A. chinensis</i>		53,2	Ash (1990)
<i>P. purpureum</i> + <i>Arachis pintoi</i>		63	Schnaider <i>et al.</i> (2014)
<i>M. maximus</i> + <i>T. candida</i>	50	28,69	Babayemi e Bamikole (2006)
<i>M. maximus</i> + <i>T.candida</i>	75	31,36	Babayemi e Bamikole (2006)

<i>D. decumbens + L. leucocephala</i>	33		55,7		Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
<i>D. decumbens + G. sepium</i>	33		60,3		Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
<i>D. decumbens + V. unguiculata</i>	33		60,9		Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
Médias					
Gramíneas clima temperado		60,9		62,35	
Gramíneas clima tropical			36,5	56,7	57,6
Leguminosas clima temperado		71,5	68,8	59,4	
Leguminosas clima tropical		52,7	39,1	53,4	
Mistura clima temperado	42	65,9		59,6	
Mistura clima tropical	37		39,9	59,0	56,8

Em sua compilação de dados Archimède *et al.* (2011) também encontraram maiores valores de digestibilidade para gramíneas de clima temperado. Na composição químico-bromatológica das gramíneas tropicais, as fibras são mais lignificadas, apresentando maior resistência física e à digestão microbiana (Wilson, 1994). As leguminosas possuem menor conteúdo de parede celular, porém, ela é altamente lignificada (VAN SOEST, 1994), o que resulta em diminuição digestibilidade.

Quando comparadas a digestibilidade “in vivo” e “in vitro” das leguminosas de clima temperado observa-se maiores valores para a digestibilidade “in vitro”, podendo isto estar relacionado a maior taxa de passagem da leguminosa. Assim, quando avaliada “in vitro” as partículas que teoricamente passariam sem serem digeridas no rúmen são digeridas por permanecerem mais tempo em contato com os microrganismos ruminais. Isto ocorre de maneira contrária com gramíneas tropicais, devido ao fato de algumas avaliações “in vitro” serem feitas por 24 horas, sendo que “in vivo” o tempo de permanência no rúmen pode ser maior, resultando assim em tal diferença.

Observando as médias nas avaliações “in vivo”, as leguminosas tanto as de clima temperado quanto as de clima tropical apresentaram menor digestibilidade quando comparadas às gramíneas de mesmo tipo de clima. Segundo Archimède *et al.* (2011), dois fatores influenciam a digestibilidade das leguminosas, a alta lignificação de suas paredes celulares, e a presença de metabólitos secundários, como por exemplo os taninos. A maior quantidade de leguminosas de clima tropical que apresentam estes metabólitos pode explicar a menor digestibilidade das mesmas quando comparadas às leguminosas de clima temperado.

Um fato relevante a ser destacado é a sinergia existente nas misturas de plantas de clima tropical. O efeito associativo positivo sobre a digestibilidade em misturas de gramíneas e leguminosas foi relatado por Niderkorn e Baumont (2009). Este efeito é mais visível nas misturas contendo gramíneas de clima tropical porque em muitos casos a quantidade de proteína é limitante para promover um ambiente ruminal favorável a digestão da gramínea e no caso da leguminosa a falta de fibra digestível pode ser limitante. Assim, uma fonte de carboidratos facilmente fermentáveis aumenta o número de microrganismos fibrolíticos, o que estimula a digestão de fontes de fibra menos degradáveis (SILVA e ØRSKOV, 1988), resultando no aumento da digestibilidade da mistura.

2.4 CONSUMO VOLUNTÁRIO

O consumo de alimentos é considerado por muitos autores como o fator mais importante que determina o desempenho animal, sendo diretamente responsável pela quantidade de nutrientes digestíveis possíveis de serem obtidos diariamente do alimento (ROMNEY e GILL, 2000). De uma maneira geral, em ruminantes, o consumo voluntário é influenciado por fatores associados ao animal, ao pasto, ao ambiente e às suas interações (CARVALHO *et al.*, 2007). Tais fatores comunicam-se com o cérebro através de uma série de Feedbacks negativos, vindos do trato intestinal, fígado e outros órgãos (FORBES, 2000), havendo ainda fatores relacionados ao alimento, como tamanho de partícula, textura, etc.

A maneira em que o animal tem acesso ao alimento influencia diretamente o consumo total de matéria seca. Enquanto em sistemas com animais confinados o desempenho animal é quase consequência direta da concentração de nutrientes da dieta oferecida, com animais em pastejo algumas variáveis associadas ao processo de pastejo diante de diferentes tipos de pasto determinam o consumo total de matéria seca (BRISKE e HEITSCHMIDT, (1991); CARVALHO *et al.*, (2001)).

Segundo Van Soest (1994) o componente do alimento que mais exerce influência sobre o consumo é a FDN. Devido sua baixa taxa de degradação e de passagem, dietas contendo altos níveis de FDN promovem a redução na ingestão total de matéria seca, devido ao enchimento do rúmen. O enchimento do rúmen é um dos fatores que regulam o consumo devido a presença de sensores de estiramento em sua parede, que enviam informações ao cérebro que determina quando se deve

iniciar e parar uma refeição (FORBES, 2000). Com isso, em situações de ruminantes se alimentando somente de pasto, o tipo do pasto e sua qualidade vão influenciar diretamente o consumo e o desempenho animal.

2.4.1 Consumo voluntário de gramíneas e leguminosas de clima tropical e temperado

Quando cortadas e fornecidas no cocho à vontade, para a alimentação de ruminantes, as forrageiras de diferentes tipos e climas apresentam diferentes valores de consumo. Observando os dados compilados na Tabela 3 é possível perceber que gramíneas de clima temperado proporcionam um consumo de cerca de 10% superior às gramíneas de clima tropical. Valores estes próximos aos obtidos por Archimède et al (2011), os quais encontraram 12% a mais de consumo para gramíneas de clima temperado (expressos em g MO/kg PV).

Comparando-se leguminosas, as de clima temperado proporcionaram maior consumo voluntário quando comparadas às de clima tropical, valor este 23% maior. Estes valores são iguais aos obtidos por Archimède et al (2011), porém, a unidade de medida utilizada para esta comparação foi g MO/kg PV^{0.9}. Dois fatores podem estar associados ao menor consumo nas leguminosas de clima tropical. O primeiro, devido a maior conteúdo de parede celular (ver item. 2.2). A relação entre maior conteúdo de parede celular e menor consumo foi também sugerido por Wilson (1994). O segundo fator é a maior presença de metabólitos secundários nas leguminosas tropicais, que em altas quantidades podem reduzir o consumo. Em sua revisão para a FAO, Norton (1994) cita a presença de metabólitos secundários em leguminosas tropicais como fator redutor do consumo.

Tabela 3 - Consumo voluntário de gramíneas e leguminosas de clima tropical e temperado

	% leg.	g/kg PV ^{0.75}	Autor, ano
Gramíneas clima temperado			
<i>Dactylis glomerata</i>		64,70	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>Lolium perene</i>		66,25	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>Lolium multiflorum</i>		49,85	Kozloski <i>et al.</i> (2012)
<i>Festuca arundinacea</i>		39,00	Hunt <i>et al.</i> (1985)
<i>Festuca arundinacea</i>		54,70	Emile <i>et al.</i> (1996)
Gramíneas clima tropical			
<i>Megathyrsus maximus</i>		43,89	Ash (1990)
<i>Pennisetum purpureum</i>		55,26	Schnaider <i>et al.</i> (2014)

<i>Digitaria decumbens</i>		52,40	Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
<i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i>		43,46	De Paula <i>et al.</i> (2005)
<i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i>		56,54	De Paula <i>et al.</i> (2005)
Leguminosas clima temperado			
<i>Medicago sativa</i>		74,50	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>Trifolium pratense</i>		83,45	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>Medicago sativa</i>		72,00	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Trifolium pratense</i>		73,30	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Onobrychis viciifolia</i>		76,60	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Lotus corniculatus</i>		81,00	Fraser <i>et al.</i> (2000)
<i>Medicago sativa</i>		59,56	Hunt <i>et al.</i> (1985)
Leguminosas clima tropical			
<i>Arachis pintoi</i>		90,17	Ladeira <i>et al.</i> (2002)
<i>Lablab purpureus</i>		48,20	Mupangwa <i>et al.</i> (2000)
<i>Macroptilium atropurpureum</i>		52,60	Mupangwa <i>et al.</i> (2000)
<i>Stylosanthes guianensis</i>		50,90	Mupangwa <i>et al.</i> (2000)
Mistura clima temperado			
<i>D. glomerata + M. sativa</i>	33	70,40	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>D. glomerata + M. sativa</i>	50	71,85	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>D. glomerata + T. pratense</i>	33	70,85	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>D. glomerata + T. pratense</i>	50	77,35	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne + M. sativa</i>	33	71,70	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne + M. sativa</i>	50	73,45	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne + T. pratense</i>	33	75,50	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>L. perenne + T. pratense</i>	50	74,15	Reid <i>et al.</i> (1987)
<i>F. arundinacea + M. sativa</i>	25	50,48	Hunt <i>et al.</i> (1985)
<i>F. arundinacea + M. sativa</i>	50	52,15	Hunt <i>et al.</i> (1985)
<i>F. arundinacea + M. sativa</i>	75	56,22	Hunt <i>et al.</i> (1985)
Mistura clima tropical			
<i>M. maximus + S. glandiflora</i>	16	55,17	Ash (1990)
<i>M. maximus + G. sepium</i>	16,7	52,61	Ash (1990)
<i>M. maximus + A. chinensis</i>	18,5	47,41	Ash (1990)
<i>P. purpureum + A. pintoi</i>		63,20	Schnaider <i>et al.</i> (2014)
<i>D. decumbens + L. leucocephala</i>	33	66,30	Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
<i>D. decumbens + gliricidia</i>	33	43,10	Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
<i>D. decumbens + V. unguicula</i>	33	53,20	Tjandraatmadja <i>et al.</i> (1993)
Médias			
Gramíneas clima temperado		54,90	
Gramíneas clima tropical		50,31	
Leguminosas clima temperado		74,34	
Leguminosas clima tropical		60,47	
Mistura clima temperado	40	67,64	
Mistura clima tropical	25	54,43	

Comparando o consumo de leguminosas em relação às gramíneas, percebe-se um maior consumo das leguminosas, sendo este quase 20% maior que o das gramíneas. Estes valores estão bastante próximos aos obtidos por Dulphy e Demarquilly (1974) e INRA (1989), os quais avaliaram somente plantas de clima temperado. O maior consumo de leguminosas relaciona-se segundo Pearson e Ison (1997), ao menor tempo de retenção da fibra das leguminosas no rúmen, o que

favorece o aumento no consumo. Segundo Wilson, (1994), este menor tempo de retenção deve-se possivelmente as nervuras em forma reticuladas presentes nas leguminosas, que resultam em menor quantidade de tecido vascular, favorecendo a fragmentação em menores partículas resultando assim em maior taxa de passagem.

A inclusão de leguminosas em dietas baseadas em gramíneas aumenta o consumo total de matéria seca. Este efeito, conhecido por efeito associativo, foi muito bem descrito por Niderkorn e Baumont (2009), o qual resultou em aumento na ordem de 23% e 8% para as misturas de plantas de clima temperado e tropical, respectivamente. O mesmo efeito sinérgico foi observado por Rogers *et al.* (1979) e Harris *et al.* (1998), quando avaliaram o efeito da adição de trevo branco sobre o consumo de azevém perene.

2.4.2 Consumo e desempenho de ruminantes pastejando gramíneas e leguminosas de clima tropical e temperado

O consumo total de pasto por ruminantes é individualmente o fator mais importante sobre o desempenho, sendo função de alguns fatores que determinam o processo de pastejo, sendo estes interdependentes (CARVALHO *et al.*, 2007). Para melhor explicar estes fatores, Laca e Demment (1992) propuseram a divisão do processo em duas escalas temporais, curto e longo prazo. Os mecanismos de curto prazo são aqueles ligados a colheita da forragem pelo animal, definido por taxa de ingestão, sendo o consumo da forragem definido por sua disponibilidade, bem como sua estrutura e qualidade. Nesta fase, o tamanho do bocado, ou seja, gramas de matéria seca ingeridos por bocado, é o mecanismo mais importante para o desempenho (CARVALHO *et al.*, 2001). Os mecanismos de longo prazo, são aqueles ligados ao consumo diário, sofrendo assim influência dos fatores ligados a digestão da forragem, tais como a taxa de passagem e capacidade de armazenamento no rúmen, sofrendo ainda de influência não nutricional, como por exemplo a termorregulação. Por estes motivos, a composição química bem como a estrutura do pasto vai influenciar o consumo total de nutrientes, e por consequência, o desempenho animal.

O consumo total por animais em pastejo varia conforme o tipo da forrageira disponível, o que é determinante no desempenho animal. Cruickshank *et al.* (1992), encontraram consumo de MO 36% maior em cordeiros se alimentando de

leguminosas de clima temperado quando comparados a cordeiros se alimentando de gramíneas de clima temperado. Nesse trabalho, os cordeiros que se alimentaram de gramíneas ingeriram 58% a mais de FDN, o que resultou no menor consumo. Com isso, o ganho de peso foi 37% superior nos cordeiros pastejando as leguminosas.

O uso consorciado de gramíneas e leguminosas pode também proporcionar maiores desempenhos em relação ao uso de gramíneas puras, tanto de clima temperado como de clima tropical. Lesama e Moojen (1999), obtiveram um ganho de peso diário cerca de 30% maior em novilhos pastejando um consórcio entre de azevém, aveia e trevo vesiculoso, comparados a novilhos pastejando somente aveia e azevém. Em plantas de clima tropical, Vilela e Ayarza (2002) avaliando o ganho de peso de bovinos por hectare, em pastagens de *Brachiaria* sp. ou *Brachiaria* sp. consorciado com *Stylozanthos guianensis* encontraram um ganho de aproximadamente 55% maior no consórcio. Outro sistema que pode incrementar o desempenho em animais se alimentando de gramíneas é o uso de áreas exclusivas de leguminosas para acesso por um período do dia, conhecidos como banco de proteína. Lourenço e Carriel (1998) e Tergas *et al.* (1984) encontraram acréscimo em 17 a 38% no desempenho com o uso do banco de leguminosas comparadas ao uso exclusivo das gramíneas. O uso do amendoim forrageiro em piquete separado para pastejo horário foi avaliado por Andrade *et al.* (2016a) para bovinos pastejando capim elefante gigante e proporcionou aumento no ganho de peso diário em cerca de 38%. Neste trabalho o consumo de matéria seca foi cerca de 16% maior nos animais que tiveram acesso ao amendoim.

2.5 EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

2.5.1 A produção de metano por ruminantes

O aquecimento global vem sendo foco de muita atenção pela comunidade científica mundial. O efeito estufa, considerado responsável por esse aquecimento e alternativas para seu controle são buscadas diariamente. Os ruminantes são sem dúvida uma fonte importante na produção de gases de efeito estufa. Segundo revisão realizada por Gerber *et al.* (2013) em dados para a FAO, dos gases gerados de forma antropogênica, cerca de 18% é proveniente da produção de ruminantes. Devido sua importância na produção mundial de carne bovina, o Brasil ocupa lugar de destaque

quando se debate temas referindo-se ao efeito estufa. Para a produção animal, o gás metano é o mais importante, devido seu grande potencial de aquecimento global que segundo o IPCC (2006) é 25 vezes maior que o CO₂, além de possuir um tempo de vida que pode chegar a 15 anos na atmosfera (IPCC, 2006). Segundo estimativas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (MCTI, 2013), cerca de 87% do metano gerado no setor agropecuário é proveniente do metano entérico, sendo que cerca de 37% do total de metano gerado no Brasil é proveniente do setor agropecuário.

Apesar dos ruminantes aparecerem como grandes produtores de gases de efeito estufa muitas vezes as informações são repassadas de formas tendenciosas, tendo em vista que se considerarmos o sistema de produção, o balanço de produção de metano é bem menor, já que as plantas utilizadas para a alimentação dos animais consomem o CO₂ para transformar em tecido. Com isso, segundo Zen *et al.* (2008), cerca de 78% dos gases causadores de efeito estufa produzidos pelos ruminantes no Brasil são mitigados pelas plantas presentes no sistema. Outro fator importante no porquê das pesquisas nesta área é que os ruminantes são das poucas fontes produtoras de metano que podem ser manipuladas, tendo em vista que a produção do metano é proveniente da fermentação ruminal, sendo esta possível de modificações (RIVERA *et al.*, 2010).

Destaca-se, contudo, que a produção de ruminantes possibilita a transformação da fibra que é uma fonte nutritiva de baixa qualidade para os humanos, em uma fonte altamente nutritiva como, por exemplo, carne e leite. Isto se dá pela ação dos microrganismos ruminais capazes de degradar as macromoléculas como celulose e hemicelulose, através de hidrólise enzimática, transformando em AGV's. Para as bactérias, os AGV's são um subproduto da fermentação dos carboidratos, porém, para os ruminantes, são a principal fonte energética. No entanto, para o bom funcionamento desta atividade ocorre a formação de metano. O metano é um produto normal da fermentação ruminal, sendo uma via usual para a eliminação do hidrogênio formado durante o metabolismo microbiano dos carboidratos (McALLISTER e NEWBOLD, 2008). De acordo com Russell e Mantovani (2002), o hidrogênio (H₂), é proveniente das bactérias não metanogênicas que possuem ligações hidrogenases em sua membrana capazes de produzir H₂ a partir de carreadores de elétrons reduzidos, como NADH. O H₂ deve ser eliminado porque pode inibir os processos enzimáticos que envolvem o NADH. O processo fermentativo da glicose que ocorre

em anaerobiose, ocorre pela via de Embden-Meyerhof-Parnas, gerando co-fatores reduzidos como NADH, que necessita ser re-oxidado a NAD⁺, para a completa oxidação dos carboidratos. A NAD⁺ é regenerada através de processo de transferência de elétrons, e com isso é produzido H₂, (MOSS *et al.* 2000). De maneira geral, a fermentação da glicose gera H₂ e a produção de metano drena o H₂, afim de que o mesmo não acumule comprometendo o processo fermentativo como descrito por Van Soest (1994):

Reações produtoras de H₂:



(via de Embden-Meyerhof-Parnas)



Reações utilizadoras:



As bactérias metanogênicas utilizam o H₂ para reduzir o CO₂, gerando assim sua energia, sendo o produto final de sua atividade o metano (BODAS *et al.*, 2012). Porém, a produção de metano no rúmen representa uma perda energética representativa, que segundo dados do IPCC (1997) gira em torno de 6.5% da energia bruta ingerida, podendo chegar até 12% segundo Johnson e Johnson (1995). Quantificando estas perdas Kaharabata *et al.* (2000) concluíram que para uma vaca de leite com cerca de 600 kg de peso vivo, a produção diária de CH₄ pode variar de 375 a 630 litros, o que representa uma quantidade perdida suficiente para produzir entre 4,55 e 7,65 kg de leite corrigido para 4% de gordura. Johnson *et al.*, (1994), observaram produção diária de CH₄ de 256 litros para novilhos, 193,9 litros para novilhas e 548,2 litros para vacas em lactação, o que correspondeu a uma perda de energia bruta de 9,1%, 5,6% e 5,7%, respectivamente.

A perda de energia bruta com a produção de metano pode variar de acordo com alguns fatores, como por exemplo, a alimentação. Segundo Jonhson et al (1994), quando alimentados com concentrados a energia bruta convertida em metano fica entre 2 e 4%. Outro fator importante é a produção de propionato, porque durante a reação para sua formação utiliza-se H₂ livre, competindo assim com a produção de metano (HEGARTY, 2001).

A busca pela redução na produção de metano entérico vem sendo foco de muitas pesquisas. Segundo Mcallister e Newbold (2008) três linhas de atuação podem ser seguidas, sendo elas: a inibição direta da metanogênese, havendo assim a necessidade de utilização do H⁺ com produtos alternativos; a diminuição da produção de H⁺ no rúmen e por último gerando drenos alternativos para o H⁺ produzido no rúmen. O uso de plantas com componentes secundários tem demonstrado eficiência na diminuição da produção de metano. Um dos componentes que tem demonstrado ação na redução do metano são os taninos condensados. Taninos são compostos polifenólicos de alto peso molecular e presentes em muitas plantas como produtos secundários de seu metabolismo (CAYGILL e MUELLER-HARVEY, 1999). Em meta-análise realizada por Patra (2010), foi demonstrado que a presença de taninos condensados diminui a produção de metano devido a inibição na população de protozoários, de bactérias metanogênicas e, em menor extensão, reduzindo a produção de H⁺. Os taninos condensados são encontrados mais facilmente em legumes e arbustos (MIN *et al.*, 2003), sendo mais presente em leguminosas tropicais.

Os taninos condensados (TC) agem sobre a produção de metano sob diferentes aspectos. Primeiramente, atuam impedindo a adesão entre os microrganismos ruminais e a planta, ligando-se a proteína e carboidrato tornando indisponíveis aos microrganismos (REED, 1995). Os TC podem ligar-se as enzimas digestivas impedindo assim seu funcionamento, sendo isto observado por Mcsweeney *et al.* (2001) onde observaram o efeito dos TC sobre as enzimas celulase e pectinase, no fluido ruminal. Este efeito deve-se principalmente a ligação dos taninos sobre a proteína da enzima, mas em menor proporção a ligação dos TC ao substrato. Finalmente, os TC atuam diretamente sobre a população ruminal, agindo principalmente sobre a população de bactérias proteolíticas e de protozoários. A diminuição da população de protozoários atua sobre a produção de metano, sendo que Iqbal *et al.* (2008) encontraram maior produção de metano com uma maior concentração de protozoários.

2.5.2 Produção de metano por ruminantes ingerindo dietas a base de forragem

A alimentação e o consumo total são os principais fatores que afetam a produção de metano por ruminantes (ARCHIMÈDE *et al.*, 2011). Tendo em vista que o metano é gerado a partir da degradação dos carboidratos estruturais, animais que

se alimentam somente de forrageiras tendem a gerar mais metano, e segundo Mccrabb e Hunter (1999), animais que se alimentam de plantas de clima tropical produzem mais metano que animais que se alimentam de plantas de clima temperado. Em sua metanálise, Archimède *et al.* (2011), observaram que a produção de metano por grama de matéria seca ingerida de gramíneas tropicais foi 12% maior em comparação a gramíneas de clima temperado, e 20% menor na leguminosas de clima tropical comparadas às gramíneas tropicais. As características das gramíneas tropicais podem levar a um duplo entendimento quanto ao fornecimento de substrato para a produção de metano no rúmen. Por possuírem maiores proporções de fibra que as plantas do tipo C3, favorecem a fermentação acética, com maior produção de metano (g/dia). Porém, suas fibras apresentam baixa digestibilidade e menor velocidade de fermentação que em gramíneas de clima temperado, logo, fornecem menor quantidade de substrato possível de ser fermentável para os microrganismos metanogênicos (BERCHIELLI *et al.*, 2012). Isto foi constatado por Andrade *et al.* (2014), onde animais se alimentando exclusivamente de capim elefante não produziram uma quantidade diária de metano menor que animais se alimentando de capim elefante não mais amendoim forrageiro. Porém, o desempenho destes animais foi menor, sendo assim, a produção de metano por kg de peso vivo produzido foi menor nos animais com acesso a leguminosa.

A presença de metabólitos secundários está bastante relacionada à redução na produção de metano em muitas leguminosas forrageiras, e sua utilização com este intuito vem sendo estudada por diversos autores (JAYANEGARA e PALUPI (2011); BEAUCHEMIN *et al.* (2008); (McALLISTER e NEWBOLD (2008)). Em uma compilação de dados Eckard *et al.* (2010) observaram que as leguminosas contendo taninos condensados produziram entre 13 e 16% menos CH₄/kg de MS quando comparadas a plantas sem taninos. A redução na produção de metano com o uso de plantas ricas em tanino foi também observada por Rira *et al.* (2015), tanto *in vitro* quanto *in vivo*, avaliando três diferentes plantas tropicais ricas em taninos contra uma dieta controle a base de gramínea. Na avaliação *in vivo*, o tratamento contendo cerca 44% de leguminosas ricas em tanino, produziu 22,2 g de CH₄/kg de MS ingerida contra 31 g da dieta padrão. Possenti *et al.* (2008), avaliando a produção de metano por bovinos recebendo feno de capim Coast-cross com diferentes doses de feno de leucena observaram que o tratamento com maior quantidade da leguminosa (50% da

matéria seca total ingerida) produziu menores quantidades de metano por dia, sem no entanto alterar o consumo total de matéria seca.

2.6 PRINCIPAIS METODOLOGIAS EMPREGADAS PARA ALCANÇAR OS OBJETIVOS DA TESE

Para que os objetivos desta tese fossem atingidos diferentes técnicas visando a medida/estimativa da digestibilidade de forragens, bem como do consumo em pasto foram utilizadas. A digestibilidade e o consumo são os principais fatores que ditam a qualidade de um alimento, sendo sua importância reconhecida de longa data. Os primeiros experimentos com digestibilidade surgiram aproximadamente em 1860, na Inglaterra, (SCHNEIDER e FLATT, 1975) e a partir daí novas técnicas surgiram e as técnicas existentes vêm sendo aprimoradas. Segundo Lana (2005), a digestibilidade corresponde à fração do alimento que sofre ação de enzimas do trato digestivo ou microbianas, a qual é reduzida a nutrientes possíveis de serem absorvidas pelo trato gastrointestinal. A digestibilidade pode ser medida “in vivo” ou estimada por métodos laboratoriais “in vitro” (KITESSA *et al.*, 1999).

A seguir serão mencionados aspectos relacionados a particularidades das principais técnicas utilizadas nesta tese e suas aplicabilidades.

2.6.1 Digestibilidade “in vivo”

A técnica “in vivo” envolve ensaio com animais que recebem o alimento a ser avaliado por um período determinado de tempo, no qual mede-se o consumo total e a produção fecal. Assim, a digestibilidade corresponde à porção do alimento que foi ingerida e não foi eliminada nas fezes. Essa medida é conhecida como digestibilidade aparente, pois no conteúdo fecal existe ainda uma fração metabólica, que não provém do alimento, sendo composta por resíduos de bactérias e substâncias endógenas do organismo animal (enzimas digestivas, células de descamação do trato digestório, sais biliares) (COATES *et al.* (2000); Salman *et al.* (2010)), descontando-se a fração de origem metabólica, obtém-se a medida de digestibilidade real.

O método tradicional de medir a digestibilidade utiliza animais estabulados em gaiolas metabólicas, equipadas com comedouro, bebedouro e bandeja coletora de fezes, além de aparato para evitar a contaminação das fezes com a urina. A técnica

consiste em alimentar os animais já adaptados a dieta e ao equipamento com quantidade conhecida do alimento, sendo realizada a coleta total das fezes e das sobras produzidas no período. Para se calcular o consumo diário diminui-se as sobras do total fornecido, e para se calcular a digestibilidade utiliza-se a proporção do valor de consumo e da produção total de fezes. A técnica de medida de digestibilidade *in vivo* foi muito bem descrita por Givens *et al.* (2000). Apesar de simples, esta técnica apresenta algumas dificuldades e possui custo relativamente elevado, porém, é ainda a técnica considerada padrão para medidas de digestibilidade, sendo todas as outras técnicas consideradas estimativas.

2.6.2 Técnica dos índices fecais

Segundo Soni *et al.* (1954), os primeiros experimentos utilizando indicadores para a determinação da digestibilidade tiveram início em 1874, com Wildt, e posteriormente, Lancaster (1949), propôs a concentração de nitrogênio fecal como índice para se estimar a digestibilidade da matéria orgânica e a excreção total de N como indicador para a estimativa do consumo forragem. A técnica dos índices fecais baseia-se no uso de uma equação para estimar a digestibilidade ou o consumo através da relação com a concentração ou excreção total de algum componente químico (indicador) presente nas fezes. Esta equação deve ser gerada através de experimentos com o uso de gaiolas metabólicas, utilizando-se o alimento o mais parecido possível do alimento a ser avaliado (OMED, 1986). Os resultados obtidos do ensaio de digestibilidade são relacionados à concentração de um ou mais componentes presentes nas fezes, com a digestibilidade do alimento.

Porém, para se estimar o consumo total de matéria seca é preciso saber a produção fecal diária total, sendo utilizado para tal arreios coletores ou marcadores externos, como óxido de cromo e dióxido de titânio. Um dos problemas da técnica é que a relação entre o indicador nas fezes e a digestibilidade varia de acordo com a espécie e o estágio de crescimento da mesma, havendo assim, a necessidade de se gerar uma equação para cada situação (COATES *et al.*, 2000).

O componente fecal mais utilizado como indicador é o nitrogênio fecal (PENNING, 2004). Segundo Lancaster (1949), a excreção de nitrogênio nas fezes de ovinos por unidade de consumo de matéria orgânica ingerida da pastagem é constante. De acordo com Lukas *et al.* (2005) a relação entre a concentração de

proteína bruta nas fezes e a digestibilidade da matéria orgânica é que quanto maior a digestibilidade da MO, menor será a quantidade de MO nas fezes e maior será a concentração de proteína endógena excretada. Quando a digestibilidade da MO da dieta diminui, a concentração de PB na MO fecal diminui por diluição, já que ocorre aumento na excreção de MO por kg de MO ingerida (LUKAS *et al.*, 2005). Enfim, esta técnica é bastante útil quando se pretende relacionar o desempenho de animais em pastejo com o consumo de forragem.

2.6.3 A técnica “in vitro” de estimativa de digestibilidade pela produção de gases

A técnica “in vivo” é a mais adequada entre diversas técnicas existentes, porém é cara, demorada, e demanda muita mão de obra (MAURÍCIO *et al.*, 2003). Além disso, depende de grande infraestrutura e não é possível avaliar vários alimentos simultaneamente. Devido às inconveniências desta técnica, outras metodologias foram desenvolvidas para facilitar as avaliações de digestibilidade, como por exemplo, a técnica “in vitro” de produção de gases.

A técnica de digestão “in vitro” visa simular o processo natural de digestão que ocorre no rúmen. Possui vantagens como menor quantidade de material necessário para análise e não ser necessário realizar medidas com animais (somente os doadores de líquido ruminal). Uma das técnicas utilizadas atualmente é a técnica estimativa pela produção de gases, sendo esta uma evolução da técnica primeiramente proposta por Tilley e Terry (1963), e modificada por Menke e Steingass (1988). Possui a vantagem de obtenção de estimativas da taxa de degradação e degradação total mais rapidamente que em outras técnicas (CAMPOS *et al.*, 2001).

Nesta técnica, amostras de forragens são incubadas com líquido ruminal por 24 ou 48 horas em um ambiente que visa reproduzir o ambiente ruminal (presença de microrganismos, anaerobiose, temperatura de 39 °C, poder tampão e pH 6,9). Para isso, incubam-se as amostras juntamente com líquido ruminal e uma solução de saliva artificial, todos em quantidades conhecidas, acondicionados em frascos hermeticamente fechados e com volume interno conhecido, deixados em banho maria, com agitação (THEODOROU *et al.*, 1994). Para quantificar a produção de gases utiliza-se um transdutor de pressão, que acoplado a um computador armazena os valores mensurados. Uma vantagem desta técnica é a capacidade de ser quantificado os gases produzidos a qualquer momento. Acoplando uma torneira de

três vias ao transdutor de pressão pode-se coletar os gases com uma seringa plástica logo após a mensuração da pressão, sendo as análises realizadas por cromatografia gasosa (THEODOROU *et al.*, 1994). A estimativa de digestibilidade do alimento é feita correlacionando a produção microbiana de gás e a matéria orgânica fermentada, além da possibilidade de utilização do resíduo após fermentação para se estimar a digestibilidade pelo desaparecimento de matéria seca e para a realização de análises laboratoriais. Além disso, pode-se estudar os perfis fermentativos a partir da dosagem de AGV e de gases (CH₄, CO₂ e H₂). Uma grande vantagem desta técnica é a possibilidade de se avaliar grande número de substratos num mesmo experimento, como em avaliações com diferentes proporções de misturas entre alimentos, o que se torna muito caro e trabalhoso para se realizar através das técnicas “in vivo”.

2.7 HIPÓTESES

2.7.1 Geral

O consumo voluntário, a digestibilidade e o desempenho de animais ingerindo grama missioneira gigante situam-se numa faixa representativa da maioria das gramíneas de clima tropical, mas sua utilização pode ser nutricionalmente potencializada quando em associação com leguminosas.

2.7.2 Específicas

A excreção diária de proteína bruta nas fezes pode predizer o consumo de MS de cordeiros alimentados com mistura de gramínea mais leguminosa;

O acesso a áreas de amendoim forrageiro por duas horas por dia aumenta o consumo total de MS e o ganho de peso diário de cordeiros;

A grama missioneira gigante manejada mais alta não interfere no consumo de MS e no desempenho de cordeiros;

Os efeitos aditivos produzidos nas misturas utilizando o amendoim forrageiro serão semelhantes aos produzidos pelo sainfoin (*Onobrychis viciifolia*), devido a presença de taninos condensados em ambas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Esta tese foi concebida a partir da realização de quatro experimentos. Os experimentos 1, 2 e 3 foram realizados na Estação Experimental da EPAGRI localizada no município de Ituporanga/SC, 27°38`S, 49°60`O com 475 metros de altitude. O clima da região é classificado segundo Köeppen como tipo Cfa (subtropical úmido) com temperatura média de 17°C e precipitação anual média total de 1500 mm. O solo da área é do tipo Cambissolo Álico. Dados meteorológicos mensais de Ituporanga/SC estão presentes da Tabela 4. Para a realização destes experimentos foram utilizados uma área com aproximadamente 2 ha de grama missioneira gigante e uma área com aproximadamente 1 ha de amendoim forrageiro.

O experimento 4 foi realizado no INRA de Clermont-Ferrand, França - UMR1213 Unidade de pesquisa com Herbívoros, Auvergne-Rhône-Alpes na região do Massif Central (45°42`N, 03°30`E).

Tabela 4 - Dados meteorológicos mensais de Ituporanga-SC, referente ao período de realização dos experimentos.

Mês/Ano	Pluviometria	Temperatura		
		Mínima	Média	Máxima
11/12	79,7	15,1	20,5	27,6
12/12	162,4	18,7	23,5	30,1
01/13	167,7	17,4	21,8	28,4
02/13	128,6	18,1	22,4	29,3
03/13	176,1	16,3	20,3	26,3
04/13	54	12,4	17,6	25,1
05/13	66,9	10,0	14,9	21,7
06/13	211,9	10,4	14,1	19,3
07/13	98,6	7,6	12,1	18,8
08/13	195,4	8,0	13,2	20,4
09/13	331,6	11,6	16,0	22,1
10/13	97,7	13,9	18,3	24,3
11/13	51	15,7	20,4	26,3
12/13	189,6	17,8	22,8	29,5
01/14	224,2	17,4	23,9	31,6
02/14	156,9	18,7	24,4	32,1
03/14	172,1	18,0	21,6	28,1
04/14	56	13,7	18,9	24,9

3.2 ESPÉCIES FORRAGEIRAS UTILIZADAS

As espécies forrageiras de clima tropical utilizadas nos quatro experimentos (grama missioneira gigante e amendoim forrageiro) cresceram na região de Ituporanga/SC. As plantas de clima temperado utilizadas no quarto experimento (festuca, alfafa e sainfoin (leguminosa rica em tanino nativa do continente europeu)), eram provenientes da coleção de forrageiras do INRA da estação de 'Crouël' (altitude 320 m), próximo a Clermont-Ferrand. O solo da região é do tipo argiloso, fértil, com pH básico. Todas as plantas utilizadas no experimento 4 foram colhidas em estágio vegetativo, menos o sainfoin, que estava em estágio de inicial de florescimento. Logo após a colheita as plantas foram armazenadas em temperatura de -20 °C, para posteriormente serem liofilizadas e moídas a 1mm. Após a moagem todas as amostras foram guardadas em temperatura ambiente até a realização de análises químicas e medidas de parâmetros de fermentação ruminal *in vitro*.

3.3 EXPERIMENTO 1

Este experimento visou avaliar o consumo voluntário e a digestibilidade "in vivo" da MO da grama missioneira gigante em diferentes estágios de desenvolvimento (28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias de rebrota). O experimento foi conduzido de dezembro de 2012 a março de 2013. Inicialmente foi realizado uma roçada para uniformização da área e efetuada uma aplicação de N na forma de ureia na proporção de 60 kg/ha. Antes do início do período de coletas, os animais foram adaptados as gaiolas metabólicas e aos arreios coletores de urina. Devido a problemas na implantação do experimento, as avaliações iniciaram pela idade de rebrota de 49 dias, seguindo até o período de 63 dias. Em seguida foram realizadas as avaliações dos períodos entre 28 a 42 dias.

Foram utilizados seis ovinos machos, castrados, mestiços Texel × Crioula com peso médio inicial aproximado de 35 kg, em seis períodos de avaliação, correspondentes a diferentes idades de rebrota do pasto. No primeiro período os animais foram submetidos a 15 dias de adaptação à dieta e cinco de coleta. Os demais períodos foram realizados com intervalos de dois dias, mantendo-se cinco dias para as coletas. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas e as diferentes idades

de rebrota consideradas foram os dias médios de cada período de medida. O de Grama Missioneira Gigante fornecidos *ad libitum* a todos os animais.

A grama missioneira foi fornecida duas vezes ao dia (7h30min e 16h30min), e para garantir o fornecimento *ad libitum*, diariamente foi adicionado uma quantidade 20% acima da quantidade consumida no dia anterior. O pasto era cortado com auxílio de roçadeira costal a cerca de 5 centímetros do nível do solo, sendo coletada uma amostra por dia para a realização das análises bromatológicas. Antes do fornecimento da manhã, as sobras eram recolhidas e pesadas, sendo coletadas amostras individuais para as análises bromatológicas. Após a secagem das amostras, a forragem oferecida foi agrupada formando uma amostra composta por período e as sobras foram agrupadas formando amostras compostas por animal em cada período. O consumo de forragem foi medido pela diferença entre a quantidade de forragem oferecida e as sobras. As fezes eram pesadas diariamente, sendo coletadas amostras diárias individuais na razão de 100 g/animal por dia. Após a secagem, para quantificar a produção fecal individual de MS, foi gerado uma amostra composta por animal por período. Para evitar a contaminação das fezes com urina os animais foram equipados com arreios coletores de urina.

A digestibilidade aparente da matéria seca, da matéria orgânica e dos constituintes da matéria orgânica foi calculada pela diferença entre a quantidade ingerida e excretada nas fezes. A energia metabolizável foi calculada segundo equação proposta pelo AFRC (1993), onde a energia metabolizável (MJ/kg MS) é igual a matéria orgânica digestível (g/kg MS) multiplicada por 0,0157. A altura do pasto foi medida diariamente com régua graduada ao nível do primeiro toque no pasto (sward stick), obtendo-se uma média de altura por período que variou de 26 a 52 cm.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (versão 9.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) considerando-se o animal como efeito aleatório e a idade de rebrota efeito fixo. As médias foram comparadas por meio de contrastes de polinômios ortogonais, testando os efeitos linear e quadrático quando o valor de “F” da ANOVA foi $\leq 0,05$. Os efeitos linear e quadrático foram considerados significativos quando $P \leq 0,05$.

3.4 EXPERIMENTO 2

Este experimento visou gerar informações relacionadas ao valor alimentar de uma dieta composta pela grama missioneira gigante acrescida de amendoim forrageiro, além de gerar uma equação para a estimativa de consumo de matéria seca pela excreção diária de proteína bruta nas fezes. O experimento foi conduzido nos meses de janeiro a abril de 2014. Foram utilizados 7 ovinos machos castrados da raça Ile de France, com idade média de 6 meses e peso médio inicial aproximado de 32 kg, alojados em gaiolas metabólicas. Antes do início do período de avaliação os animais foram adaptados às dietas, às gaiolas metabólicas e aos arreios coletores de urina durante 15 dias.

Os animais foram alimentados com grama missioneira gigante com idade média de 35 dias de rebrote e amendoim forrageiro. Para que a grama missioneira fosse fornecida sempre com 35 dias de rebrote uma área correspondente ao consumo de uma semana era cortada a cada sete dias, antes do início do experimento, sendo feito uma aplicação de N na forma de ureia, na proporção de 60 kg/ha. No primeiro período de avaliação, todos os animais receberam amendoim forrageiro *ad libitum* por duas horas e grama missioneira gigante *ad libitum* no restante do tempo. Assim, estabeleceu-se o consumo voluntário (aproximadamente 3,5% do PV) e a proporção de amendoim forrageiro na MS total consumida quando este era disponibilizado durante duas horas (das 8 à 10h), a qual foi de aproximadamente 25% do total consumido.

A partir dos resultados do primeiro ciclo, foram estipulados quatro níveis de oferecimento de MS total: *ad libitum*; 3% do peso vivo; 2,5% do peso vivo; e 2% do peso vivo. O experimento foi conduzido em um delineamento experimental de duplo quadrado latino incompleto, com cinco períodos 15 dias (10 de adaptação e cinco de avaliação). Nas dietas em que o oferecimento foi restrito, a proporção de amendoim foi fixada em 25% da MS total. O amendoim forrageiro foi disponibilizado por duas horas (das 8 às 10h) e a grama missioneira gigante no restante do dia. O fornecimento *ad libitum* foi estabelecido através do acréscimo no fornecimento em 20% ao consumo do dia anterior, sendo este valor calculado diariamente antes da primeira refeição. Os animais recebiam o amendoim pela manhã (às 8h), após a limpeza dos cochos para a pesagem das sobras da grama missioneira. Duas horas após o fornecimento do amendoim, era realizada limpeza dos cochos para pesagem e amostragem das

sobras, quando havia. Em seguida era fornecido a grama missioneira gigante, duas vezes ao dia. Os procedimentos de pesagem e coleta de amostras foram semelhantes aos realizados no primeiro experimento. A digestibilidade aparente da matéria seca, da matéria orgânica e dos constituintes da matéria orgânica foi calculada de forma semelhante ao primeiro experimento, somando-se o consumo dos dois alimentos.

Para a avaliação estatística foi utilizado o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (versão 9.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) considerando os efeitos aleatórios do animal e o período e o efeito fixos do nível de oferecimento da dieta. Foi considerado diferença significativa entre os tratamentos quando o valor de $F \leq 0,05$. Também foram testados os contrastes de polinômios ortogonais para avaliar possíveis efeitos lineares ou quadráticos do nível do fornecimento da dieta.

Com o objetivo de obter uma equação para a estimativa do consumo de MS em pasto, foi gerada uma equação onde consumo de MS foi considerado a variável dependente e a excreção fecal diária de proteína a variável independente. Os valores do consumo estimado a partir desta equação foram plotados contra os consumos observados.

3.5 EXPERIMENTO 3

Neste experimento foi avaliado o efeito do acesso a pastos de amendoim forrageiro para cordeiros pastejando grama missioneira gigante. O experimento foi conduzido em arranjo fatorial 2×2 sendo os fatores a altura de entrada no piquete de grama missioneira (25 e 35 cm) e acesso ou não a amendoim forrageiro por duas horas por dia.

O experimento foi conduzido de fevereiro a março de 2014. Foram utilizados 24 ovinos machos castrados com idade média até 6 meses. Os animais foram divididos em quatro grupos de seis animais. Foram utilizadas duas áreas, uma com grama missioneira gigante (0,64 ha) subdividida em 16 piquetes e outra com amendoim forrageiro (0,1 ha), também subdividida em dois piquetes. Antes do início do experimento a área de missioneira foi adubada com dejetos líquidos suíno na proporção de 50 m³/ha. Antes do início do experimento a cada semana quatro piquetes de missioneira eram roçados, dois roçados mais baixos, e dois mais altos, de maneira que no início do experimento houvesse dois piquetes com 25cm e dois com 35cm.

Para se determinar a altura de entrada e saída os piquetes eram medidos com régua graduada (sward stick) ao primeiro toque na folha, sendo realizadas 50 medidas por piquete. A altura de saída tanto da missioneira como do amendoim era de 50% da altura de entrada.

O consumo total de matéria seca foi estimado através da equação gerada no experimento 2, sendo utilizado a excreção diária de proteína bruta nas fezes como preditor do consumo. Para isso foi necessário a realização de coleta total de fezes, sendo esta coleta realizada durante 5 dias durante o período de avaliação. Para a coleta foram utilizados arreios coletores que eram esvaziados duas vezes ao dia, logo pela manhã e no final da tarde. Logo após a coleta, o total produzido por animal era pesado e uma amostra era coletada, perfazendo um total de 10 amostras por animal. As amostras de fezes eram levadas para estufa com ventilação forçada a uma temperatura de 60°C por 72 horas sendo então moídas. As amostras de cada animal foram agrupadas formando uma amostra composta de cada animal. Os animais eram pesados antes e após os períodos de avaliação, e foram realizados dois períodos de avaliação com coleta de fezes.

Para a análise estatística foi utilizado o procedimento PROC GLM do pacote estatístico SAS (versão 9.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) sendo utilizado um modelo linear considerando os efeitos fixos da altura da missioneira, do acesso ou não ao amendoim forrageiro e a interação entre os dois efeitos.

3.6 EXPERIMENTO 4

Neste experimento foram avaliados os parâmetros de fermentação *in vitro* gás da grama missioneira gigante e do amendoim forrageiro em misturas binárias com outras espécies forrageiras sendo estas últimas provenientes de região de clima temperado. Foram utilizadas duas gramíneas, grama missioneira gigante (espécie de clima tropical) e festuca (*Festuca arundinacea*, espécie de clima temperado) e três leguminosas, amendoim forrageiro (espécie tropical que contém taninos condensados), alfafa (*Medicago sativa*, espécie de clima temperado sem taninos condensados) e sainfoin (*Onobrychis viciifolia*, espécie de clima temperado que contém taninos condensados). Cada planta pura (n=5) e todas as misturas possíveis entre uma gramínea e uma leguminosa em três proporções binárias (250:750, 500:500 e 750:250, em g/kg de MS, n=18) foram testadas. Os efeitos dos taninos condensados

foram testados pela condução do experimento com o uso ou não de polietileno glicol (PEG) no meio de incubação, pois o PEG pode ligar-se aos taninos condensados inativando seus efeitos (total: n=46). Todos os tratamentos foram testados em triplicatas através da realização de três baterias de fermentação de 24 horas realizadas dentro de um período de duas semanas.

O líquido ruminal foi coletado de três ovinos fistulados (machos castrados, raça Texel, com peso médio de $61,2 \pm 9$ kg). Um mês antes do início da etapa de fermentação estes animais foram alimentados diariamente com 1200g (como apresentado) de uma dieta composta por feno de pasto permanente de primeiro corte (800 g), cevada (65 g), farelo de canola (36 g), trigo (30 g), polpa de beterraba (21 g), outros grãos (36 g), melação e minerais (12 g). O alimento foi dividido em duas porções fornecidas em quantidades iguais às 08:00 h e às 16:00 h. Os animais tinham acesso livre a água e sal mineral (Sel'pur, Salins, Paris, França). Para cada dia de incubação uma quantidade de conteúdo ruminal era coletado via cânula ruminal de cada animal em igual proporção, antes da primeira refeição. O conteúdo ruminal dos três animais foram misturados em um frasco fechado, e levados ao laboratório para serem filtrados com filtro de poliéster monofilamento (com espaço de abertura de 800 μ m) para a obtenção do fluido ruminal usado como inóculo para os frascos de fermentação "in vitro". O tempo entre a filtragem e a inoculação não ultrapassou 25 minutos.

O ensaio de fermentação foi conduzido como descrito por Niderkorn *et al.* (2012). Inicialmente, para cada tratamento cerca de $600 \pm 0,5$ mg de amostra liofilizada foi colocada dentro de frascos de vidro com volume conhecido de 120 ml e em seguida estes frascos foram infundidos com N_2 para retirada do ar, e tampados. No dia da fermentação estes frascos contendo as amostras foram pré-aquecidos a 39°C e em seguida foi distribuído 40 ml do líquido ruminal tamponado (líquido ruminal filtrado diluído na proporção de 1:2 (v:v) com solução tampão anaeróbica de fosfato:carbonato, com pH inicial de $6,92 \pm 0,015$ e fechados hermeticamente com tampa de silicone e lacres de alumínio. A solução tampão foi preparada de acordo com Goering e Van Soest (1970), e modificada por Niderkorn *et al.* (2011), na presença ou ausência de 2,3 g/L de PEG (4000 Da peso molecular) que foi ajustado para a expectativa de concentração de taninos condensados no sainfoin de modo a obter uma taxa de PEG:CT de 1,7:1 (p/p), conforme recomendado por Mcsweeney *et al.* (1999). Amostras em branco sem substratos de nenhuma planta (somente líquido ruminal tamponado com ou sem PEG) foram incubados em todas as baterias.

Amostras de líquido ruminal tamponado foram coletadas no tempo 0 para determinar a produção líquida de AGV e amônia. Todos os frascos foram incubados em banho-maria com agitação controlada e temperatura de 39°C.

Após 24h de incubação a produção total de gases foi medida utilizando-se a técnica do transdutor de pressão, conforme descrito por Theodorou *et al.* (1994). Amostras de gás foram coletadas do espaço superior dos frascos para determinação da composição dos gases (CH₄, CO₂). A fermentação foi parada e o conteúdo de cada frasco foi tratado conforme descrito por Niderkorn *et al.* (2012), para a determinação do pH, AGV e amônia no meio. Para isso, o conteúdo de cada frasco foi transferido para tubos do tipo Falcon (pesados previamente) e acondicionados em uma caixa com gelo, em seguida foram centrifugados e foram coletadas amostras do líquido para realização da análises de AGV e amônia, sendo as mesmas mantidas congeladas a -20°C até o momento das análises. O restante do líquido foi descartado e o resíduo sólido restante dentro do tubo foi levado para estufa com temperatura de 60°C por 3 dias até completa evaporação do conteúdo líquido e em seguida pesados, obtendo-se assim o desaparecimento da matéria seca.

Todas as variáveis foram analisadas utilizando-se o procedimento PROC MIXED do programa computacional SAS (processo Mixed, versão 9.2; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), sendo considerados a proporção de leguminosa e PEG como efeitos fixos e as repetições como efeito aleatório. Foram declarados diferentes estatisticamente os tratamentos que apresentaram um valor de $P \leq 0,05$. Foram também determinados os contrastes polinômios ortogonais para avaliar os efeitos linear e quadrático do nível de inclusão de leguminosas.

3.7 ANÁLISE DOS ALIMENTOS E FEZES

3.7.1 Experimentos 1, 2 e 3

Para os experimentos 1, 2 e 3 os procedimentos de análise bromatológica dos alimentos e das fezes foram semelhantes. Inicialmente, após a coleta e pesagem das amostras, as mesmas foram acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar com temperatura controlada de 60°C, por 72 horas. Após secagem, os alimentos e as fezes foram pesados e em seguida moídos, em moinho do tipo martelo com peneira de 1mm, sendo então as amostras acondicionadas em sacos plásticos até análises

posteriores. Estes procedimentos foram realizados nas dependências da Estação Experimental da EPAGRI, em Ituporanga, SC.

A análise dos alimentos foi realizada segundo proposto por Van Soest e Wine (1967), sendo as mesmas realizadas junto ao laboratório de bromatologia do CAV/UEDESC em Lages, SC. Inicialmente, as amostras já previamente moídas foram para estufa a 105°C por 24 horas para a obtenção dos valores de matéria seca total. Em seguida, as mesmas amostras foram incineradas em forno tipo mufla, a 550°C para a obtenção dos valores de matéria mineral e orgânica (AFNOR, 1985). A dosagem de proteína bruta foi realizada pela técnica de Kjeldahl (AOAC, 1995), utilizando-se um extrator de nitrogênio da marca Tecnal®. Os teores de FDN e FDA foram analisados pelo método de Van Soest *et al.* (1991), utilizando-se equipamento Fiber analyzer (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA).

3.7.2 Experimento 4

As amostras das plantas foram analisadas para matéria seca por secagem em estufa a 105°C por 48 h, e para MO por incineração em forno tipo mufla a 550°C por 6h. O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), Fibra em detergente ácido (FDA), e de lignina foram determinados com o método descrito por Van Soest *et al.* (1991), utilizando-se o aparelho Fiber Analyzer (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA). A proteína bruta foi determinada de acordo com o método de Dumas, por combustão (AOAC, 1995) sendo utilizado o equipamento rápido de proteína/N “N-cube” (Elementar Americas Inc., Mt Laurel, NJ, USA). A determinação da MS dos resíduos foi determinada de forma semelhante à das plantas. A composição de gases (CH₄ e CO₂) foi determinada por cromatografia gasosa utilizando-se o equipamento MicroGC (CP2003, Chromopack, Holanda). O perfil dos AGV presentes na porção sobrenadante foi estabelecida por cromatografia gasosa e a amônia foi medida pela reação de Berthelot (Weatherburn, 1967) utilizando placas de 96 poças analisadas por aparelho automático de espectrofotometria modelo NanoQuant da marca TECAN. A concentração de taninos condensados foi determinada por colorimetria através do método do HCl-butanol (GRABBER *et al.*, 2013). A degradação aparente da MS foi determinada pela diferença entre a matéria seca inicial antes da fermentação e a matéria seca residual após 24 h de fermentação.

4 RESULTADOS

4.1 EXPERIMENTO 1 – VALOR NUTRITIVO DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (*Axonopus catharinensis*) EM DIFERENTES IDADES DE REBROTA PARA OVINOS

A concentração média de proteína bruta na missioneira gigante oferecida foi de 9,5%, variando de 7,17% a 13,24% (Tabela 5). A concentração média de FDN ficou em 67,1%, variando de 63,7 até 69,1%. Os valores de FDA ficaram com uma média de 32,9% variando de 29,9% até 35,4%.

Tabela 5 - Composição química (g/kg MS) da grama missioneira gigante em diferentes idades de rebrota, cortada a cerca de 5 cm do nível do solo

	Idade de rebrota (dias)					
	28	35	42	49	56	63
Matéria seca (g/ kg verde)	205	208	152	235	235	236
Matéria orgânica	919	922	918	929	939	930
Proteína bruta	115	91	132	86	72	73
Fibra em detergente neutro	685	691	672	637	673	667
Fibra em detergente ácido	344	354	316	299	324	337

Os teores de proteína bruta aumentaram e os de FDN reduziram de forma quadrática à medida que aumentou a idade de rebrota da grama missioneira gigante (Tabela 6). Os maiores teores de proteína bruta e os menores teores de FDN foram observados quando os pastos atingiram 42 e 49 dias, respectivamente. No mesmo sentido, o consumo voluntário e as digestibilidades aparentes da MS e da MO também aumentaram de forma quadrática à medida que aumento a idade de rebrota do pasto (Tabela 7). Os maiores valores de consumo e digestibilidade foram observados nos pastos com 56 dias de rebrota. O Valor energético médio da grama missioneira variou de 7,6 até 9,88 MJ/kg MS.

Tabela 6 - Composição química (g/kg MS) da forragem ingerida por ovinos com acesso irrestrito a grama missioneira gigante com diferentes idades de rebrota

	Idade de rebrota (dias)						Erro padrão	Valor de P	Contrastes	
	28	35	42	49	56	63			Linear	Quadrático
MS (g/kg verde)	168	164	139	240	237	210	6,42	<0,0001	<0,0001	<0,0001
MO	914	917	917	926	937	924	0,55	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PB	126	100	141	90	75,9	80,9	0,69	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FDN	672	680	662	626	665	653	1,39	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FDA	325	343	302	289	315	323	1,19	<0,0001	<0,0001	<0,0001

MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido

Tabela 7 - Consumo voluntário, digestibilidade aparente e valor energético da grama missioneira gigante com diferentes idades de rebrota fornecida para ovinos

	Idade de rebrota						Erro padrão	Valor de P	Contrastes	
	28	35	42	49	56	63			Linear	Quadrático
<i>Consumo</i>										
MS (g/kg PV)	25,3	23,6	22,5	27,0	29,0	26,2	1,05	0,0039	0,0026	0,0035
MS (g/kg PV ^{0,75})	64,2	58,8	56,7	67,8	73,8	66,3	2,79	0,0036	0,0026	0,0026
MO (g/kg PV)	23,3	21,6	20,5	25,0	27,2	24,0	0,98	0,0014	0,0011	0,0015
MO (g/kg PV ^{0,75})	58,8	54,2	52	62,8	69	61,2	2,54	0,0014	0,0009	0,0015
<i>Digestibilidade aparente</i>										
MS	0,548	0,525	0,585	0,558	0,642	0,576	0,012	<0,0001	<0,0001	0,0093
MO	0,58	0,564	0,615	0,593	0,672	0,604	0,011	<0,0001	<0,0001	0,011
PB	0,629	0,563	0,687	0,560	0,595	0,562	0,012	<0,0001	0,074	0,3219
FDN	0,605	0,604	0,649	0,571	0,664	0,613	0,012	<0,0001	0,0266	0,1841
FDA	0,589	0,592	0,605	0,504	0,619	0,603	0,013	<0,0001	0,523	0,0459
<i>Valor energético</i>										
EM (MJ/kg MS)	8,33	8,12	8,86	8,62	9,88	8,76	0,161	<0,0001	<0,0001	0,0039
Consumo EM (MJ/dia)	8,58	7,63	8,29	9,06	11,72	9,47	0,614	0,0014	0,0003	0,0046
Consumo MOD (g/kg PV)	13,5	12,17	12,68	14,9	18,36	14,59	0,721	<0,0001	<0,0001	0,0004
Consumo EM (MJ/kg PV)	0,212	0,191	0,199	0,234	0,288	0,229	0,011	<0,0001	<0,0001	0,0004

MOD = matéria orgânica digestível EM = energia metabolizável

O Valor energético médio da grama missioneira variou de 8,12 até 9,88 MJ/kg MS.

4.2 EXPERIMENTO 2 – DIGESTIBILIDADE E VALOR ENERGÉTICO DA MISTURA DE GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (*Axonopus catharinensis*) E AMENDOIM FORRAGEIRO (*Arachis pintoii*) EM DIFERENTES NÍVEIS DE FORNECIMENTO PARA OVINOS

Através da Tabela 8 pode-se observar as diferenças quanto a composição química entre a missioneira e o amendoim forrageiro. Por se tratar de uma leguminosa, o amendoim forrageiro apresentou maior valor de proteína bruta e menor valor de FDN e FDA em comparação a grama missioneira gigante.

Tabela 8 - Composição química (g/kg MS) média da grama missioneira gigante e do amendoim forrageiro durante os meses de janeiro a abril de 2014, em Ituporanga, SC

	Missioneira Gigante	Amendoim Forrageiro
Matéria seca (g/kg verde)	226	224
Matéria orgânica	918	915
Proteína bruta	111	185
Fibra em detergente neutro	646	459
Fibra em detergente ácido	298	288

No primeiro período, quando todos os animais receberam o amendoim forrageiro *ad libitum* por duas horas, estabeleceu-se que o consumo voluntário de amendoim pelo período de duas horas, sendo aproximadamente 25% do total de matéria seca. Como em todos os tratamentos foram fornecidos a mesma proporção de amendoim forrageiro, os teores de PB, FDN e FDA da forragem ingerida foram semelhantes (Tabela 9).

Tabela 9 - Composição química (g/kg MS) da forragem ingerida por ovinos alimentados com grama missioneira gigante e amendoim forrageiro na proporção de 75:25, respectivamente

	Nível de fornecimento (% PV)				Erro padrão	Valor de P	Contrastes	
	2,0	2,5	3,0	<i>ad libitum</i>			Linear	Quadrático
Matéria seca (g/ kg verde)	212	214	212	206	1,32	0,0042	0,0045	0,0064
Matéria orgânica	920	919	920	922	0,72	0,0759	0,0519	0,0501
Proteína bruta	130	130	131	135	1,72	0,1951	0,0585	0,2616
Fibra em detergente neutro	617	616	616	612	5,16	0,9481	0,5875	0,8539
Fibra em detergente ácido	293	295	293	285	1,85	0,0074	0,0045	0,0162

A digestibilidade aparente da MS, MO e da proteína bruta apresentou um aumento linear com o aumento do nível do fornecimento (Tabela 10). O valor médio de EM ingerido apresentou maior valor para os tratamentos com maiores níveis de fornecimento, devido à maior digestibilidade apresentada nos mesmos.

Tabela 10 - Consumo voluntário, digestibilidade aparente e valor energético da mistura de grama missioneira gigante e amendoim forrageiro com diferentes idades de rebrota fornecida para ovinos na proporção aproximada de 75:25, respectivamente

	nível de fornecimento				Erro padrão	Valor de P	Contrastes	
	2,0	2,5	3,0	<i>ad libitum</i>			Linear	Quadrático
<i>Consumo</i>								
MS (g/kg PV)	20,5	23,9	27,5	36,6	1,26	0,001	<0,0001	0,0405
MS (g/kg PV ^{0,75})	50,1	58,8	67,9	90,7	3,14	<0,0001	<0,0001	0,0416
MO (g/kg PV)	18,9	22,0	25,4	33,7	1,16	<0,0001	<0,0001	0,0378
MO (g/kg PV ^{0,75})	46,1	54,0	62,4	83,6	2,88	<0,0001	<0,0001	0,0389
<i>Digestibilidade aparente</i>								
MS	0,644	0,664	0,692	0,698	0,0087	0,0012	0,0002	0,471
MO	0,714	0,715	0,734	0,740	0,0060	0,0133	0,0023	0,6814
PB	0,670	0,674	0,699	0,706	0,0072	0,0054	0,0008	0,8002
FDN	0,692	0,694	0,721	0,713	0,0101	0,1551	0,0712	0,6281
FDA	0,621	0,630	0,669	0,649	0,0139	0,1113	0,0817	0,3306
<i>Valor energético</i>								
EM (MJ/kg MS)	10,3	10,3	10,6	10,7	0,091	0,0125	0,0021	0,5612
Consumo EM (MJ/dia)	7,5	9,0	10,8	14,8	0,533	<0,0001	<0,0001	0,0386
Consumo MOD (g/kgPV)	13,5	15,7	18,7	25,0	0,861	<0,0001	<0,0001	0,0314
Consumo EM (MJ/kgPV)	0,212	0,246	0,293	0,392	0,014	<0,0001	<0,0001	0,0314

MÓD = matéria orgânica digestível EM = energia metabolizável

A excreção diária de proteína bruta nas fezes apresentou uma correlação bastante alta ($R^2= 0,9135$) com o consumo observado de MS (Figura 1). Assim, a quantidade de proteína bruta excretada nas fezes pode prever com boa acurácia o consumo de matéria seca, sendo demonstrado na Figura 2.

Figura 1 - Correlação entre proteína bruta excretada nas fezes e consumo observado de MS em ovinos estabilados

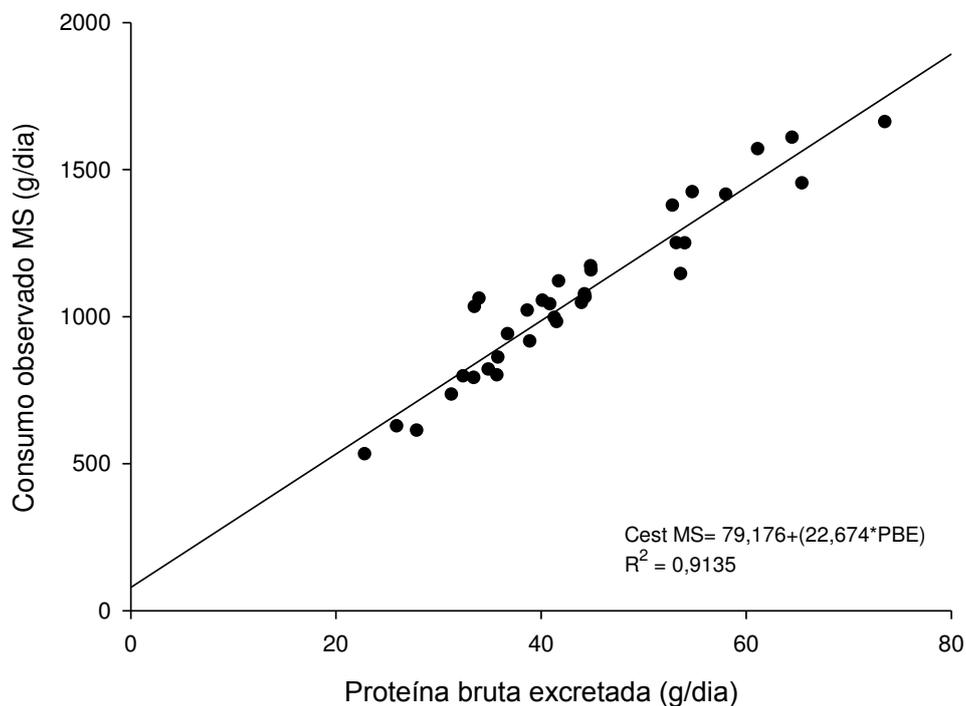
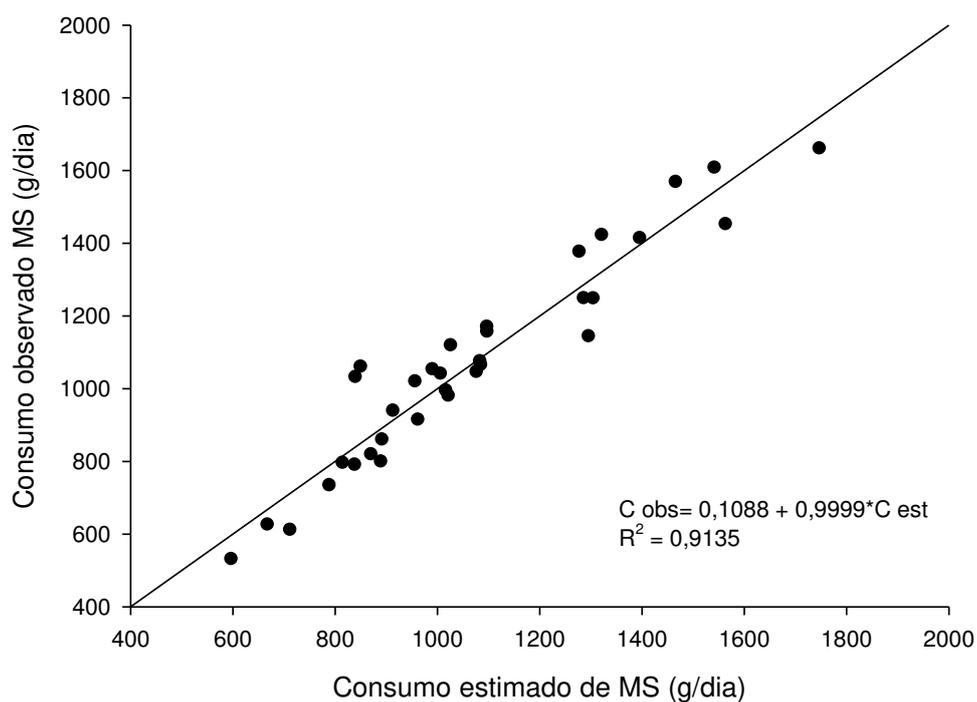


Figura 2 - Relação entre consumo observado e estimado pela excreção diária de proteína bruta por ovinos alimentados em gaiolas metabólicas recebendo grama missioneira gigante e amendoim forrageiro (na proporção 75:25, respectivamente). O valor do intercepto não difere significativamente de zero e o valor do coeficiente angular não difere significativamente de 1,0 (um)



4.3 EXPERIMENTO 3 – CONSUMO E DESEMPENHO DE OVINOS PASTEJANDO GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (*Axonopus catharinensis* Valls.) COM OU SEM ACESSO A ÁREAS DE AMENDOIM FORRAGEIRO (*Arachis pintoi*)

A composição química dos alimentos ingeridos (através da técnica de simulação de pastejo) pelos cordeiros no experimento 3 são demonstrados na Tabela 11. Assim como no experimento 2, o amendoim forrageiro apresentou maiores valores de proteína bruta e menores de FDN e FDA.

Tabela 11 - Composição química (g/kg MS) do alimento ingerido em amostras coletadas pela técnica de simulação de pastejo em ovinos pastejando grama missioneira gigante com ou sem acesso a pastos de amendoim forrageiro duas horas por dia.

	Missioneira Gigante	Amendoim Forrageiro
Matéria seca (g/kg verde)	245	254
Matéria orgânica	923	919
Proteína bruta	141	213
Fibra em detergente neutro	598	376
Fibra em detergente ácido	265	200

Não houve efeito da interação entre a altura da grama missioneira gigante e o acesso à leguminosa para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 12). O consumo de MS foi aproximadamente 23% superior ($P < 0,05$) nos cordeiros que tiveram acesso aos piquetes de amendoim forrageiro em comparação aos que não tiveram acesso à leguminosa. Corrigindo-se os dados de consumo de matéria seca para porcentagem de peso vivo, os animais com acesso aos piquetes de amendoim forrageiro apresentaram um aumento no consumo em cerca de 25% ($P < 0,05$) em comparação aos que não tiveram acesso à leguminosa. A altura da grama missioneira gigante não afetou o consumo.

Tabela 12 - Consumo de forragem por cordeiros pastejando grama missioneira gigante com duas alturas de entrada com ou sem acesso a pastos de amendoim forrageiro por duas horas diárias

Consumo	Missioneira		Missio + Amendoim		dpr	Valor de P		
	Alta	Baixa	Alta	Baixa		Pasto	Altura	Pasto x Alt
g/dia	1043	1151	1304	1410	192,2	0,005	0,198	0,989
% do peso vivo	3,59	3,63	4,49	4,53	0,680	0,005	0,873	1,000
g/kg PV ^{0,75}	83,2	86,0	104	107	14,35	0,003	0,641	1,000

dpr = desvio padrão residual;

4.4 EXPERIMENTO 4 – COMPLEMENTARIEDADE ENTRE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS DE CLIMA TEMPERADO E TROPICAL SOBRE CARACTERÍSTICAS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL AVALIADAS *IN VITRO*

A proteína bruta das gramíneas utilizadas variou de 100 a 120 g/kg MS, e de 150 a 280 g/kg MS nas leguminosas (Tabela 13). A alfafa apresentou o maior valor de PB e o conteúdo de FDN foi cerca de 150g/kg MS superior na gramínea de clima tropical quando comparada à gramínea de clima temperado. O conteúdo de FDN na leguminosa tropical apresentou um valor intermediário entre as duas leguminosas de clima temperado, as quais variaram de 200 a 500 g/kg MS. Os taninos condensados foram substancialmente presentes no amendoim forrageiro e no sainfoin, com maiores valores para o sainfoin.

Tabela 13 - Composição química (g/kg MS) da gramínea de clima tropical (grama missioneira gigante - *Axonopus catharinensis*), da gramínea de clima temperado (festuca - *Festuca arundinacea*) e das leguminosas amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), alfafa (*Medicago sativa*) e sainfoin (*Onobrychis viciifolia*)

	Gramíneas		Leguminosas		
	Missioneira	Festuca	Amendoim	Alfafa	Sainfoin
MS	955	930	945	916	890
MO	925	872	923	895	924
PB	104	119	203	279	157
FDN	617	464	397	496	215
FDA	281	241	164	375	157
LDA	12,0	12,5	36,3	73,8	18,9
TCT	1,34	1,33	11,6	0,86	30,1

MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; LDA, lignina em detergente ácido; TCT, taninos condensados totais.

A digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS), a produção total de gases, de AGV de cadeia ramificada e NH₃ aumentaram linearmente ($P < 0.05$) quando a proporção de amendoim ou de sainfoin aumentou nas misturas contendo grama missioneira (Tabela 14). A produção total de AGV não mudou com o aumento da proporção de amendoim na mistura com a grama missioneira, mas aumentou linearmente com o aumento da proporção de sainfoin. A DIVMS, a produção total de gás, a produção de AGV, de AGV de cadeia ramificada e NH₃ mostrou uma resposta quadrática positiva

quando a alfafa foi combinada com a grama missioneira gigante. A produção de metano aumentou quadraticamente ($P < 0,05$) à medida que a proporção das três leguminosas aumentou nas misturas com a grama missioneira.

Tabela 14 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, %), produção total de gases (mmol/g MS), produção de metano (CH₄, mmol/g MS), ácidos graxos voláteis totais (AGV, mmol/g MS), e ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada (AGV-CR, mmol/g MS) e amônia (NH₃, mmol/g MS) em função do nível de inclusão de três leguminosas (*Arachis pintoi*, *Medicago sativa*, *Onobrychis viciifolia*) misturadas a grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) em 24 horas de fermentação *in vitro*

	Porcentagem da leguminosa					SEM	P- value	Contrastes Ortogonais	
	0	25	50	75	100			Linear	Quadrático
<i>Arachis pintoi</i>									
Produção de gases	1.967	2.129	2.287	2.311	2.420	0.036	<0.0001	<0.0001	0.1034
CH ₄	0.642	0.806	0.925	0.971	1.018	0.029	<0.0001	<0.0001	0.0179
DIVMS	50.7	54.9	55.7	58.1	61.6	1.177	0.0001	<0.0001	0.9074
AGV-CR	0.156	0.210	0.242	0.289	0.290	0.023	0.0016	0.0001	0.1645
AGV Totais	8.329	8.741	8.529	9.623	9.384	0.397	0.175	—	—
Amônia	0.296	0.587	0.719	0.966	1.105	0.075	<0.0001	<0.0001	0.3209
<i>Medicago sativa</i>									
Produção de gases	1.967	2.044	2.031	2.088	1.935	0.025	0.0043	0.7436	0.0009
CH ₄	0.642	0.767	0.835	0.919	0.865	0.028	0.0001	<0.0001	0.0021
DIVMS	50.7	52.6	50.3	51.0	45.8	1.447	0.0194	0.0101	0.0246
AGV-CR	0.156	0.212	0.243	0.278	0.278	0.013	<0.0001	<0.0001	0.001
AGV Totais	8.329	8.515	8.460	8.372	8.017	0.088	0.0027	0.0035	0.001
Amônia	0.296	0.602	0.788	1.048	1.178	0.060	<0.0001	<0.0001	0.0139
<i>Onobrychis viciifolia</i>									
Produção de gases	1.967	2.103	2.279	2.380	2.437	0.033	<0.0001	<0.0001	0.0524
CH ₄	0.642	0.772	0.851	0.869	0.839	0.021	0.0001	<0.0001	0.0007
DIVMS	50.7	53.9	57.1	57.9	60.4	1.122	0.0005	<0.0001	0.2833
AGV-CR	0.156	0.188	0.221	0.262	0.274	0.012	<0.0001	<0.0001	0.1177
AGV Totais	8.329	8.329	9.296	10.012	9.928	0.213	0.0003	<0.0001	0.6091
Amônia	0.296	0.482	0.793	0.984	1.170	0.058	<0.0001	<0.0001	0.2122

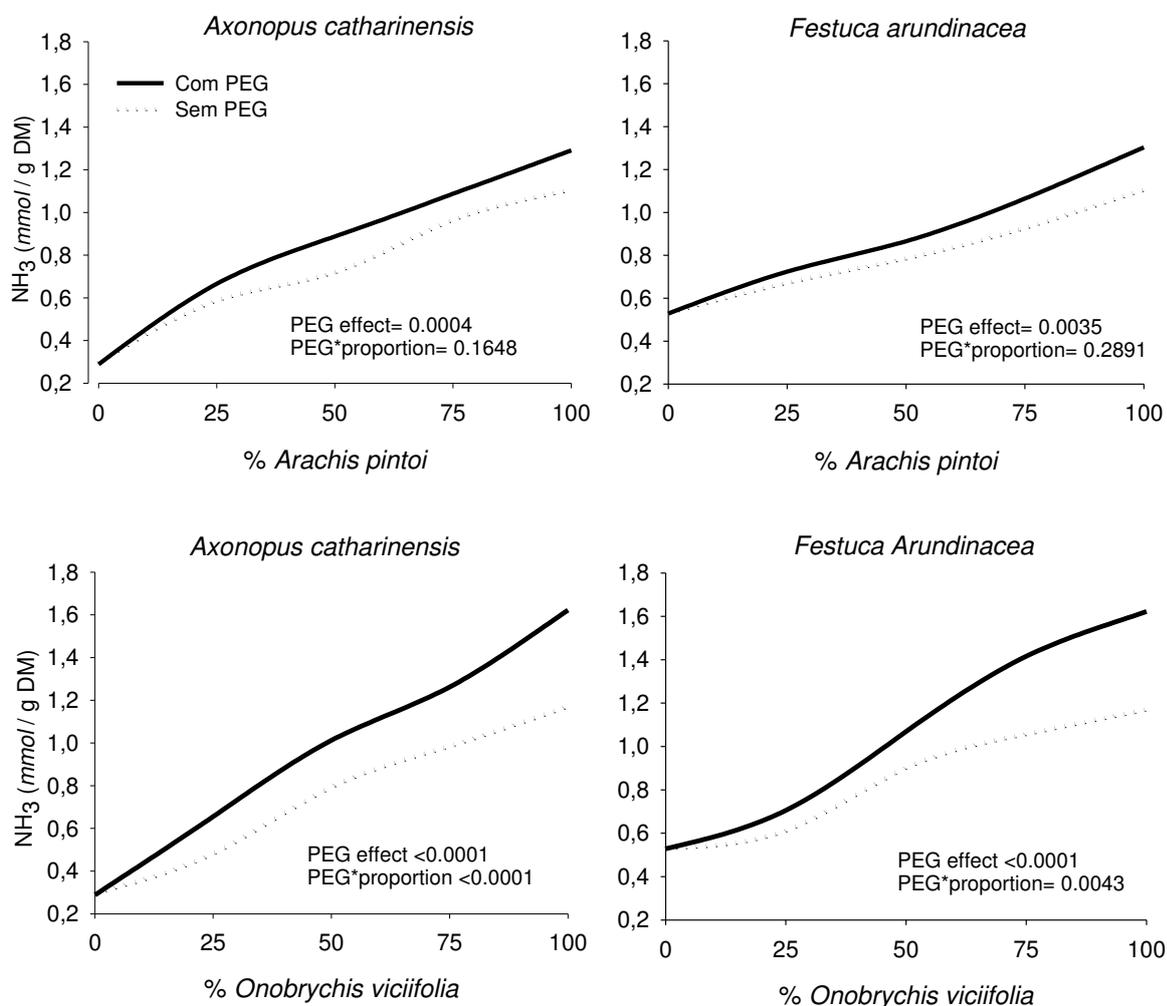
A DIVMS e a produção de metano mostraram uma resposta quadrática ($P < 0.05$) quando a alfafa foi misturada a festuca, mas não se alterou quando o amendoim ou o sainfoin foram misturados a esta gramínea (Tabela 15). A produção total de gás não se modificou quando a proporção de todas as leguminosas aumentou nas misturas contendo festuca. A produção total de AGV aumentou linearmente quando a proporção de amendoim aumentou nas misturas com festuca, mas não se modificou quando a alfafa ou o sainfoin foram misturados a esta gramínea. A produção de AGV de cadeia ramificada e de NH₃ aumentaram linearmente com a inclusão de qualquer das leguminosas misturadas à festuca.

Tabela 15 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, %), produção total de gases (mmol/g MS), produção de metano metano (CH₄, mmol/g MS), ácidos graxos voláteis totais (AGV, mmol/g MS), e ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada (AGV-CR, mmol/g MS) e amônia (NH₃, mmol/g MS) da inclusão de três leguminosas (*Arachis pintoi*, *Medicago sativa*, *Onobrychis viciifolia*) misturadas a festuca (*Festuca arundinacea*) em 24 horas de fermentação *in vitro*

	Porcentagem da leguminosa					SEM	P- value	Contrastes Ortogonais	
	0	25	50	75	100			Linear	Quadrático
<i>Arachis pintoi</i>									
Produção de gases	2.149	2.331	2.221	2.346	2.420	0.095	0.3432	—	—
CH ₄	0.979	0.923	0.917	0.967	1.018	0.056	0.1037	—	—
DIVMS	58.5	59.3	59.7	61.7	61.6	1.094	0.1167	—	—
AGV-CR	0.199	0.210	0.232	0.266	0.290	0.018	0.002	0.0001	0.1645
AGV Totais	8.562	8.873	9.072	9.233	9.384	0.197	0.0288	0.0025	0.5303
Amônia	0.530	0.671	0.785	0.927	1.105	0.059	<0.0001	<0.0001	0.4898
<i>Medicago sativa</i>									
Produção de gases	2.149	2.157	2.213	2.132	1.935	0.094	0.1893	—	—
CH ₄	0.979	0.957	0.974	0.961	0.865	0.031	0.0508	—	—
DIVMS	58.5	55.1	55.1	51.0	45.8	1.475	<0.0001	<0.0001	0.0425
AGV-CR	0.199	0.214	0.234	0.282	0.278	0.017	0.001	<0.0001	0.782
AGV Totais	8.562	8.461	8.387	8.696	8.017	0.250	0.2513	—	—
Amônia	0.530	0.643	0.787	1.044	1.178	0.054	<0.0001	<0.0001	0.3668
<i>Onobrychis viciifolia</i>									
Produção de gases	2.149	2.273	2.459	2.389	2.437	0.102	0.1009	—	—
CH ₄	0.979	0.831	0.919	0.849	0.839	0.049	0.989	—	—
DIVMS	58.5	57.5	59.1	60.3	60.4	2.057	0.241	—	—
AGV-CR	0.199	0.197	0.234	0.259	0.274	0.018	0.0102	0.0009	0.6778
AGV Totais	8.562	8.092	9.371	9.542	9.928	0.627	0.2034	—	—
Amônia	0.530	0.612	0.901	1.056	1.170	0.073	<0.0001	<0.0001	0.6445

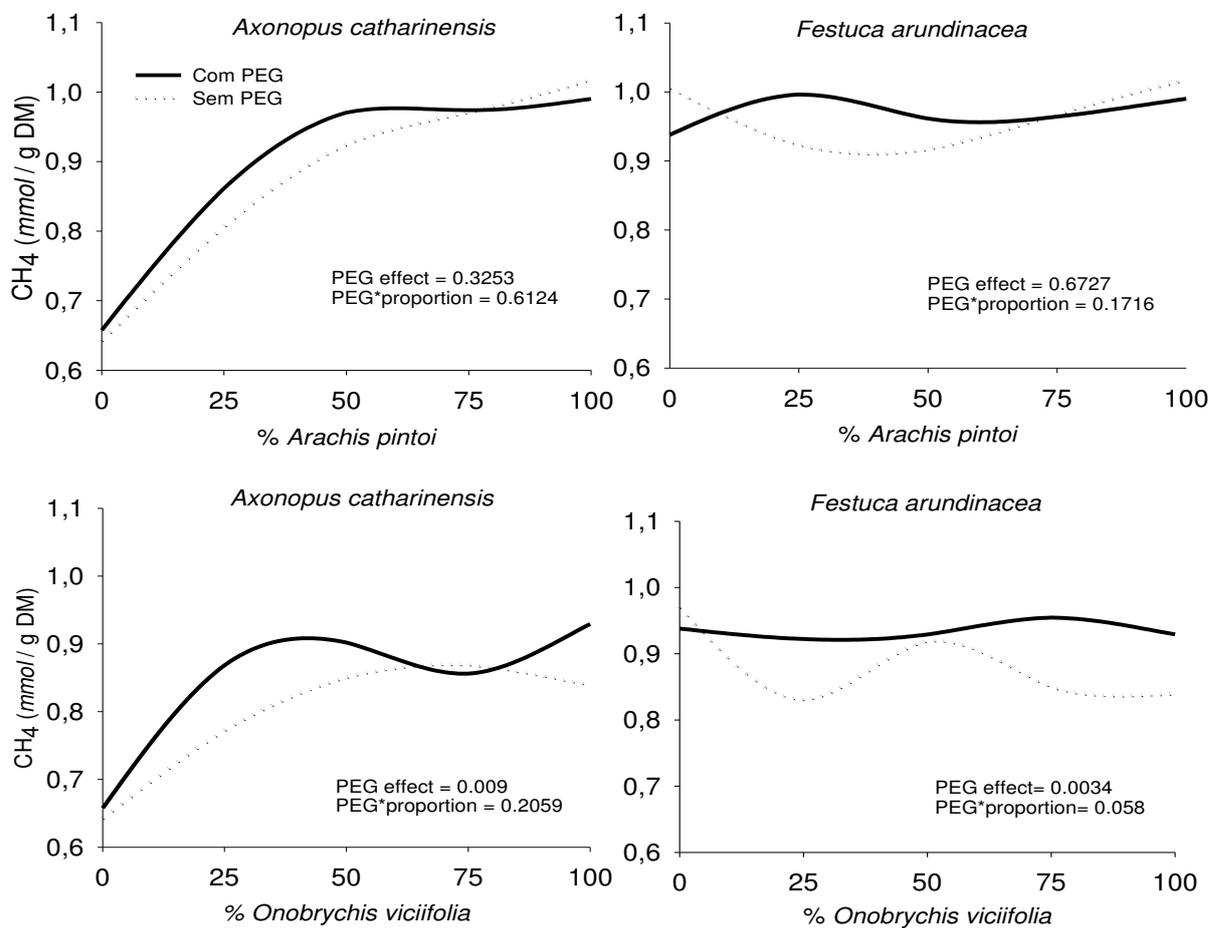
A produção de NH₃ foi claramente afetada pela presença dos taninos condensados presentes no sainfoin, puro ou misturado a grama missioneira ou a festuca (efeito PEG: P < 0,001), mas não foi afetada pela presença dos taninos condensados no amendoim forrageiro, tanto puro quanto nas misturas (Figura 3).

Figura 3 - Produção de NH_3 em misturas binárias contendo uma gramínea (missioneira gigante ou festuca) e uma leguminosa contendo taninos condensados (amendoim forrageiro ou sainfoin) com (linha cheia) ou sem (linha tracejada) PEG (polyethylene glycol) em 24h de fermentação *in vitro*



A presença dos taninos do amendoim forrageiro não alterou a produção de metano em nenhuma das duas gramíneas (FIGURA 4), já os taninos do sainfoin reduziram a produção de metano nas duas gramíneas, não havendo no entanto, interação entre a proporção da leguminosa e efeito do tanino.

Figura 4 - Produção de metano em misturas binárias contendo uma gramínea (missioneira gigante ou festuca) e uma leguminosa contendo taninos condensados (amendoim forrageiro ou sainfoin) com (linha cheia) ou sem (linha tracejada) PEG (polyethylene glycol) em 24h de fermentação *in vitro*



5 DISCUSSÃO

5.1 VALOR ALIMENTAR DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE

O termo “valor alimentar” será usado aqui para designar o conjunto de valor nutritivo e consumo voluntário, termo este definido por Thomson (1984). O consumo voluntário pode ser definido como quantidade máxima de forragem que pode ser ingerida por um animal recebendo alimento à vontade, no cocho (INRA, 1989). O valor nutritivo se refere ao desempenho animal possível de ser obtido por kg de MS ingerida, e é função da composição química e da digestibilidade do alimento.

Os resultados obtidos no experimento 1 não permitem evidenciar de que maneira o avanço na idade de rebrota da grama missioneira gigante afeta a sua composição química e valor energético. Contudo, foi possível estabelecer uma gama de variação e valores médios não só no que diz respeito aos teores de PB e FDN desta espécie forrageira, mas também do seu valor energético.

Gramíneas de clima tropical apresentam uma variação muito grande quanto a composição química, sendo que a mesma se modifica de acordo com a idade de rebrota, além de sofrer influência de fatores climáticos. Sendo assim, a composição química das gramíneas tropicais apresenta uma grande variação dentro da mesma espécie e entre espécies. Comparando os valores de composição química da grama missioneira em diferentes idades de rebrota, é possível visualizar esta diferença tanto em sua composição química quanto em sua digestibilidade. Em nossos experimentos a concentração de proteína bruta da grama missioneira gigante variou de 7,17% até 13,24%, diminuindo com o aumento da idade de rebrota. Trabalhos como os de Oliveira *et al.* (2000), avaliando a qualidade nutricional de Tifton 85, observaram uma queda linear na concentração de proteína bruta com o aumento da idade de rebrota, apresentando valores de cerca de 13% para plantas com 28 dias, e caindo para cerca de 6% para os 63 dias, valores estes semelhantes aos da grama missioneira gigante. Segundo os autores, esta queda ocorreu devido a uma diluição pelo aumento da MS. Valores bastante próximos aos já citados foram também obtidos para o capim pangola (*Digitaria decumbens*), avaliado por Archimède *et al.* (2000), o qual apresentou concentração de proteína bruta de 13% aos 14 dias, caindo para 5,7 aos 56 dias. A concentração de proteína bruta da grama missioneira está dentro de uma faixa que se encontra a grande parte das gramíneas tropicais comerciais, havendo no entanto

algumas espécies apresentam concentrações de proteína bruta bem mais baixas e outras mais altas que a grama missioneira gigante. Um exemplo, é o capim *Andropogon*, avaliado por Da Silva *et al.* (2014) que apresentou 8,49% aos 35 dias de rebrota, caindo para 3,6% aos 72 dias. Valores mais altos de proteína bruta podem ser encontrados por exemplo no capim elefante anão, que pode chegar a valores próximos a 20%, como no experimento de Crestani *et al.* (2013).

A concentração de FDN da grama missioneira gigante variou de 63,7 a 69,1. Conforme visto em nossa revisão, a concentração média de FDN nas gramíneas tropicais fica próxima a 66%, podendo em algumas situações chegar a valores próximos a 80%. Algumas gramíneas tropicais apresentam valores semelhantes aos da missioneira gigante, como o capim elefante, avaliado por Silva *et al.* (2007), que apresentou valores entre 60,6% e 69,6%. Outro exemplo é o capim *andropogon*, avaliado por Da Silva *et al.* (2014), que apresentou valores entre 65 e 72%. Porém, grande parte das gramíneas tropicais apresentam valores superiores, como o capim pangola, que quando avaliado por Archimède *et al.* (2000) apresentou valores de FDN entre 74% e 79%, e o tifton 85, avaliado por Oliveira *et al.* (2000) que chegou a um valor máximo de FDN de 79,2% aos 51 dias.

Normalmente, devido ao aumento na proporção de colmos que ocorre com o aumento da idade da planta, a concentração de FDN tende a aumentar. Alguns trabalhos com gramíneas tropicais demonstram o aumento no teor de FDN com o aumento na idade da planta. Trabalhos como os de Silva *et al.* (2007), avaliando capim elefante, e de Archimède *et al.* (2000), avaliando *Brachiaria*, em diferentes idades de rebrota, observaram uma queda no teor de proteína bruta, seguido de um pequeno aumento no teor de FDN da planta. Trabalhos avaliando gramíneas do gênero *Cynodon*, normalmente observam esse aumento no teor de FDN, como os de Ribeiro *et al.* (1998) e Castro *et al.* (1998). Em nosso trabalho, a concentração de FDN da missioneira gigante não aumentou com o aumento da idade, assim como Oliveira *et al.* (2000), trabalhando com tifton 85, que observaram uma resposta quadrática no teor de FDN com o aumento da idade da planta. Os autores alegam esta resposta a um período de estiagem, que segundo eles limitou o crescimento da planta e a deposição de carboidratos estruturais.

Os valores de energia metabolizável da grama missioneira variaram de 8,12 até 9,88 MJ/kg MS. Algumas gramíneas tropicais apresentam valores muito próximos aos encontrados neste trabalho, como por exemplo o capim pangola, avaliado por

Suzuki *et al.* (2008), que variou de 8 até 10,28 MJ/kg MS. Gramíneas tropicais possuem uma ampla faixa de valores de energia metabolizável, variando entre espécies e até mesmo dentro da mesma espécie. Em avaliações com três espécies do gênero *Cynodon* sp., Gonçalves *et al.* (2002), encontraram uma variação na EM que foi de 7,66 até 12,3 MJ/kg MS. Avaliando o desempenho de ovinos em pastejo contínuo em tifton 85, Carnevalli *et al.* (2001), encontraram valores de energia metabolizável que variou de 10 a 14,4 MJ/kg MS. Comparando com os últimos valores citados, a grama missioneira gigante demonstra ter uma qualidade nutricional limitada, e que pode não suprir as demandas quando utilizada para alimentar animais de alta exigência. Assim, a inclusão de uma leguminosa pode ajudar nesta deficiência, aumentando o valor de energia metabolizável na mistura, como observado em nosso trabalho, que com adição do amendoim forrageiro foi alcançado o valor de 10,7 MJ/kg MS.

Um dos possíveis fatores responsáveis por não haver mudanças lineares na composição química da grama missioneira em nossos resultados, pode ter sido a maneira como foi conduzido o experimento, uma vez que as maiores idades de rebrota foram as primeiras a serem avaliadas, além de alterações de temperatura e pluviometria. Comportamento semelhante foi observado por Kozloski *et al.* (2005), avaliando a influência da idade de rebrota sobre a qualidade nutricional do feno de capim elefante. Nesse trabalho o feno com maior idade de rebrota foi proveniente de plantas crescidas no início da estação, tendo as outras idades crescido depois. Com isso, o feno de maior idade não teve uma queda na qualidade. Os autores citam como possíveis causas a diferença na temperatura média entre os cortes e a época do ano em que foram produzidas. O efeito da alta temperatura e da estiagem foi tido como responsável pela mudança nos teores de FDN no experimento de Oliveira *et al.* (2000).

A digestibilidade da MS da grama missioneira aumentou com o aumento da idade de rebrota, mesmo que a porcentagem de proteína bruta tenha diminuído. Estes resultados contrariam a maioria dos resultados presentes na literatura, como por exemplo, os observados por Demarquilly *et al.* (1981). Normalmente, em situações em que a concentração de PB fica abaixo do limite considerado mínimo para o bom desenvolvimento dos microrganismos ruminais, que segundo Van Soest (1994), deve ser acima 10%, ocorre uma queda na digestibilidade da MS. Estudos indicam que o aumento da temperatura é um fator causador de queda na digestibilidade, como

relatado por Wilson *et al.* (1976). Para Wilson *et al.* (1991), a temperatura é um fator que provoca a queda na digestibilidade da planta, devido ao aumento no acúmulo de lignina, que resulta em diminuição da digestibilidade do FDN. Bertrand *et al.* (2008), observaram uma diminuição na digestibilidade com o aumento da temperatura média avaliando uma gramínea de clima temperado *Phleum pratense*.

5.2 EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM FORRAGEIRO SOBRE O VALOR ALIMENTAR DE DIETAS A BASE DE GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE

Comparando os dados do experimento 1 com o tratamento *ad libitum* do experimento 2, pode-se observar a importância da suplementação com amendoim forrageiro para animais alimentando-se de grama missioneira gigante. A suplementação com amendoim forrageiro por duas horas por dia aumentou o consumo de MS em média 40%. Embora esta comparação deva ser relativizada pelo fato de os dois ensaios não terem sido conduzidos ao mesmo tempo, vale destacar que os teores de proteína da grama missioneira e FDN da grama missioneira observados no primeiro experimento foram 95 ± 19 e 671 ± 13 g/kg MS, respectivamente. No experimento 2 a grama missioneira apresentou em média 111 e 646 g/kg MS de PB e FDN, respectivamente. Ou seja, o pasto de missioneira avaliado no experimento 2, tinha composição química dentro da faixa de variação do experimento 1.

O aumento no consumo com a introdução de leguminosas na dieta já é conhecido tanto em forrageiras de clima temperado como também com plantas de clima tropical, como descrito por Niderkorn e Baumont (2009). O aumento no consumo voluntário com a adição da leguminosa foi também observado em trabalho conduzido com forragens produzidas no mesmo local deste experimento, onde Schnaider *et al.* (2014), suplementando com feno de amendoim forrageiro, cordeiros alimentados com feno de capim elefante anão, observaram aumento de cerca de 11% no consumo dos animais que receberam a leguminosa, o que resultou em um consumo mais baixo que em nossos experimentos. Nesse trabalho, como a digestibilidade foi a mesma entre os tratamentos, segundo os autores, o aumento no consumo total foi devido a fatores como maior taxa de passagem da leguminosa, influenciando no preenchimento ruminal. Um aumento no consumo total de MS foi também observado por Gebregiorgis *et al.* (2012), suplementando cordeiros alimentados com feno de capim rhodes

(*Chloris gayana*) com folhas de *Moringa stenopetala*. Nesse experimento, a inclusão das folhas de moringa aumentou o consumo total em até quase 110%. Segundo os autores, isto foi possível devido ao baixo teor de FDN nas folhas de moringa, cerca de 13%, e ao maior aporte de N.

Um dos fatores que mais influenciam o aumento no consumo com a inclusão de leguminosas é o menor tempo de retenção ruminal, tendo em vista que o preenchimento ruminal limita o consumo. Avaliando a taxa de passagem entre a alfafa (*Medicago sativa*) e Dactilus (*Dactylis glomerata*), Kammes e Allen (2012), encontraram uma maior taxa de passagem na leguminosa. Isto foi também observado por Bhatti *et al.* (2008), avaliando a adição de alfafa em dietas a base de gramínea *Andropogon gerardii*, para bovinos, onde a adição da alfafa aumentou a taxa de passagem da dieta.

Aliado ao aumento no consumo, comparando os dois experimentos, ocorreu também um aumento na digestibilidade e no valor de energia metabolizável (MJ/kg MS) em 18,1%. Isto é um fator altamente relevante quando se visa alimentar animais de produção, uma vez que a ingestão diária de energia metabolizável pode resultar em um aumento significativo no desempenho. As respostas quanto a mudança na digestibilidade com a adição de leguminosas em dietas a base de gramíneas, possuem diferentes resultados, tanto *in vitro* como *in vivo*. Ensaio de digestibilidade *in vitro*, comparando gramíneas, leguminosas e misturas com diferentes proporções, apontam para um aumento na digestibilidade com a adição de leguminosas. Tessema e Baars (2004), observaram um aumento linear da digestibilidade *in vitro* quando acrescentaram *Sesbania* ao capim Napier, sendo que a adição em 25% da mistura, representou um aumento de cerca de 6% na digestibilidade *in vitro*. Maiores valores de digestibilidade *in vitro* foram encontrados por Babayemi e Bamikole (2006) em mistura contendo *Tephrosia cândida* e capim Mombaça, comparados ao capim Mombaça puro. Todavia, Andrade *et al.* (2016a), em avaliação *in vivo* com bovinos pastejando capim elefante anão puro ou com acesso a áreas com amendoim forrageiro, encontraram menores valores de digestibilidade estimada para o grupo com acesso ao amendoim (61 contra 64%). Schnaider *et al.* (2014), não observaram diferença na digestibilidade *in vivo* do feno de capim elefante anão puro ou consorciado a amendoim forrageiro, fornecidos a ovinos, e Reiter (2012), observou reduções na digestibilidade da MO à medida que aumentou a inclusão de feno de

amendoim forrageiro em dietas a base de feno de capim elefante-anão. Contudo o consumo de MS e de MO digestível aumentaram com a introdução da leguminosa.

5.3 USO DA TÉCNICA DE ÍNDICES FECAIS PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO EM OVINOS INGERINDO GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE E AMENDOIM FORRAGEIRO

O elevado valor de R^2 (0,913) observado quando o consumo de MS foi relacionado com a excreção diária de proteína, demonstrou a possibilidade de se utilizar a equação gerada para a estimativa do consumo em experimentos conduzidos com animais pastejando grama missioneira gigante e amendoim forrageiro. A utilização do nitrogênio fecal como ferramenta para a estimativa do consumo é relativamente conhecida (PERIPOLLI *et al.*, 2011). Contudo, trabalhos como o de Kozloski *et al.* (2014) e Boval *et al.* (1996), os quais utilizaram o nitrogênio fecal e a proteína total nas fezes, demonstram que existe variabilidade nos resultados dos valores estimados a partir de algumas das equações propostas, quando se tenta generalizar o seu uso para condições dietéticas diferentes daquelas em que foram geradas. Comparando-se os valores estimados pela equação gerada através de dados resultados do presente trabalho, com equações obtidas pelos autores acima citados (Tabela 16), observa-se que as equações obtidas a partir da literatura geram valores muito diferentes do consumo observado.

Tabela 16 - Valores médios de consumo observado de MS e MO no experimento 2, de consumo estimado de MS a partir de equação gerada, e de consumo de MO a partir de equações de literatura

	Consumo observado		Consumo estimado ¹	Boval <i>et al.</i> (1996) ²		Kozloski <i>et al.</i> (2014) ³		
	MS	MO		Eq1	Eq2	Geral	Trop	Trop+leg
Média	1069	984	1069	552	901	743	725	862

¹Equação originada do presente estudo

²Equação 1 - gerada a partir de dados individuais; Equação 2 – gerada a partir da média dos dados do experimento.

³Equações – Geral - gerada a partir de experimentos com diferentes tipos plantas e clima; trop – gerada a partir de experimentos com gramíneas de clima tropical; trop + leg – gerada a partir de experimentos com mistura de gramíneas e leguminosas de clima tropical

Pode-se observar que nas equações de Kozloski *et al.* (2014), os valores estimados mais próximos aos valores observados, foram gerados a partir da equação que foi obtida de dados provenientes de avaliações com gramíneas tropicais mais

leguminosas tropicais. Mesmo que as plantas utilizadas em nossa equação sejam de clima tropical, destaca-se que a estimativa a partir da proposta por esses autores subestimou o consumo de MO em no mínimo 14% nas equações de Kozloski *et al.* (2014), e 9% nas equações de Boval *et al.* (1996). Isto reforça a necessidade de se gerar uma equação para cada espécie ou mistura. A equação deste trabalho foi portanto, utilizada para a estimativa do consumo em experimento conduzido com animais em pasto.

5.4 CONSUMO E DESEMPENHO DE OVINOS PASTEJANDO GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE COM OU SEM ACESSO A ÁREA DE AMENDOIM FORRAGEIRO

5.4.1 Efeito do acesso ao pasto de leguminosa sobre o consumo e o desempenho de ovinos em pasto de grama missioneira gigante

O acesso ao amendoim forrageiro por duas horas por dia, aumentou o consumo total de MS em quase 25%, não havendo no entanto diferença no consumo entre as diferentes alturas da grama missioneira. O maior consumo de MS por animais com dietas mistas é muito bem relatado, tanto com forrageiras de clima temperado (ROGERS *et al.*, 1979 e HARRIS *et al.*, 1998), como também de clima tropical (LASCANO, 1994 e GONZÁLES *et al.*, 1996). O maior consumo quando é incluído leguminosas em dietas baseadas em gramíneas, deve-se a fatores ligados ao preenchimento ruminal, pois é este o fator mais limitante ao consumo. Assim, como as leguminosas tem um menor tempo de retenção no rúmen, possibilita-se aumentar o consumo total. Em compilação de dados presente na revisão de literatura da presente tese, pudemos observar um aumento no consumo total de MS de cerca de 10% para misturas de clima tropical, e de cerca de 25% para misturas de clima temperado. Em trabalho realizado no mesmo local dos experimentos, o acesso de novilhos pastejando capim elefante anão a piquetes de amendoim forrageiro aumentou em cerca de 15% o consumo de MS em relação ao peso vivo, não sendo observado no entanto, diferença estatística (ANDRADE *et al.*, 2016a).

Apesar de ocorrerem diferenças significativas quanto ao consumo de MS não foi observado diferença quanto ao ganho de peso. Provavelmente, o grande

responsável pelo baixo desempenho tenha sido a uma contínua infestação parasitária. Isto ocorreu devido a área experimental ter sido uma área de uso intensivo por bovinos de corte por muitos anos, aliado a um problema de resistência a anti-helmínticos, o que tornou o ambiente altamente infestado por cepas resistentes destes parasitas.

Em ovinos, a verminose tem sido considerada a maior limitação dentro da atividade, e a resistência que os nematoides gastrintestinais, particularmente *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus* sp., *Oesophagostomum* sp. e *Cooperia* sp., vêm adquirindo aos anti-helmínticos, tem sido uma grande limitação no controle da verminose (KAPLAN *et al.*, 2004). Segundo Kotze e Prichard (2016), o nematódeo *Haemonchus contortus*, que é um dos mais importantes parasitas em ovinos, já desenvolveu algum grau de resistência a todos os medicamentos atualmente presentes no mercado. A infestação por endoparasitas causa anemia e perda de peso nos animais, e em muitas situações pode levar a morte (KAPLAN *et al.*, 2004).

No presente trabalho o ganho médio diário, foi em média 80 gramas por dia, não apresentando porem, diferença estatística entre os tratamentos. Em trabalho conduzido na mesma estação experimental, realizado previamente a este experimento, (Andrade *et al.*, 2016a) avaliaram o consumo e desempenho de bovinos pastejando capim elefante anão com ou sem acesso a área de amendoim forrageiro. Os autores observaram maior ganho de peso nos animais que tiveram acesso a área de amendoim forrageiro (0,97 contra 0,7 kg/animal/dia), e também um maior consumo de MS por animal/dia (7,8 contra 6,7 kg MS/animal/dia). Todavia, Crestani *et al.* (2013), avaliando o consumo e desempenho de bovinos se alimentando de capim elefante anão, puro ou em associação a amendoim forrageiro, não observaram diferença significativa no ganho de peso entre os tratamentos, porém, esses autores também não observaram diferença significativa no consumo de MS, devido à baixa proporção de leguminosa na MS ingerida (cerca de 8%).

5.4.2 Efeito da altura de entrada da grama missioneira gigante sobre o consumo e o desempenho de ovinos

Em se tratando de gramíneas, muitas vezes o aumento da altura do dossel vem acompanhado de uma mudança na proporção folha:colmo, o que pode levar a uma mudança no valor nutritivo (VAN SOEST, 1994), e no consumo diário de forragem. Porém, em algumas espécies forrageiras, como no caso da grama missioneira

gigante, a relação folha:colmo parece não se modificar tão rapidamente quanto em outras, o que contribui para a manutenção da qualidade. Em avaliação de desempenho da grama missioneira gigante, Lorenzoni *et al.* (2016) encontraram uma proporção de folha:colmo média de 2,3:1, e para alguns acessos de missioneira gigante a relação folha:colmo se manteve em torno 1,5:1, mesmo para plantas com 240 dias de rebrota (LAJÚS *et al.*, 2011). Além disso, como ovinos são animais bastante seletivos, e as condições de manejo foram definidas com o objetivo de evitar restrições de ordem quantitativa ao consumo, muito provavelmente a forragem colhida em ambas as alturas de entrada foi constituída predominantemente por folhas, não ocorrendo assim uma diferença no consumo da grama missioneira. Conforme constatado por Stabile *et al.* (2010), a qualidade da folha sofre pequena alteração com o envelhecimento da mesma. Em trabalho com ovinos pastejando capim coastcross em lotação contínua com diferentes alturas, Carnevalli *et al.* (2001), não observaram diferença no ganho de peso e no consumo de MS, pois segundo os autores, a qualidade nutricional do pasto coastcross é função não da altura, mas da proporção folha:colmo.

5.5 AVALIAÇÃO 'IN VITRO' DE MISTURAS COM VISTAS AO DESENVOLVIMENTO DE TRABALHOS FUTUROS (EXPERIMENTO 4)

O último experimento desta tese foi concebido com o objetivo de avaliar uma ampla gama de combinações de gramíneas e leguminosas num ensaio de fermentação "in vitro". As informações obtidas permitiram identificar situações de evidente complementariedade entre algumas espécies. Além disso, as repostas às misturas com leguminosas, se mostraram dependentes das características da gramínea utilizada. Finalmente, foram evidenciadas situações em que a presença dos taninos condensados pode ou não afetar parâmetros de fermentação ruminal "in vitro".

5.5.1 Complementariedade entre as gramíneas e leguminosas avaliadas

O efeito quadrático na DIVMS, quando a alfafa foi misturada com grama missioneira ou à festuca, demonstrou a existência de vantagens nutricionais, não só quando uma leguminosa com alto teor de nitrogênio é misturada com uma gramínea com baixo teor de N, mas também quando gramíneas com baixo teor de lignina são misturadas a uma leguminosa com alto conteúdo de lignina. É bem conhecido que o teor de N de uma forragem com baixa ou média qualidade (< 130 g/kg MS), não é suficiente para otimizar a multiplicação dos microrganismos ruminais, com impacto negativo na digestibilidade da MS (ARC, 1980; AFRC, 1993; NRC, 1996). Por outro lado, a lignina é a principal barreira para a digestão da fibra (JUNG *et al.*, 1996), e reduções nos teores de lignina da dieta, podem resultar num melhor aporte de energia para os microrganismos ruminais, aumentando a atividade das bactérias fibrolíticas e a digestibilidade das fibras menos degradáveis (SILVA e ØRSKOV, 1988). Adicionalmente, foi demonstrado que a digestibilidade “in vitro” do FDN pode aumentar com o aumento da disponibilidade de N, mas esta resposta é dependente da qualidade do FDN, porque em situações de alta concentração de lignina, o aumento nos níveis de nitrogênio pode não ser suficiente para aumentar a digestibilidade (NAGADI *et al.*, 2000). Em nosso estudo, os conteúdos de proteína bruta em ambas as gramíneas não foram maiores que 120 g/kg MS, enquanto na alfafa este valor foi de 279 g/kg MS. Em contraste, o conteúdo de lignina da alfafa ficou em torno de 74 g/kg MS, enquanto na grama missioneira gigante e na festuca este valor foi inferior a 12,5 g/kg MS

5.5.2 Diferenças entre os efeitos de leguminosas quando misturadas com gramínea tropical ou temperada

A presença de resposta sobre a digestibilidade da MS, produção total de gases e de AGV, quando o amendoim e o sainfoin foram misturados com a grama missioneira gigante, e a ausência de resposta destas variáveis quando estas leguminosas foram misturadas com a Festuca, pode ser explicada, ao menos parcialmente, pelo alto conteúdo de FDN da grama missioneira quando comparada à festuca (617 × 464 g/kg MS), e o baixo conteúdo de N das duas gramíneas. A produção total de gases é um preditor da degradação de proteínas e carboidratos

(MENKE *et al.*, 1979; THEODOROU *et al.*, 1994), enquanto a produção de AGV é uma consequência da digestão da MO pelos microrganismos ruminais, e a produção de AGV de cadeia ramificada é um indicativo da degradação de proteína no rúmen. Assim, a maior produção de AGV de cadeia ramificada e de NH_3 , por ambas gramíneas, quando a proporção de leguminosa aumentou, foi claramente associada à maior atividade de degradação de proteínas no rúmen. Todavia, a produção de AGV não aumentou quando o amendoim e o sainfoin foram misturados com a Festuca. Este resultado pode ser explicado devido ao conteúdo de N na Festuca ser suficiente para os microrganismos atuarem sobre a degradação da fibra de uma forragem com baixo conteúdo de FDN. Consequentemente, as vantagens nutricionais da inclusão de uma leguminosa rica em N em uma dieta baseada em gramínea vai depender do conteúdo de FDN, com resposta mais evidente nas misturas com gramíneas de clima tropical do que em gramíneas de clima temperado. O aumento na produção de metano e de AGV quando o amendoim forrageiro e o sainfoin foram misturados à grama missioneira gigante foi, claramente, consequência do aumento na digestibilidade da fibra. A DIVMS da grama missioneira gigante e da festuca foram, respectivamente, 50,7% e 58,9%, e a grama missioneira gigante produziu 32% menos CH_4 por grama de MS quando comparada à festuca. É bem conhecido que o metano é uma via de remoção do H^+ produzido no rúmen (BEAUCHEMIN *et al.*, 2008), que aumenta quando a relação acetato:propionato aumenta devido aos maiores níveis de fibra digestiva. Assim, provavelmente, devido a menor digestibilidade da grama missioneira gigante, ocorreu uma menor liberação de H^+ , havendo assim, uma menor produção de metano

5.3.3 O papel dos taninos condensados

A redução na produção de metano na presença do sainfoin parece ter sido consequência do conteúdo de taninos condensados nesta leguminosa. A ação dos taninos sobre a produção de metano possui muitos fatores envolvidos, incluindo a ação direta sobre as bactérias metanogênicas e ligação com a fibra e a proteína, reduzindo a disponibilidade de nutrientes para a multiplicação bacteriana (TAVENDALE *et al.*, 2005). Devido à baixa concentração de taninos condensados no amendoim forrageiro, esta espécie não se mostrou potencialmente mitigadora da produção de metano. Este resultado corrobora o observado em experimento anterior

Andrade *et al.* (2016b), onde novilhos pastejando capim elefante anão com ou sem acesso a piquetes com amendoim forrageiro emitiram quantidades semelhantes de metano de origem entérica, quando os resultados foram expressos em g/kg MS ingerida.

A redução na concentração de NH_3 na ausência de PEG quando o amendoim forrageiro e do sainfoin foram misturados as duas gramíneas, foi consequência da presença dos taninos condensados presentes nas duas leguminosas. Contudo, esta resposta foi mais evidente no sainfoin que no amendoim forrageiro. Os taninos condensados tem a característica de se ligar a proteínas, formando complexos que diminuem a possibilidade de serem atacados pelas bactérias ruminais (McSWEENEY *et al.*, 2001; MUELLER-HARVEY, 2006). Com o aumento na adição do sainfoin nas misturas com as duas gramíneas, na ausência de PEG, o aumento na produção de NH_3 não foi proporcional (efeito da interação PEG \times nível de inclusão da leguminosa: $P < 0,01$), demonstrando que quanto maior a inclusão de sainfoin, menor foi o aumento na produção de NH_3 . Isto pode significar que a concentração de taninos condensados no sainfoin foi suficiente para ligar-se tanto às suas proteínas, como também da gramínea. Este efeito foi também observado por Niderkorn *et al.* (2011), testando misturas binárias de sainfoin com duas gramíneas diferentes. Devido à baixa concentração de taninos condensados no amendoim forrageiro, os taninos ligaram-se somente com as proteínas do amendoim forrageiro, ocorrendo somente um efeito linear dos taninos na produção de NH_3 com o aumento da proporção do amendoim forrageiro nas misturas. O efeito dos taninos condensados sobre as proteínas, refletiu sobre a produção de AGV de cadeia ramificada, considerando que seu processo de formação vem da desaminação da proteína pelos microrganismos ruminais. Este resultado corrobora o descrito por Jayanegara e Palupi (2011), em revisão sobre o efeito dos taninos condensados sobre a digestão do nitrogênio.

6 CONCLUSÕES

A grama missioneira gigante é uma gramínea de limitado valor alimentar, mas que pode ser potencializada nutricionalmente, quando em associação com leguminosas. Além disso, em situações de alta oferta de forragem, alturas pré-pastejo entre 25 e 35 cm não afetam o consumo e o desempenho de ovinos, demonstrando boa flexibilidade de manejo.

Estudos futuros visando avaliar evidências da sinergia desta gramínea quando misturada com a alfafa ou em associação com outras leguminosas taníferas, merecem ser realizados “in vivo”.

REFERÊNCIAS

- AFNOR, A. F. D. N. **Aliments des animaux**. Paris, France: 1985.
- AFRC, A. Food Research Council. . **Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients**, 1993.
- AJAYI, F.; BABAYEMI, O. Comparative in vitro evaluation of mixtures of Panicum maximum cv Ntchisi with stylo (*Stylosanthes guianensis*), Lablab (*Lablab purpureus*), Centro (*Centrosema pubescens*) and Histrix (*Aeschynomene histrix*). **Livestock Research for Rural Development**, v. 20, n. 6, p. 2008, 2008.
- ALVIM, M. et al. Efeito de doses de nitrogênio e de intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do Tifton 85. **Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 492-494, 1998.
- ANDRADE, C. M. S. D. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004. ISSN 1678-3921.
- ANDRADE, E. et al. Herbage intake, methane emissions and animal performance of steers grazing dwarf elephant grass v. dwarf elephant grass and peanut pastures. **Animal**, p. 1-5, 2016a. ISSN 1751-732X.
- ANDRADE, E. et al. Herbage intake, methane emissions and animal performance of steers grazing dwarf elephant grass v. dwarf elephant grass and peanut pastures. **Animal: an international journal of animal bioscience**, p. 1, 2016b. ISSN 1751-732X.
- AOAC. **Official methods of analysis**: Arlington, Va.: AOAC Intl 1995.
- ARC, A. R. C. The nutrient requirements of ruminant livestock: technical review. 1980.
- ARCHIMÈDE, H. et al. Effect of regrowth age on intake and digestion of *Digitaria decumbens* consumed by Black-belly sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 87, n. 3, p. 153-162, 2000. ISSN 0377-8401.
- ARCHIMÈDE, H. et al. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166, p. 59-64, 2011. ISSN 0377-8401.
- ASH, A. The effect of supplementation with leaves from the leguminous trees *Sesbania grandiflora*, *Albizia chinensis* and *Gliricidia sepium* on the intake and digestibility of guinea grass hay by goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 28, n. 3, p. 225-232, 1990. ISSN 0377-8401.
- AUFRERE, J. et al. Mixing sainfoin and lucerne to improve the feed value of legumes fed to sheep by the effect of condensed tannins. **Animal**, v. 7, n. 01, p. 82-92, 2013. ISSN 1751-732X.

- BABAYEMI, O.; BAMIKOLE, M. Effects of Tephrosia candida DC leaf and its mixtures with Guinea grass on in vitro fermentation changes as feed for ruminants in Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 14-18, 2006. ISSN 1680-5194.
- BEAUCHEMIN, K. et al. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Animal Production Science**, v. 48, n. 2, p. 21-27, 2008. ISSN 1836-5787.
- BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, 2012. ISSN 1519-9940.
- BERTRAND, A. et al. Yield and nutritive value of timothy as affected by temperature, photoperiod and time of harvest. **Grass and Forage Science**, v. 63, n. 4, p. 421-432, 2008. ISSN 1365-2494.
- BHATTI, S. et al. Effect of intake level and alfalfa substitution for grass hay on ruminal kinetics of fiber digestion and particle passage in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 1, p. 134, 2008. ISSN 0021-8812.
- BODAS, R. et al. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1, p. 78-93, 2012. ISSN 0377-8401.
- BORGES, I. **Digestibilidade aparente, locais de digestão e dinâmica ruminal da Leucaena leucocephala (Lam.) de wit cv. Peru**. 1988. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais,
- BOVAL, M. et al. Evaluation d'indicateurs fécaux pour prédire la digestibilité et les quantités ingérées de Dichanthium sp par des bovins créoles. **Ann. Zootech**, v. 45, p. 121-134, 1996.
- BRISKE, D.; HEITSCHMIDT, R. An ecological perspective. **Grazing management: An ecological perspective**, p. 11-26, 1991.
- CAMPOS, F. P. D. et al. Digestibilidade in vitro/gás de volumosos exclusivos ou combinados avaliados pelo resíduo remanescente da digestão da matéria seca e produção de gás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1579-1589, 2001.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 919-927, 2001.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (Cynodon spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.
- CARVALHO, P. C. D. F. et al. Advances in methods for determining animal intake on pasture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007. ISSN 1516-3598.
- CARVALHO, P. D. F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2001, p. 871, 2001.

CASTRO, F. et al. Efeito da idade de corte sobre a produção e valor nutritivo de *Cynodon nlemfuensis* Vandersyst var. *nlemfuensis* cv. Florico. **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 35, p. 578-580, 1998.

CAYGILL, J. C.; MUELLER-HARVEY, I. **Secondary plant products. Antinutritional and beneficial actions in animal feeding**. Nottingham University Press, 1999. ISBN 189767628X.

CECATO, U. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, p. 781-788, 2008. ISSN 1807-8672.

CECATO, U. et al. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 399-407, 2004. ISSN 1807-8672.

COATES, D. et al. Measuring animal performance. **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**, p. 353-402, 2000. ISSN 0851993516.

COSTA, K. A. D. P. et al. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. **Ciênc. agrotec.,(Impr.)**, v. 33, n. 6, p. 1578-1585, 2009. ISSN 1413-7054.

CRESTANI, S. et al. Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. **Tropical animal health and production**, v. 45, n. 6, p. 1369-1374, 2013. ISSN 0049-4747.

CRUICKSHANK, G. J.; POPPI, D. P.; SYKES, A. R. The intake, digestion and protein degradation of grazed herbage by early-weaned lambs. **British journal of nutrition**, v. 68, n. 02, p. 349-364, 1992. ISSN 1475-2662.

CUNHA, M. K. et al. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 651-658, 2001.

DA SILVA, D. C. et al. Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota em período chuvoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, 2014. ISSN 1519-9940.

DE MIRANDA, E. **Amendoim forrageiro: importância, usos e manejo**. Embrapa Agrobiologia, 2008.

DE PAULA, O. et al. Effect of nickel and protein concentration on consumption and apparent digestibility of dry matter, crude protein, energy, and nitrogen balance of a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu hay, in ovines. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 212-219, 2005. ISSN 0102-0935.

DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J.; WEISS, P. **L'ingestibilité des fourrages verts et des foin et sa prevision [ruminants]**. 1981. ISBN 2853403750.

DUFLOTH, J. H. Missioneira Gigante: uma nova opção na produção do novilho precoce. *Agropecuária Catarinense*. v. 15, n. 2, p. 23, 2002.

DUFLOTH, J. H.; VIEIRA, S. A. QUALIDADE NUTRICIONAL, PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA, RENDI-MENTO ANIMAL E ECONÔMICO DA MISSIONEIRA GIGANTE (AXONOPUS CATHARINENSIS) NA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA. **Tecnologia e Ambiente**, v. 18, 2013. ISSN 2358-9426.

DULPHY, J.; DEMARQUILLY, C. Etude du comportement alimentaire et mérycique de moutons recevant des fourrages verts hachés. **Ann. Zootech**, v. 23, n. 2, p. 193-212, 1974.

ECKARD, R.; GRAINGER, C.; DE KLEIN, C. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review. **Livestock Science**, v. 130, n. 1, p. 47-56, 2010. ISSN 1871-1413.

EMILE, J.; GHESQUIERE, M.; TRaineau, R. Palatability, digestibility and intake of endophyte free and infected tall fescue hay. *Annales de Zootechnie*, 1996. p.401-410.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 238-245, 1998.

FERREIRA, L. et al. Comparison of feed intake, digestion and rumen function among domestic ruminant species grazing in upland vegetation communities. **J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)**, 2016. ISSN 1439-0396.

FISHER, M.; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. **Biology and agronomy of forage Arachis. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**, p. 53-70, 1994.

FORBES, J. Physiological and metabolic aspects of feed intake control. **Farm animal metabolism and nutrition. Wallingford: CAB International**, p. 319-334, 2000.

FRANÇA, A. F. D. S. et al. Parâmetros nutricionais do capim-tanzânia sob doses crescentes de nitrogênio em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 695-703, 2007.

FRASER, M.; FYCHAN, R.; JONES, R. Voluntary intake, digestibility and nitrogen utilization by sheep fed ensiled forage legumes. **Grass and forage science**, v. 55, n. 3, p. 271-279, 2000. ISSN 0142-5242.

FREITAS, E. D.; DUFLOTH, J. H.; GREINER, L. C. **Tabela de composição químico-bromatológica e energética dos alimentos para animais ruminantes em Santa Catarina**. Epagri, 1994.

GEBREGIORGIS, F.; NEGESSE, T.; NURFETA, A. Feed intake and utilization in sheep fed graded levels of dried moringa (*Moringa stenopetala*) leaf as a supplement to Rhodes grass hay. **Tropical animal health and production**, v. 44, n. 3, p. 511-517, 2012. ISSN 0049-4747.

GERBER, P. J.; HENDERSON, B.; MAKKAR, H. P. **Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production. A review of technical options for non-CO2 emissions**. FAO, 2013. ISBN 9251076588.

GIVENS, D. I. et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition.** 2000. 113-134.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). **USDA Agr Handb**, 1970.

GONÇALVES, G. D. et al. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, p. 1163-1174, 2002. ISSN 1807-8672.

GONZÁLES, M. et al. Producción de leche en pasturas de Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) sólo y asociado con *Arachis pintoy* y *Desmodium ovalifolium*. **Pasturas Trop**, v. 18, n. 1, p. 2-12, 1996.

GRABBER, J. H.; ZELLER, W. E.; MUELLER-HARVEY, I. Acetone enhances the direct analysis of procyanidin- and prodelphinidin-based condensed tannins in *Lotus* species by the butanol-HCl-iron assay. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 11, p. 2669-2678, 2013. ISSN 0021-8561.

HARRIS, S. L. et al. Effects of white clover content in the diet on herbage intake, milk production and milk composition of New Zealand dairy cows housed indoors. **Journal of dairy research**, v. 65, n. 03, p. 389-400, 1998. ISSN 1469-7629.

HEGARTY, R. **Greenhouse Gas Emissions from the Australian Livestock Sector: What Do We Know, what Can We Do?** Australian Greenhouse Office Canberra, Australia:, 2001. ISBN 1876536691.

HUNT, C.; PATERSON, J.; WILLIAMS, J. Intake and digestibility of alfalfa-tall fescue combination diets fed to lambs. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 1, p. 301-306, 1985. ISSN 0021-8812.

HYMES-FECHT, U. et al. Replacing alfalfa or red clover silage with birdsfoot trefoil silage in total mixed rations increases production of lactating dairy cows 1. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 460-469, 2013. ISSN 0022-0302.

INRA, I. N. D. L. R. A. **Ruminant nutrition: recommended allowances and feed tables.** John Libbey Eurotext, 1989. ISBN 0861962478.

IPCC. **Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.** 1997.

_____. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies (IGES).** IPCC. IPCC. Kanagawa, Japan 2006.

IQBAL, M. F. et al. Mitigation of ruminant methane production: current strategies, constraints and future options. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, n. 12, p. 2747-2755, 2008. ISSN 0959-3993.

JAYANEGARA, A.; PALUPI, E. Condensed tannin effects on nitrogen digestion in ruminants: A meta-analysis from in vitro and in vivo studies. **Media Peternakan- Journal of Animal Science and Technology**, v. 33, n. 3, 2011. ISSN 2087-4634.

JOHNSON, K. et al. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulfur hexafluoride tracer technique. **Environmental Science & Technology**, v. 28, n. 2, p. 359-362, 1994. ISSN 0013-936X.

- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995. ISSN 0021-8812.
- JUNG, H. et al. Improving forage fiber digestibility. **Feed Mix**, v. 4, n. 6, p. 30-31, 1996.
- KAHARABATA, S. K.; SCHUEPP, P. H.; DESJARDINS, R. L. Estimating methane emissions from dairy cattle housed in a barn and feedlot using an atmospheric tracer. **Environmental Science & Technology**, v. 34, n. 15, p. 3296-3302, 2000. ISSN 0013-936X.
- KAMMES, K.; ALLEN, M. Rates of particle size reduction and passage are faster for legume compared with cool-season grass, resulting in lower rumen fill and less effective fiber. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 6, p. 3288-3297, 2012. ISSN 0022-0302.
- KAPLAN, R. et al. Validation of the FAMACHA© eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. **Veterinary parasitology**, v. 123, n. 1, p. 105-120, 2004. ISSN 0304-4017.
- KARABULUT, A. et al. Comparison of in vitro gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. **ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES**, v. 20, n. 4, p. 517, 2007. ISSN 1011-2367.
- KITESSA, S.; IRISH, G.; FLINN, P. Comparison of methods used to predict the in vivo digestibility of feeds in ruminants. **Crop and Pasture Science**, v. 50, n. 5, p. 825-842, 1999. ISSN 1836-5795.
- KOTZE, A.; PRICHARD, R. Chapter Nine-Anthelmintic Resistance in *Haemonchus contortus*: History, Mechanisms and Diagnosis. **Advances in parasitology**, v. 93, p. 397-428, 2016. ISSN 0065-308X.
- KOZLOSKI, G.; PEROTTONI, J.; SANCHEZ, L. B. Influence of regrowth age on the nutritive value of dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) consumed by lambs. **Animal feed science and technology**, v. 119, n. 1, p. 1-11, 2005. ISSN 0377-8401.
- KOZLOSKI, G. V. et al. Intake, digestibility and nutrients supply to wethers fed ryegrass and intraruminally infused with levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. **Small Ruminant Research**, v. 106, n. 2, p. 125-130, 2012. ISSN 0921-4488.
- KOZLOSKI, G. V. et al. Faecal nitrogen excretion as an approach to estimate forage intake of wethers. **J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)**, v. 98, n. 4, p. 659-66, Aug 2014. ISSN 0931-2439.
- LACA, E.; DEMMENT, M. Modelling intake of a grazing ruminant in a heterogeneous environment. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VEGETATION: HERBIVORE RELATIONSHIPS, 1992. p.57-76.
- LADEIRA, M. M. et al. Consumo e digestibilidades aparentes total e parciais do feno de *Stylosanthes guianensis*. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 53, n. 2, p. 231-236, 2001. ISSN 0102-0935.

- LADEIRA, M. M. et al. Avaliação do feno de *Arachis pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade in vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2350-2356, 2002.
- LAJÚS, C. R. et al. Leaf tissues proportion and chemical composition of *Axonopus jesuiticus* x *A. scoparius* as a function of pig slurry application. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 276-282, 2014. ISSN 0103-8478.
- LAJÚS, C. R. et al. Morphophysiological characterization of giant missionary grass accessions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2302-2307, 2011. ISSN 1516-3598.
- LANA, R. D. P. Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades). **Viçosa: UFV**, v. 2, 2005.
- LANCASTER, R. J. Estimation of digestibility of grazed pasture from faeces nitrogen. **Nature**, v. 163, n. 4139, p. 330, 1949. ISSN 0028-0836
- LASCANO, C. E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**: CIAT Cali, Colombia, 1994.
- LESAMA, M. F.; MOOJEN, E. L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 123-128, 1999. ISSN 1678-4596.
- LIMA, J., A. Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Gregory). **UFLA/CNPq. Disponível em:** < http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_01.pdf>. **Acesso em**, v. 7, 2003.
- LIZ, D. M. D. et al. Herbage intake and animal performance of cattle grazing dwarf elaphant grass with two access times to a forage peanut area. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 6, p. 607-614, 2014. ISSN 1413-7054.
- LOPEZ, S. et al. Comparison of sample preparation methods for the determination of the rumen degradation characteristics of fresh and ensiled forages by the nylon bag technique. **Animal Science**, v. 60, n. 03, p. 439-450, 1995. ISSN 1748-748X.
- LORENZONI, I. G. et al. DESEMPENHO DA GRAMA MISSIONEIRA GIGANTE (*AXONOPUS CATHARINENSIS* VALLS) NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL. **Salão do Conhecimento**, v. 2, n. 2, 2016. ISSN 2318-2385.
- LOURENÇO, A. J.; CARRIEL, J. M. Desempenho de bovinos nelore em pastagem de *brachiara brizantha* associada a *leucaena leucocephala*. **Boletim de Indústria Animal**, v. 55, n. 1, p. 45-50, 1998. ISSN 1981-4100.
- LUKAS, M. et al. Relationship between fecal crude protein concentration and diet organic matter digestibility in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 6, p. 1332-1344, 2005. ISSN 1525-3163.
- MARTINEAU, R. et al. In situ degradation of timothy conserved as restrictively or extensively fermented silage or as hay. **Canadian journal of animal science**, v. 86, n. 2, p. 299-306, 2006. ISSN 0008-5286.

MASSON-BOIVIN, C. et al. Establishing nitrogen-fixing symbiosis with legumes: how many rhizobium recipes? **Trends in microbiology**, v. 17, n. 10, p. 458-466, 2009. ISSN 0966-842X.

MAURÍCIO, R. M. et al. Potencial da técnica in vitro semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 1013-1020, 2003.

MCALLISTER, T.; NEWBOLD, C. Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. **Animal Production Science**, v. 48, n. 2, p. 7-13, 2008. ISSN 1836-5787.

MCCRABB, G.; HUNTER, R. Prediction of methane emissions from beef cattle in tropical production systems. **Crop and Pasture Science**, v. 50, n. 8, p. 1335-1340, 1999. ISSN 1836-5795.

MCSWEENEY, C. et al. Nutritive value assessment of the tropical shrub legume *Acacia angustissima*: anti-nutritional compounds and in vitro digestibility. **Animal feed science and technology**, v. 121, n. 1, p. 175-190, 2005. ISSN 0377-8401.

MCSWEENEY, C. et al. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. **Journal of Applied Microbiology**, v. 90, n. 1, p. 78-88, 2001. ISSN 1365-2672.

MCSWEENEY, C. S. et al. Isolation and characterization of proteolytic ruminal bacteria from sheep and goats fed the tannin-containing shrub legume *Calliandra calothyrsus*. **Applied and environmental microbiology**, v. 65, n. 7, p. 3075-3083, 1999. ISSN 0099-2240.

MCTI, M. D. C. T. E. I. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil: MCTI 2013.**

MEALE, S. et al. Methane production of different forages in in vitro ruminal fermentation. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 25, n. 1, p. 86, 2012.

MENKE, K. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. **The Journal of Agricultural Science**, v. 93, n. 01, p. 217-222, 1979. ISSN 1469-5146.

MENKE, K. H.; STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. **Anim. Res. Dev**, v. 28, n. 1, p. 7-55, 1988.

MIN, B. 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**, v. 106, n. 1, p. 3-19, 2003. ISSN 0377-8401.

MIRANDA, M. **DESEMPENHO AGRONÔMICO DA GRAMA-MISSIONEIRA-GIGANTE EM LATOSSOLO COM USO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNO.** 2010. UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

MOSS, A. R.; JOUANY, J.-P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de zootechnie*, 2000, EDP Sciences. p.231-253.

MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 13, p. 2010-2037, 2006. ISSN 1097-0010.

MUPANGWA, J. et al. Dry matter intake, apparent digestibility and excretion of purine derivatives in sheep fed tropical legume hay. **Small Ruminant Research**, v. 36, n. 3, p. 261-268, 2000. ISSN 0921-4488.

NAGADI, S.; HERRERO, M.; JESSOP, N. The effect of fermentable nitrogen availability on in vitro gas production and degradability of NDF. **Animal Feed Science and Technology**, v. 87, n. 3, p. 241-251, 2000. ISSN 0377-8401.

NIDERKORN, V.; BAUMONT, R. Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants. **Animal**, v. 3, n. 07, p. 951-960, 2009. ISSN 1751-732X.

NIDERKORN, V. et al. Occurrence of associative effects between grasses and legumes in binary mixtures on in vitro rumen fermentation characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p. 1138-1145, 2011. ISSN 1525-3163.

NIDERKORN, V. et al. Synergistic effects of mixing cocksfoot and sainfoin on in vitro rumen fermentation. Role of condensed tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v. 178, n. 1, p. 48-56, 2012. ISSN 0377-8401.

NORTON, B. 4.3 Anti-nutritive and Toxic Factors in Forage Tree Legumes. 1994.

NRC, N. R. C. **Nutrient requirements of beef cattle**: National Academy Press Washington, DC 1996.

OLIVEIRA, M. D. et al. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1949-1960, 2000.

OMED, H. M. **Studies of the relationships between pasture type and quality and the feed intake of grazing sheep**. 1986. 271 University College of North Wales Bangor, UK.

PATRA, A. K. Meta-analyses of effects of phytochemicals on digestibility and rumen fermentation characteristics associated with methanogenesis. **J Sci Food Agric**, v. 90, p. 2700-2708, 2010.

PEARSON, C. J.; ISON, R. L. **Agronomy of grassland systems**. Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521568897.

PENNING, P. Animal-based techniques for estimating herbage intake. **Herbage intake handbook**, v. 2, p. 53-94, 2004.

PERIPOLLI, V. et al. Fecal nitrogen to estimate intake and digestibility in grazing ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 163, n. 2-4, p. 170-176, 2/11/2011. ISSN 0377-8401. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840110003901> >.

- PETERS, M. et al. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoi* en Colombia. 3. Bosque muy húmedo tropical-Piedemonte amazónico, Caquetá. **Artículos Científicos**, p. 2, 2000.
- POSSENTI, R. A. et al. Effects of leucaena and yeast on rumen fermentation and methane emissions in cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1509-1516, 2008. ISSN 1516-3598.
- PURWIN, C. et al. Nitrogen fractions and amino acid content in alfalfa and red clover immediately after cutting and after wilting in the field. **Journal of Elementology**, v. 19, n. 3, 2014. ISSN 1644-2296.
- RAMOS, A.; BARCELLOS, A.; FENANDES, F. Gênero *Arachis*. **Plantas forrageiras. Viçosa, MG: UFV**, p. 250-293, 2010.
- REED, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 5, p. 1516-1528, 1995. ISSN 0021-8812.
- REID, R., L et al. Digestibility, intake and mineral utilization of combinations of grasses and legumes by lambs. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1725-1734, 1987.
- REITER, T. **Introdução de leguminosas tropicais em dietas para ruminantes: efeito do nível de inclusão do amendoim forrageiro sobre o valor alimentar**. 2012. 44 Ciência Animal, UDESC
- RIBEIRO FILHO, H. M. N. et al. Consumo de forragem e produção de leite de vacas em pastagem de azevém-anual com duas ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009. ISSN 1516-3598.
- RIBEIRO, K. et al. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim Tifton 85, em três frequências de corte, sob diferentes doses de nitrogênio. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 542-544, 1998.
- RIRA, M. et al. Potential of tannin-rich plants for modulating ruminal microbes and ruminal fermentation in sheep. **Journal of animal science**, v. 93, n. 1, p. 334-347, 2015. ISSN 1525-3163.
- RIVERA, A. R. et al. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 617-624, 2010. ISSN 1516-3598.
- ROGERS, G.; PORTER, R.; ROBINSON, I. **The utilization of perennial ryegrass and white clover by lactating dairy cows**. Research report. Dairy Res. Inst., Victoria, Australia. 1979
- ROMNEY, D.; GILL, M. Intake of forages. **Forage Evaluation in Ruminant Nutrition, CAB International**, p. 43-62, 2000.
- RUSSELL, J. B.; MANTOVANI, H. C. The bacteriocins of ruminal bacteria and their potential as an alternative to antibiotics. **Journal of molecular microbiology and biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 347-355, 2002. ISSN 1464-1801.

SALMAN, A. et al. Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. **Embrapa Rondônia. Documentos**, 2010.

SCHNAIDER, M. A. et al. Intake and digestion of wethers fed with dwarf elephant grass hay with or without the inclusion of peanut hay. **Tropical animal health and production**, v. 46, n. 6, p. 975-980, 2014. ISSN 0049-4747.

SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. University of Georgia Press., 1975. ISBN 082030378X.

SILVA, A. T.; ØRSKOV, E. Fibre degradation in the rumens of animals receiving hay, untreated or ammonia-treated straw. **Animal Feed Science and Technology**, v. 19, n. 3, p. 277-287, 1988. ISSN 0377-8401.

SILVA, P. et al. Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade in vivo da fibra em detergente neutro. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 59, n. 3, p. 711-718, 2007. ISSN 0102-0935.

SOARES, A. B. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SONI, B. K. et al. Diurnal variation in the estimates of digestibility of pasture forage using plant chromogens and fecal-nitrogen as indicators. **Journal of Animal Science**, v. 13, n. 2, p. 474-479, 1954. ISSN 0021-8812.

STABILE, S. D. S. et al. Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião colhidos em três estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1418-1428, 2010. ISSN 1516-3598.

SUZUKI, T. et al. In vivo nutritive value of pangola grass (*Digitaria eriantha*) hay by a novel indirect calorimeter with a ventilated hood in Thailand. **Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ**, v. 42, n. 2, p. 123-129, 2008. ISSN 0021-3551.

TAVENDALE, M. H. et al. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123, p. 403-419, 2005. ISSN 0377-8401.

TCACENCO, F. A.; SOPRANO, E. Produtividade e qualidade da grama missioneira gigante [*Axonopus jesuiticus* (Araújo) Valls] submetida a vários intervalos de corte. **Pasturas tropicales**, v. 19, p. 28-35, 1997.

TERGAS, L. E. et al. Productividad animal de *Brachiaria decumbens* sola y con pastoreo complementario de *Pueraria phaseoloides* en los Llanos Orientales de Colombia. **Producción Animal Tropical**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 1984.

TESSEMA, Z.; BAARS, R. Chemical composition, in vitro dry matter digestibility and ruminal degradation of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach.) mixed with different levels of *Sesbania sesban* (L.) Merr. **Animal feed science and technology**, v. 117, n. 1, p. 29-41, 2004. ISSN 0377-8401.

THEODOROU, M. K. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, n. 3, p. 185-197, 1994. ISSN 0377-8401.

THOMSON, D. The nutritive value of white clover. Forage Legumes. Occasional Symposium, 1984. p.78-92.

TILLEY, J.; TERRY, R. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and forage science**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963. ISSN 1365-2494.

TJANDRAATMADJA, M.; MACRAE, I.; NORTON, B. Digestion by sheep of silages prepared from mixtures of tropical grasses and legumes. **The Journal of Agricultural Science**, v. 120, n. 03, p. 407-415, 1993. ISSN 1469-5146.

VALADARES FILHO, S. D. C.; RODRIGUEZ, N.; PIZZARRO, E. Digestao total e parcial de fenos de soja perene em ovinos, 1: materia seca e energia. Parte de tese. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1987. ISSN 0100-4859.

VALENTIM, J. F. et al. Velocidade de estabelecimento de acessos de amendoim forrageiro na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1569-1577, 2003.

VALLS, J. et al. A grama missioneira gigante: híbrido entre duas forrageiras cultivadas do gênero Axonopus (Gramineae). Congresso Nacional de Genética, 2000. p.388.

VAN SOEST, P. Laboratory methods for evaluating the energy value of feedstuffs. Proc Nutr Conf Feed Manuf, 1975.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, 1994. ISBN 080142772X.

VAN SOEST, P. U.; WINE, R. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. **J. Assoc. Off. Anal. Chem**, v. 50, n. 1, p. 50-55, 1967.

VAN SOEST, P. V.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. ISSN 0022-0302.

VILELA, L.; AYARZA, M. Ganho de peso de novilhas em pastagem de Brachiaria decumbens recuperada com stylosanthes guianensis cv. Mineirão. **Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2002.

WEATHERBURN, M. Urea colorimetric endpoint determination urease—berthelot reaction. **Anal Chem**, v. 39, p. 971, 1967.

WILSON, J. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE-CAMBRIDGE-**, v. 122, p. 173-173, 1994. ISSN 0021-8596.

WILSON, J.; DEINUM, B.; ENGELS, F. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, 1991. ISSN 0028-2928.

WILSON, J.; TAYLOR, A.; DOLBY, G. Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 19, n. 1, p. 41-46, 1976. ISSN 0028-8233.

ZEN, S. D. et al. Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE). **Piracicaba-SP: Esalq/Cepea**, 2008.