

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

TATIANA REITER

INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS TROPICAIS EM DIETAS PARA
RUMINANTES: EFEITO DO NÍVEL DE INCLUSÃO DO AMENDOIM
FORRAGEIRO SOBRE O VALOR ALIMENTAR

LAGES, SC

2012

TATIANA REITER

**INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS TROPICAIS EM DIETAS PARA
RUMINANTES: EFEITO DO NÍVEL DE INCLUSÃO DO AMENDOIM
FORRAGEIRO SOBRE O VALOR ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Estadual de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Henrique M. N. Ribeiro Filho

LAGES, SC

2012

TATIANA REITER

**INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS TROPICAIS EM DIETAS PARA
RUMINANTES: EFEITO DO NÍVEL DE INCLUSÃO DO AMENDOIM
FORRAGEIRO SOBRE O VALOR ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Banca Examinadora

Orientador:

Zootecnista, Prof. Dr. Henrique M. N. Ribeiro Filho
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro:

Zootecnista, Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Membro:

Médico Veterinário, Prof. Dr. Jorge Luiz Berto
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

Lages, SC, 26 de março de 2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao professor e meu orientador Henrique M. N. Ribeiro Filho pela credibilidade em mim, pelos conhecimentos transmitidos, pela dedicação e paciência ao longo do mestrado que foram essenciais para a obtenção desse trabalho;

Ao professor André Fischer Sbrissia pelos auxílios prestados quando necessários e conhecimentos transmitidos;

Aos colegas do CAV, Marcolino Frederico Miguel, Steben Crestani e Cristiano Ramos de Oliveira que colaboraram efetivamente para a realização desse projeto. Também as amigas Aline Cristina Dall Orsoletta, Daniela Lentz, Daíse Werncke e Maria Alice Schnaider pelos vários momentos de alegria e descontração que tornaram esses dois anos de mestrado mais agradáveis;

Ao meu noivo, Jozelito Morilhas Daneluz, um grande companheiro, conselheiro e incentivador nos momentos difíceis;

Aos meus pais, Clécio e Catarina, as minhas irmãs Karine, Christiane e Eduarda e ao meu irmão Thiago que mesmo estando longe sempre estiveram muito presentes nessa jornada e em todas as outras da minha vida;

Ao gerente da EPAGRI, Estação experimental de Ituporanga, Edison Xavier de Almeida e seus funcionários pelos recursos cedidos e colaboração nesse projeto. Aos funcionários e colaboradores da UDESC – CAV, em especial ao laboratorista Maurilio;

Ao programa de pós-graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina pelas instalações cedidas e a CAPES pela bolsa de estudos.

RESUMO

REITER, Tatiana. **Introdução de leguminosas tropicais em dietas para ruminantes: efeito do nível de inclusão do amendoim forrageiro sobre o valor alimentar.** 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade Estadual de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2012.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos diferentes níveis de inclusão do feno de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) sobre o valor alimentar em dietas a base de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum, genótipo EMBRAPA/CNPGL 92-198-7). O feno de *Arachis pintoi* foi incluído nas proporções de 0%, 33%, 66% e 100% da dieta. Os animais utilizados foram oito ovinos mestiços Suffolk × Texel, machos, castrados, pesando em média 41 ± 4 kg, os quais foram mantidos em gaiolas metabólicas durante quatro períodos experimentais (16 dias cada). Quatro desses animais eram dotados de cânula duodenal. O delineamento experimental foi em duplo quadrado latino 4×4. As dietas de cada tratamento foram fornecidas *ad libitum*, ajustando-se diariamente a quantidade para 30% acima do consumo do dia anterior. O consumo de matéria orgânica (MO) verdadeiramente digestível (coeficiente linear = 0,07 g/kg PV^{0,75}) respondeu positivamente à inclusão da leguminosa embora a digestibilidade verdadeira da MO tenha diminuído (coeficiente linear = 0,06%). O consumo e a retenção diária de nitrogênio (coeficiente linear = 0,18 e 0,11 g/dia, respectivamente) aumentaram linearmente com a inclusão da leguminosa. Contudo, em função da diminuição da eficiência de crescimento microbiano (g de nitrogênio microbiano/kg de MO digestível), a síntese de proteína microbiana não variou com a inclusão da leguminosa na dieta. A inclusão do *Arachis pintoi* em dietas a base de capim-elefante anão eleva o valor alimentar da dieta devido ao aumento do consumo voluntário e da retenção diária de nitrogênio, independente de reduções na digestibilidade da MO.

Palavras-chave: *Arachis pintoi*. Consumo voluntário. Digestibilidade *in vivo*. Proteína microbiana.

ABSTRACT

REITER, Tatiana. **Introduction of tropical legumes in ruminant diets: effect of inclusion of the *Arachis pinto* on feeding value.** 2012. 43 f. Dissertation (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade Estadual de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2012.

The aim of this work was to assess the effect of inclusion of *Arachis pinto* hay in different levels on feeding value of grass-dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Shum, genotype EMBRAPA/CNPGL 92-198-7) diets. The *Arachis pinto* hay was included in 0%, 33%, 66% e 100% of diet proportion. Eight crossbred lambs Texel x Suffolk, males, castrated, with 41 ± 4 kg weight were maintain in metabolic cage for four period (16 days each). Four of these animals have duodenal cannula. The experimental desing was a double latin square 4x4. The diets of each treatment were offered *ad libitum*, adjusting the amount each day up to 30% consumption of the day before. The organic matter (OM) intake increased (slope = $0.07 \text{ g/kg PV}^{0.75}$) with the inclusion of legume, despite a decreased of OM truly digestibility (slope = 0.06%). The nitrogen intake and daily retention (slope = 0.18 and 0.11 g/day, respectively) increased linearly with the inclusion of legume. However, due to decreased on efficiency of microbial growth (g of microbial nitrogen/kg digestible OM), the microbial protein supply was similar between treatments. The *Arachis pinto* inclusion, in grass-dwarf elephant grass diets, improve the feeding value due increases in voluntary intake and nitrogen daily retention, regardless of reductions on OM digestibility.

Keywords: *Arachis pinto*. Voluntary intake. *In vivo* digestibility. Microbial protein.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da forragem ingerida de dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pinto*i em diferentes proporções 24
- Tabela 2 - Consumo de forragem de dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pinto*i em diferentes proporções 25
- Tabela 3 - Digestibilidade aparente e fluxo intestinal de nutrientes em ovinos ingerindo dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pinto*i em diferentes proporções 26
- Tabela 4 - Consumo, balanço de nitrogênio (N), digestibilidade, crescimento microbiano e fluxo intestinal dos compostos nitrogenados em ovinos ingerindo dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pinto*i em diferentes proporções 26
- Tabela 5 - Análise de contraste da gramínea pura (capim elefante anão) com a leguminosa (amendoim forrageiro). 28

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 9 |
| 2.1 CONSÓRCIO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS | 9 |
| 2.2 O AMENDOIM FORRAGEIRO (<i>Arachis pintoi</i>)..... | 10 |
| 2.3 O CAPIM ELEFANTE (<i>Pennisetum purpureum</i>) | 11 |
| 2.4 INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS EM DIETAS PARA RUMINANTES | 12 |
| 2.5 EFEITO DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS SOBRE O CONSUMO VOLUNTÁRIO | 13 |
| 2.6 EFEITO DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE .. | 16 |
| 2.7 EFEITO DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS SOBRE A EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO E A SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA | 18 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 3.1 FORRAGENS UTILIZADAS | 20 |
| 3.2 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 20 |
| 3.3 ALIMENTAÇÃO DOS ANIMAIS E COLETA DE AMOSTRAS | 21 |
| 3.4 MEDIDAS SOBRE OS ANIMAIS | 22 |
| 3.5 ANÁLISES LABORATORIAIS | 22 |
| 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 23 |
| 4 RESULTADOS | 24 |
| 5 DISCUSSÃO | 27 |
| 5.1 EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM FORRAGEIRO NAS DIETAS EXPERIMENTAIS SOBRE O CONSUMO VOLUNTÁRIO E A DIGESTIBILIDADE DA DIETA | 27 |
| 5.2 EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM FORRAGEIRO NAS DIETAS EXPERIMENTAIS SOBRE A UTILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO PELOS ANIMAIS .. | 29 |
| 6 CONCLUSÃO | 32 |
| REFERÊNCIAS | 33 |
| APÊNDICE | 38 |

1 INTRODUÇÃO

A busca por produtividade está presente em todos os setores de produção a nível mundial. Não diferente, o mesmo acontece no setor pecuário brasileiro. No entanto, com o sistema de produção baseado em pastagens esbarra em problemas como a adoção de baixa tecnologia nas áreas cultivadas. Atualmente, parte considerável das pastagens brasileiras apresenta problemas de degradação, o que contribui para a não-sustentabilidade da produção. Dentre os diversos fatores que contribuem para isso, menciona-se, entre outros, o mau manejo e a queda na fertilidade do solo.

Ainda que a implantação de pastagens de leguminosas no país é pequena, seja pela pouca tradição por parte dos produtores ou até mesmo pela falta de conhecimento, gerando por vezes insucessos (BARCELLOS et al., 2008), elas contribuem para a recuperação de pastagens degradadas por meio do incremento de nitrogênio no sistema solo-planta-animal reduzindo assim o uso de fertilizantes nitrogenados, além de melhorar o valor nutritivo da dieta oferecida aos animais.

Um dos consórcios entre gramínea e leguminosa que se destaca é o capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum) consorciado com o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*). Isso porque o capim elefante apresenta alta produtividade e alta relação folha/colmo, enquanto que, o amendoim forrageiro, espécie de crescimento estolonífero e alto valor nutritivo, se estabelece entre as touceiras da gramínea introduzindo nitrogênio ao sistema através da sua fixação biológica e melhorando a qualidade da dieta. Os benefícios deste consórcio relacionados ao maior aporte de nitrogênio são bem evidentes, porém, quanto ao valor nutritivo atribuído pela leguminosa não é tão evidente, uma vez que sua participação na dieta é pouco representativa.

O objetivo do estudo foi avaliar a resposta nutricional da introdução do amendoim forrageiro com diferentes níveis de inclusão em dietas à base de capim-elefante anão. Foi testada a hipótese de que a inclusão da leguminosa promove melhoria no valor nutritivo da dieta, e que esta resposta se refletiria no aumento do consumo voluntário pelos animais e no aumento do fluxo de nutrientes para o intestino delgado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSÓRCIO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS

As pastagens formam a base da alimentação dos ruminantes no Brasil. Cerca de 70% das terras do setor agropecuário são destinadas ao cultivo de pastagens (FAO, 2010). No entanto, o país se depara com problemas recorrentes como baixa qualidade das pastagens no período seco do ano e aplicação de um manejo inadequado com super pastejo e ausência de correção da fertilidade do solo na maioria dos casos (COSER & CRUZ FILHO, 1989). Na busca por alternativas frente aos baixos índices de produção o consórcio entre gramíneas e leguminosas tem se mostrado uma alternativa promissora.

Com a introdução das leguminosas é possível aumentar a eficiência no uso da terra nos sistemas de produção agropecuários. Entre as vantagens da inclusão de leguminosas nos sistemas de produção animal em pastagens, destacam-se: a diversificação do sistema, reduzindo os riscos da ocorrência de pragas e doenças e de degradação das pastagens; capacidade de adicionar nitrogênio da atmosfera ao sistema solo-planta-animal, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*; melhor proteção do solo, evitando a erosão e lixiviação de nutrientes, estimulando a ação microbiana, com impacto positivo nas condições físico-químicas do solo e na eficiência e reciclagem dos nutrientes; aumento da produção de forragem, particularmente no período seco; maior valor nutritivo quando comparadas com as gramíneas tropicais geralmente utilizadas; maior resistência à seca em algumas espécies, proporcionando melhor distribuição da produção de forragem durante o ano, em quantidade e qualidade adequadas aos requerimentos nutricionais de animais. Isto resulta em aumento nos índices produtivos e reprodutivos do rebanho, redução de custos pela substituição de fertilizantes nitrogenados e pesticidas, além do aumento na rentabilidade e competitividade da pecuária (VALENTIM & ANDRADE, 2005). Verificam-se ainda benefícios ambientais em decorrência da redução da poluição ambiental com resíduos químicos, aumento da biodiversidade acima e abaixo do solo e devido ao maior aporte de nutrientes as dietas contendo leguminosas tendem a reduzir a metanogênese nos ruminantes (BARCELLOS et al., 2008).

No entanto, para prover dos benefícios desse consórcio é necessário maior atenção ao manejo das forragens utilizadas. No consórcio existe competição entre as espécies por luz e nutrientes do solo, como água, nitrogênio e outros minerais e nem sempre é promissor (LEMAIRE, 2001).

O consórcio entre o capim elefante anão e o amendoim forrageiro parece ser promissor, no entanto a participação da leguminosa na dieta é pequena. Em trabalho realizado por Crestani (2011) a leguminosa teve participação de apenas 9,18% na pastagem. Resultados semelhantes foram encontradas por Paris et al (2009) onde o amendoim forrageiro contribuiu com menos de 10% da matéria seca total em consórcio com coastcross.

Desta forma, foi proposta a mistura do capim elefante anão com o amendoim forrageiro em diferentes níveis de participação a fim de se avaliar a resposta nutricional dessa mistura. A seguir serão descritos aspectos relacionados às espécies forrageiras utilizadas.

2.2 O AMENDOIM FORRAGEIRO (*Arachis pintoi*)

Pertencente à família Fabaceae, o gênero *Arachis* é dividido em oito seções e/ou séries sendo natural da Bolívia, Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil, país esse, que concentra a maior parte dessa diversidade com 47 espécies catalogadas. O *Arachis pintoi*, nativo da flora brasileira e pertencente à série Caulorhizae, foi descrito por Krapovickas e Gregory no ano de 1973 (VALSS & SIMPSON, 1994). Devido ao seu alto valor nutritivo e por ser consumido com grande aceitação pelos animais ao longo do ano é tido como uma das melhores plantas forrageiras (LASCANO, 1994). Juntamente com a leucena (*Leucaena* spp.) e o estilosantes (*Stylosanthes* spp.), o *Arachis pintoi* é uma das leguminosas de maior importância comercial no Brasil (BARCELLOS et al., 2008).

O *Arachis pintoi* ou amendoim forrageiro, como é conhecido popularmente, é uma planta herbácea com ciclo de vida perene tendo seu estabelecimento principalmente através de mudas podendo a espécie atingir de 40 a 60 cm de altura (BARCELLOS et al., 2001). É uma leguminosa que apresenta boa tolerância ao pastejo intensivo devido a grande quantidade de sementes viáveis abaixo do solo (GONZÁLEZ et al., 1996) e pelo crescimento estolonífero com enraizamento nos nós, protegendo dessa forma os pontos vegetativos de crescimento (BARCELLOS et al., 2001).

Sua produção é máxima em regiões tropicais úmidas com precipitações de 2000 mm a 4000 mm bem distribuídos ao longo do ano, mas sendo uma espécie adaptada a diferentes climas e tipos de solo (KHAMSEEKHEW et al., 2001) pode ser encontrada em diversos países de todos os continentes, com exceção da Europa (BARCELLOS et al., 2001). Em alguns estados do Brasil sua implantação se deu com bastante sucesso, como é o caso do Acre. Nesse estado, o amendoim forrageiro é predominante nas pastagens consorciadas podendo ser encontrados consórcios bem estabelecidos com *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria*

brizantha, *B. decumbens* e *B. humidicola*. Além do Acre, no nordeste da Bahia e no sul do Rio Grande do Sul, o amendoim forrageiro também é cultivado (VALENTIM & ANDRADE, 2005).

O amendoim forrageiro é tido também como recuperador de pastagens degradadas e pode ser utilizado em consorciação com gramíneas com o objetivo de melhorar a qualidade da dieta e a quantidade de matéria verde oferecida aos animais (GONZÁLEZ et al., 1996; VALENTIM & ANDRADE, 2005). Valentim e Andrade (2005) também relataram a boa persistência do amendoim forrageiro com pastagens produtivas estabelecidas a mais de dez anos. Essa informação é corroborada por alguns trabalhos (BARCELLOS et al., 2001; LASCANO 1994) os quais verificaram o elevado potencial de produção de biomassa aérea por hectare com digestibilidade da matéria seca (MS) variando de 60% a 67% e teores de proteína bruta (PB) na folha de 13% a 25%.

Em termos morfológicos a quantidade de PB nas folhas é maior do que no caule, mas a diferença na digestibilidade entre as duas estruturas é pequena (LASCANO, 1994). No que diz respeito à flexibilidade de manejo, Lenzi et al. (2009) observaram que as características químicas e de digestibilidade *in vitro* da planta inteira do *A. pintoii* não apresentaram diferenças significativas ao longo do ano, o que demonstra sua capacidade de contribuir para manutenção da qualidade nutricional da dieta em épocas de menor taxa de acúmulo.

Boa parte das leguminosas tem em sua composição a presença de fatores anti-nutricionais. De acordo com Lascano (1994), a forragem em questão apresenta uma quantidade pequena de tanino, em torno de 2,5%, não tendo, portanto, efeitos notáveis sobre digestibilidade ou consumo. Ladeira et al. (2002), em experimento avaliando o feno de amendoim forrageiro, obtiveram consumo e digestibilidade dos nutrientes elevados, permitindo o seu fornecimento em quantidade suficiente para atender as exigências dos animais. Em trabalho realizado por Olivo et al. (2009) foi observado uma média anual de carga animal de 2,09UA/ha em pastagens de amendoim forrageiro consorciado com gramínea. Mais recentemente, Crestani (2011) observou que a introdução do amendoim forrageiro em pastos de capim-elefante não possibilitou a manutenção de carga animal média de 3,8 UA/ha.

2.3 O CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*)

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma gramínea perene de clima tropical originária da África e que foi introduzida no Brasil no ano de 1920 vindo de Cuba (RODRIGUES et al., 2001). Altamente disseminada no país hoje esta espécie é produzida em

todas as regiões do Brasil, devido principalmente pela sua característica de elevada produtividade, e vem sendo objeto de constante melhoramento genético.

O capim elefante de porte anão, o qual foi utilizado nesse estudo (genótipo EMBRAPA/CNPGL 92-198-7), é uma das diversas cultivares existentes desta espécie. As plantas desse grupo são mais adaptadas ao pastejo em função do menor comprimento dos entrenós, pelo menor porte da planta e pela elevada relação lâmina/colmo (PEREIRA, 1993). Além disso, apresenta digestibilidade *in vitro* da MS de 52 a 68% e teores de proteína bruta de 14 a 18% na MS (ALMEIDA, et al., 2001). O bom potencial produtivo e elevado valor nutritivo também caracterizam o capim elefante anão, tornando-o uma espécie de destaque na pecuária brasileira (PACCIULO et al., 1998).

Trabalhos realizados confirmam a boa produtividade animal em dietas a base de capim elefante anão. Almeida et al. (2000) verificaram aumento linear na ingestão de forragem propiciando ganhos de peso acima de 1 kg/novilho/dia em pastejo contínuo de capim elefante anão. Em pastagens manejadas com altas ofertas de forragem de capim elefante anão, Baade e Almeida (2004) observaram produções mínimas de 11,4 kg de leite/vaca/dia e 7.000 kg de leite/ha/ano.

2.4 INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS EM DIETAS PARA RUMINANTES

Muito se têm documentado na literatura sobre os benefícios do uso de leguminosas na dieta de ruminantes, o que proporciona melhora no desempenho animal devido, principalmente, ao maior consumo voluntário (LASCANO, 1994; NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Isso ocorre porque os impactos da introdução de leguminosas sobre a digestibilidade da MS e da fibra em detergente neutro (FDN), em dietas a base de gramíneas geralmente são pouco evidentes (NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Destaca-se, ainda, que os benefícios se estendem a melhora do valor alimentar da dieta em pastagens que geralmente apresentam baixa qualidade devido à sazonalidade da produção (BARCELLOS et al., 2001).

No entanto, é necessário considerar que o fornecimento de duas forragens, sendo uma gramínea e outra leguminosa, concomitantemente, pode apresentar diferentes respostas sobre o valor alimentar dessa mistura (NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Isso ocorre porque a interação entre as diferentes espécies de forragem podem modificar os processos metabólicos, principalmente no rúmen. Como consequência, a digestibilidade e o consumo podem apresentar efeito sinérgico, em função dos denominados efeitos associativos positivos ou, ao

contrário, podem ocorrer efeitos associativos negativos, diminuindo a resposta dessas variáveis em relação ao valor médio calculado para as forragens em separado. No mesmo sentido, Minson (1990) afirma que o sinergismo entre espécies só ocorre quando uma tem deficiência em um nutriente essencial e a outra espécie contém um alto nível deste mesmo nutriente. Entretanto, Ribeiro Filho et al. (2003) encontraram resultados favoráveis ao fornecimento de dietas mistas com leguminosas e gramíneas, sendo ambas de boa qualidade. Da mesma forma, trabalhos conduzidos na Nova Zelândia (HARRIS et al., 1998; HARRIS et al., 1997) com a introdução de trevo branco em dietas baseadas em azevém perene concluíram que a introdução desta leguminosa resultou em maior produção de leite devido ao maior consumo e aumento do valor nutritivo da pastagem, sugerindo que com níveis de 50% a 65% de trevo na dieta se obteria o máximo do potencial de produção de leite (HARRIS et al., 1997). Bhatti et al. (2008) acrescentam que os efeitos da introdução de leguminosas não podem ser generalizados, pois a variação que ocorre nas interações entre diferentes espécies são enormes. A resposta nutricional da mistura de amendoim forrageiro com capim-elefante anão, duas plantas forrageiras tropicais de boa qualidade nutritiva, ainda é desconhecida.

A seguir serão abordados alguns dos efeitos encontrados na literatura decorrentes da introdução de leguminosas na dieta sobre o consumo voluntário, a digestibilidade e a síntese de proteína microbiana. Vale mencionar que muitos são os fatores que interferem sobre estes processos, no entanto, a discussão será, principalmente, acerca das diferenças entre gramíneas e leguminosas.

2.5 EFEITO DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS SOBRE O CONSUMO VOLUNTÁRIO

Embora as variações individuais entre animais resultem em coeficientes de variação relativamente altos para o consumo (10% a 20%), quando comparado à digestibilidade (em torno de 5%), medidas referentes à ingestão voluntária continuam sendo o parâmetro mais importante para se avaliar a qualidade da forragem e o desempenho animal (MINSON, 1990).

Está bem estabelecido na literatura de que o consumo voluntário é maior quando gramínea e leguminosa compõe a dieta dos animais quando compara-se com a gramínea exclusiva, e o uso dessas misturas geralmente resulta em incrementos na performance animal (NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Diversos trabalhos (VAN SOEST, 1967; REID et al., 1987; GONZÁLEZ et al., 1996; LASCANO et al., 1994; LADEIRA et al., 2002) obtiveram como resultado aumento no consumo de MS em dietas mistas de gramínea com leguminosa

em comparação com a gramínea pura e, conseqüentemente, houve melhora no desempenho animal. González et al. (1996) relataram um aumento de 28% no consumo voluntário com uma dieta mista de amendoim forrageiro e estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) em relação a pastagem exclusiva da gramínea. Os autores atribuíram essa resposta a diminuição no teor de FDN com a inclusão da leguminosa na dieta.

Com relação à menor concentração de parede celular em leguminosas, vários estudos (REID et al., 1987; BROWN & PITMAN, 1991b; LADEIRA et al., 2002; FULKERSON et al., 2007; OLIVO et al., 2009) relataram diminuição no teor de FDN com a inclusão da leguminosa na dieta. Em consequência desse menor teor em parede celular, a característica de menor resistência a quebra de partículas durante a mastigação é atribuída as leguminosas fato que, também pode estar associado com a pequena relação comprimento:largura das fibras (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994). Nas gramíneas, a concentração de parede celular nas folhas aumenta com a maturidade da planta, embora não tão rapidamente quanto no caule, pois suas folhas possuem também uma função estrutural, diferente das leguminosas, onde a folha é apenas um órgão metabólico não exercendo nenhuma função estrutural para a planta (VAN SOEST, 1994). Além da diferença na concentração de parede celular, diferenças ocorrem também em sua composição sendo que as leguminosas apresentam maiores quantidades de pectina e baixas concentrações em hemicelulose (JUNG & ALLEN, 1995).

O teor de FDN da forragem é inversamente relacionado com o consumo, sendo esse, considerado o melhor preditor para ingestão voluntária (VAN SOEST, 1967; MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994) uma vez que, os animais regulam seu consumo por um nível constante de FDN (REID et al., 1987; VAN SOEST, 1994). A relação existente entre FDN e consumo ocorre porque a fibra é apontada pelo enchimento físico do rúmen devido a sua lenta digestibilidade e por seguir mais vagarosamente pelo fluxo que outros constituintes da forragem (VAN SOEST, 1967; JUNG & ALLEN, 1995), e, portanto, quanto menor for o teor de fibra de uma forragem, maior será seu consumo devido ao menor enchimento físico do rúmen (JUNG & ALLEN, 1995; LADEIRA et al., 2002). Neste aspecto, pode-se dizer que as leguminosas devem contribuir para a elevação do consumo voluntário, uma vez que o teor médio de fibra é inferior ao das gramíneas de mesma época de crescimento (MINSON, 1990). Niderkorn e Baumont (2009) enfatizam que o aumento no consumo de MS pela inclusão de leguminosa na dieta não significa um aumento no consumo de FDN.

Porém, não somente o FDN atua sobre a regulação do consumo, pois o limite de consumo pode não se dar pelo enchimento físico do rúmen e não só o FDN tem efeito sobre o enchimento físico do rúmen (FORBES, 2005). A fragilidade das partículas das leguminosas

também é um fator que favorece o esvaziamento físico do rúmen e conseqüentemente mais um fator associado ao maior consumo por esta classe forrageira (MINSON, 1990; NIDERKORN & BAUMONT, 2009). De acordo com Minson (1990), uma ovelha leva 6,5 horas para mastigar um quilo de MS de *Trifolium repens* e 8,7 horas para uma mastigar a mesma quantidade de MS de uma gramínea. Essa fragilidade, ou seja, a menor resistência a quebra durante a mastigação proporciona menor tempo de retenção no rúmen e maior taxa de passagem (REID et al., 1987; MINSON, 1990; NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Em trabalho realizado por Bhatti et al. (2008) a substituição por *Medicago sativa* na dieta a base de *Andropogon gerardi* aumentou a taxa de passagem de pequenas partículas de gramíneas e tendeu a reduzir o tempo de retenção de pequenas partículas no rúmen.

Além dos fatores físicos, fatores de ordem metabólica também podem interferir no consumo voluntário o qual pode da mesma forma, sofrer influências devidas às características do próprio animal, como, idade, tamanho, raça, sexo, nível de produção e estado fisiológico, bem como, pela variação da microflora ruminal, ou seja, proporções de bactérias, protozoários e outros microorganismos (THIAGO & GILL, 1990).

Em termos fisiológicos, segundo Thiago e Gill (1990) as leguminosas apresentam altas taxas iniciais de digestão em comparação às gramíneas, o que torna a limitação do consumo relacionada, também, com a liberação de nutrientes no rúmen. Além disso, algumas respostas podem estar relacionadas à presença de fatores anti-nutricionais. Mupangwa et al. (2000) em experimento com quatro diferentes leguminosas apontaram o alto teor de tanino presente na forragem de *Cassia rotundifolia* (29,5%) como causa do baixo consumo em comparação com as outras leguminosas.

Os efeitos das leguminosas sobre a ingestão voluntária podem causar respostas diferentes dependendo das plantas forrageiras da mistura e também do nível de inclusão da leguminosa. A resposta sobre o consumo de MS teve um aumento linear na mistura de *Dactylis glomerata* com *Trifolium pratense* enquanto que a mistura de *Lolium perenne* e *Medicago sativa* resultou em uma resposta de efeito quadrático (REID et al, 1987).

Lascano (1994), ao avaliar o *Arachis pintoi*, observou que houve consumo da leguminosa durante o ano todo pelos animais, fato associado com a boa aceitação da forragem. De outra forma, em gramíneas, o consumo voluntário tende a diminuir com a maturidade da planta ao longo do ano. Minson (1990) atribui esse menor consumo possivelmente ao maior dispêndio de energia para triturar a forragem e a deficiência em proteína da mesma. Van Soest (1967) acrescenta que o consumo de energia digestível pode estar associado a maior ou menor ingestão voluntária.

2.6 EFEITO DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE

São vastas as informações na literatura referentes às diferenças na digestibilidade dos tecidos que constituem a planta, sendo que a variação na proporção de cada tecido varia entre espécies, parte da planta e estágio de crescimento (MINSON, 1990; JUNG & ALLEN, 1995). Portanto, uma diferença existente em sua composição irá interferir diretamente nesse aspecto.

Segundo Mertens (2005), a digestão em ruminantes é o resultado da competição entre a taxa de passagem (que determinará quanto tempo o alimento ficará retido no trato digestório para ação das enzimas digestivas) e o processo de digestão (extensão potencial de degradação que pode ocorrer durante o tempo de retenção). Um aumento na taxa de passagem pode ter efeito negativo sobre a digestibilidade da MS e do FDN por um decréscimo no tempo de retenção da fibra no rúmen (REID et al., 1987) uma vez que, o processo de digestão executado pela flora microbiana é um processo relativamente lento, que pode levar dias ou semanas para a máxima digestão da fração fibra do alimento (MINSON, 1990). Quando a quantidade de forragem ingerida se eleva, a eficiência no processo de digestão é reduzida pela diminuição da extensão da digestão da fibra devido ao menor tempo de retenção no rúmen (MINSON, 1990). As dietas contendo leguminosas tipicamente têm maior velocidade de trânsito do que dietas puras de gramíneas (BROWN & PITMAN, 1991a). Redução linear na digestibilidade do FDN foi observada em trabalho realizado por Reid et al. (1987) com aumento no nível de inclusão de feno de alfafa e trevo vermelho na dieta base de *Dactylis glomerata*. Outro resultado desse trabalho foi aumento no consumo voluntário, o que possivelmente contribuiu para menor degradação da fração fibra das dietas. Ao contrário, Ladeira et al. (2002) afirmam que com menor teor de fibra das leguminosas a digestibilidade tende a aumentar, uma vez que a maioria dos compostos não digeridos se encontram na fração fibra. Estudos de González et al. (1996) corroboram com esse fato pois obtiveram aumento na digestibilidade *in vitro* da MS com a associação de amendoim forrageiro e estrela africana quando comparado com a gramínea pura.

No que diz respeito à lignina, as leguminosas apresentam teores superiores ao encontrado em gramíneas (VAN SOEST, 1967; MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994). No entanto, as alterações em sua composição com o desenvolvimento da parede celular parecem ser as mesmas em ambas as plantas forrageiras (JUNG & ALLEN, 1995). Nas gramíneas, a lignina tende a aumentar mais ou menos linearmente com o avanço da maturidade, o que afeta uma grande proporção de matéria digestível disponível devido a lignificação (VAN SOEST, 1967). E é por causa dessa lignificação que o declínio na qualidade conforme seu

envelhecimento ocorre de forma mais pronunciada nas gramíneas do que em leguminosas, plantas em que não acontece esse mecanismo fisiológico (VAN SOEST, 1994). Isso ocorre porque a lignina é o componente da parede celular que limita a digestão dos polissacarídeos da mesma por protegê-los da ação enzimática dos microorganismos no rúmen (JUNG & ALLEN, 1995). Segundo Kozlosky (2009) a lignina presente na parede celular dos vegetais representa uma barreira no processo de aderência e atividade hidrolítica bacteriana. Porém, como a lignina é um componente da parede celular ela influencia diretamente a digestibilidade dessa fração e indiretamente, a digestibilidade total da matéria orgânica da forragem (JUNG & ALLEN, 1995; KOZLOSKY et al., 2005). Van Soest (1967) obteve uma correlação negativa bastante alta (0,92) entre digestibilidade da MS e lignina para a alfafa. O mesmo autor, em 1994, relata uma relação curvilínea negativa entre o teor de lignina e a digestibilidade da FDN. No entanto, o efeito da lignina sobre a digestibilidade tem sido demonstrado ser maior em gramíneas do que em leguminosa (MINSON, 1990). Jung e Allen (1995) encontraram trabalhos recentes que demonstram não haver relação entre o teor de lignina e a digestibilidade da forragem ou até mesmo ter correlação positiva entre as duas.

As leguminosas têm menor depressão na digestibilidade com o avanço da idade que a maioria das gramíneas e aquelas forragens com maior teor de parede celular não tem necessariamente a maior quantidade de parede celular digestível (VAN SOEST, 1994).

Em ensaios de digestibilidade *in vitro* conduzidos com alfafa foi observada uma fermentação inicial com alta produção de gás seguida por uma normalização (VAN SOEST, 1967). Esse comportamento é observado nas leguminosas que possuem grandes quantidades de componentes solúveis em comparação as gramíneas e, por isso, há uma rápida e alta intensidade de fermentação inicial seguida por um platô (BROWN & PITMAN, 1991a). A fermentação inicial das gramíneas é mais lenta, devido à pequena quantidade de fração solúvel, e apesar de possuírem uma maior fração de fibra potencialmente digestível sua taxa de digestão é baixa (VAN SOEST, 1967). Isso ocorre porque as gramíneas têm partículas mais flutuantes devido a maior quantidade de gás, o que está associado ao maior tempo de fermentação (JUNG & ALLEN, 1995). Nesse sentido, um ingrediente da dieta pode influenciar a digestibilidade de outro. Brown e Pitman (1991a) conduziram um trabalho com diferentes níveis de mistura de *Hemarthria altissima* com *Aeschynomene americana*. O N da leguminosa, bastante solúvel e provavelmente grandemente degradado no rúmen, foi determinante para redução no lag time para iniciar a digestão da fibra da dieta mista. Além disso, o crescimento microbiano pode ser estimulado resultando em maior degradação da fibra da gramínea. Com diferentes níveis de inclusão de leguminosas na dieta, Reid et al. (1987)

encontraram diferentes respostas sobre a digestibilidade da MS. Na dieta mista de *Medicago sativa* com *Dactylis glomerata* e *Medicago sativa* com *Lolium perenne* a resposta foi quadrática enquanto que a resposta foi linear para *Trifolium pratense* com *Dactylis glomerata* e não significativo para *Trifolium pratense* com *Lolium perenne*. Isso é explicado pela significativa interação entre as espécies da mistura.

Por fim, Reid et al. (1987) relatam que pode haver uma relação entre teor de minerais das leguminosas com maior degradação da fibra ou utilização de N a nível ruminal.

2.7 EFEITO DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS SOBRE A EFICIÊNCIA DO USO DE NITROGÊNIO E A SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA

Nos animais ruminantes, a proteína de origem microbiana, é a fonte de proteína de maior importância do que propriamente aquela oriunda da proteína de origem alimentar não degradada no rúmen (RUSSEL et al., 1992). Parte da proteína oriunda da dieta é degradada no rúmen para ser utilizada na síntese de proteína microbiana e outra parte, que escapa da degradação ruminal, é chamada de proteína não degradada no rúmen (BRODERICK, 1995). Desta forma, a produção de proteína microbiana é influenciada pela proporção de N no alimento que é solúvel e degradável no rúmen e em adição a disponibilidade de energia digestível, enquanto que, a disponibilidade de proteína para absorção pós ruminal é influenciada pela proporção do N que é resistente a degradação ruminal mais a proteína microbiana (BROWN & PITMAN, 1991b). Quando a proteína dietética degradada no rúmen supera a quantidade requerida pelos microorganismos podem ocorrer perdas ruminais de nitrogênio e assim diminuir a quantidade de nitrogênio retido pelos animais (MUPANGWA et al. 2000; NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Isso porque, a proteína é degradada em amônia e quando esta se acumula no rúmen, é absorvida através do epitélio ruminal e entra na circulação portal até atingir o fígado, onde é convertida em uréia e excretada na urina (BACH et al., 2005), mesmo que para isso, teoricamente, haja um custo energético para essa conversão (FULKERSON et al., 2007). Dessa forma, mais proteína é degradada do que sintetizada (BRODERICK, 1995).

Brown e Pitman (1991b) constataram que embora a degradação do N das gramíneas tenha sido extensa, baixas quantidades de N degradável e solúvel no rúmen podem limitar o pool de N disponível para síntese de proteína microbiana. Porém com a inclusão da leguminosa na dieta é possível complementar essas baixas concentrações de N nas gramíneas tropicais por promover N solúvel e degradável para a funcionalidade do rúmen. Harris et al.

(1998) descrevem que a população microbiana é maior no rúmen de animais recebendo leguminosas, sendo que os microorganismos tem uma atividade 25% superior do que quando a dieta é composta exclusivamente por gramíneas.

Outra característica que é própria das leguminosas é a presença de fatores anti-nutricionais, como o tanino. Níveis moderados dessa substância podem melhorar a fração de proteína não degradada no rúmen (VAN SOEST, 1994), pois em certos níveis na dieta, leva à formação de um complexo tanino-proteína tornando a proteína da forragem indisponível a degradação dos microorganismos do rúmen (BROWN e PITMAN, 1991b). Lascano (1994) relatou uma taxa de degradação *in situ* da proteína de 3,2, 6,7 e 31,1%/hora para as leguminosas tropicais *Desmodium ovalifolium*, *Arachis pintoi* e *Centrosema arenarium*, respectivamente. O autor relacionou esses resultados com a quantidade de tanino presente nas forragens e sugere que os 2,5% de tanino do *A. pintoi* pode proteger parcialmente a degradação de proteína no rúmen, uma vez que o *D. ovalifolium* contem 22,5% de tanino enquanto que a *C. arenarium* apenas 1,2% e teve a maior taxa de degradação de proteína.

Além desse fato, com a maior taxa de passagem da digesta pelo rúmen, comum em dietas contendo leguminosas, a estimativa de N potencialmente degradado no rúmen que escapa da degradação deve ser maior e reduzir a estimativa de N degradado no rúmen (BROWN e PITMAN, 1991b). Da mesma forma, a maioria das gramíneas, as quais possuem baixa degradabilidade ruminal da fração de proteína, devem ter um fluxo maior de proteína não degradada no rúmen e com isso, mais proteína dietética sofrerá digestão enzimática no abomaso e intestino delgado (KHAMSEKHIEW et al., 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 FORRAGENS UTILIZADAS

As forragens utilizadas foram o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e o capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum, genótipo EMBRAPA/CNPGL 92-198-7). A implantação dos pastos ocorreu no ano de 2004 na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) da Estação Experimental de Ituporanga, com coordenadas geográficas aproximadas de 475 metros de altitude, 27°38' de latitude sul e 49°60' de longitude oeste. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical úmido) com temperatura média no ano de 17,0 °C.

No início de seu estágio de desenvolvimento o capim elefante anão recebeu adubação nitrogenada na razão de 50 kg N/ha na forma de uréia. O amendoim forrageiro não recebeu qualquer tipo de fertilização nitrogenada.

O corte do capim elefante anão foi realizado no mês de fevereiro do ano de 2010, com 40 dias de idade de rebrota, enquanto que o corte do amendoim forrageiro foi realizado no mês de abril do mesmo ano, com aproximadamente 90 dias de idade de rebrota.

Os processos de corte da forragem e confecção dos fenos foram realizados de forma manual, sem o auxílio de implementos agrícolas. Para o corte da leguminosa foi utilizada roçadeira costal, fazendo-se o corte rente ao chão, e foice para a gramínea, cortando-se numa altura de 20 cm acima do solo garantindo que fosse retirado somente a área foliar da planta. Ambos os pastos foram secos ao tempo sobre lonas para evitar possíveis perdas de folhas, principalmente da leguminosa. Após a secagem, foi realizado o enfardamento gerando fardos de aproximadamente 15 quilos cada. Os fardos resultantes foram transportados até o Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), Campus Lages, local onde o experimento com os animais foi conduzido.

3.2 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O período do experimento com os animais foi de setembro a dezembro de 2010 em um galpão de alvenaria disposto de gaiolas metabólicas. Foram utilizados oito ovinos machos, castrados, mestiços Suffolk × Texel, pesando ao início do experimento em média 41±4,0 kg. Quatro desses ovinos eram providos de cânula duodenal. A cânula utilizada era do tipo “T”, a qual foi inserida no duodeno ascendente, antes do ducto pancreático. Todos os animais

permaneceram em gaiolas metabólicas individuais com acesso à água e suplementação mineral à vontade durante todo o experimento. Os animais foram distribuídos em delineamento em duplo quadrado latino 4×4 com quatro períodos experimentais de 16 dias cada, sendo 10 dias de adaptação e seis dias de coleta. No início do segundo período, um dos ovinos não canulados morreu. Os tratamentos experimentais foram constituídos de feno de amendoim forrageiro em diferentes níveis de inclusão (0%; 33%; 66% e 100%) na dieta a base de capim-elefante anão.

3.3 ALIMENTAÇÃO DOS ANIMAIS E COLETA DE AMOSTRAS

O feno das duas plantas forrageiras foi picado em partículas de 10 a 15 cm de comprimento em um moinho de facas sem peneira. Depois de picado, os fenos foram armazenados separadamente em sacos de ráfia. A mistura das dietas de cada tratamento era realizada manualmente no momento do seu fornecimento aos animais. As dietas eram fornecidas duas vezes ao dia (8h e 16h) ajustando-se diariamente a quantidade para 30% acima do consumo do dia anterior. Amostras da dieta oferecida para cada animal foram coletadas a partir do 11º dia de cada período pela manhã e à tarde e as amostras das sobras de forragem foram coletadas a partir do 12º dia. Essas amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 60° C durante 48 horas. A partir daí, as amostras foram compostas por tratamento e período para a forragem oferecida e para cada animal e período para as sobras, as quais foram armazenadas para posteriores análises. Do 12º ao 16º dia de cada período experimental, o total de fezes produzida por animal foi pesado diariamente e foram coletadas amostras na razão de 100 g/animal/período. Posteriormente as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 60° C por 72 horas e compostas por animal e período para realização das análises laboratoriais.

As amostras de urina foram coletadas a partir do 12º dia até o 16º dia de cada período experimental. Baldes contendo 200 mL de ácido sulfúrico diluído a 20% foram utilizados para quantificar o volume de urina produzido nos cinco dias. Alíquotas de 1% do volume total eram coletadas, filtradas em gaze e diluídas em balões volumétricos de 100 mL com água destilada (CHEN & GOMES, 1992). Amostras diárias de urina constituíram uma amostra composta por animal e por período e armazenadas a temperatura de -20°C até a realização de análises.

No 16º dia de cada período experimental foram coletados 200 mL de fluido duodenal dos quatro animais canulados em intervalos de quatro em quatro horas, por um período de 24

horas. As amostras compostas por animal e período foram mantidas congeladas até a realização das análises em laboratório.

3.4 MEDIDAS SOBRE OS ANIMAIS

O consumo de forragem, em kg MS/dia, foi medido pela diferença entre a quantidade de forragem oferecida e as sobras entre o 11º e o 15º dia de cada período. O consumo da matéria orgânica (MO) e dos constituintes da MO da forragem foi calculado a partir da quantidade de nutriente oferecido menos a quantidade do mesmo encontrado nas sobras.

A digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da MO e dos constituintes da MO das dietas foi calculada pela relação entre a quantidade ingerida que não foi excretada nas fezes. A digestibilidade verdadeira da MO (DVMO) foi estimada de acordo com Mulligan et al. (2001) assumindo que a quantidade de FDN excretado representa a MO indigestível do alimento:

$$\text{DVMO (\%)} = [(\text{consumo de MO} - \text{FDN excretado}) / \text{consumo de MO}] \times 100$$

No mesmo sentido a digestibilidade verdadeira da proteína bruta (DVPB) foi calculada assumindo que o N indigestível do alimento é igual ao NIDN fecal, utilizando a fórmula:

$$\text{DVPB (\%)} = [(\text{N ingerido} - \text{NIDN excretado}) / \text{N ingerido}] \times 100$$

Para o fluxo diário de nutrientes para o intestino delgado foi adotado a lignina como indicador do fluxo e o mesmo foi calculado como apresentado na equação:

$$\text{Fluxo intestinal de MS (g/dia)} = \frac{\text{MS fezes (g/dia)} \times \text{lignina fezes (g/kg MS)}}{\text{lignina duodenal (g/kg MS)}}$$

O fluxo intestinal de cada nutriente (g/dia) foi calculado pelo produto do fluxo intestinal de MS (g/dia) e sua concentração na MS duodenal (g/kg MS).

3.5 ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras de forragem oferecida, sobras, fezes e fluído duodenal, depois de secas em estufa de ventilação forçada a 60°C, foram moídas em moinho com peneiras de 1 mm e submetidas aos mesmos procedimentos laboratoriais para análise químico-bromatológica descritos a seguir.

Os teores de matéria seca foram determinados por secagem em estufa a 105°C durante 24 horas e o teor de cinzas por queima em forno mufla a 550°C durante 4 horas. O teor de proteína bruta (PB) foi determinado pelo método de Kjeldhal (AOAC, 1995; método nº

984.13). A fibra em detergente ácido (FDA) e a lignina solúvel em ácido sulfúrico 72% foram quantificadas conforme Robertson e Van Soest (1981) e os teores da fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Van Soest et al. (1991), com o uso de sacos de poliéster conforme modificação descrita por Komarek (1993). As concentrações de FDN e FDA foram expressas incluindo o teor de cinzas residual.

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram analisados de acordo com Licitra et al. (1996) sendo determinados somente nas amostras de fezes. As amostras de fluido duodenal foram acidificadas com ácido sulfúrico e determinado o nitrogênio amoniacal por espectrofotometria (WEATHERBURN, 1967).

Nas amostras de urina foram determinados o nitrogênio total, determinado pelo mesmo método da PB e os derivados das purinas (xantina, hipoxantina, alantoína e ácido úrico) através do método colorimétrico para estimar a síntese de proteína microbiana ruminal (CHEN & GOMES, 1992). O método relaciona a quantidade de purinas absorvidas (X, mmol/dia) com a quantidade de derivados de purina excretados (Y, mmol/dia) conforme a equação abaixo:

$$Y = 0,84X + (0,150 PV^{0,75} e^{-0,25X})$$

O cálculo de X baseado no valor de Y foi realizado utilizando o método de Newton-Raphson como segue:

$$X_{(n+1)} = X_n - \frac{(0,84X + (0,150 PV^{0,75} e^{-0,25X})) - Y}{0,84 - (0,038 PV^{0,75} e^{-0,25X})} \quad \text{Retenção (g/dia)}$$

E a síntese de proteína microbiana foi estimada a partir da fórmula abaixo, onde considera a digestibilidade da purina microbiana de 0,83, teor de N nas purinas de 70 mg/mmol e relação de N purina/N microbiano de 0,116:

$$\text{N microbiano (g/dia)} = \frac{70 X}{0,116 \times 0,83 \times 1000} = 0.727 X$$

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos primeiramente à análise de variância (ANOVA). Naqueles em que houve diferença foram testados equações do modelo polinomial (linear e quadrática), exponencial e logaritmo, levando em conta o nível de significância dos respectivos coeficientes, por meio do pacote estatístico “SAS” (Statistical Analysis System®, 1996). A escolha do modelo foi realizada pelo qual se ajustou melhor a resposta.

4 RESULTADOS

Das variáveis estudadas que tiveram efeito da análise de variância (ANOVA) o modelo que melhor se ajustou sobre as respostas obtidas foi a regressão linear do modelo polinomial. Efeitos lineares foram observados entre os tratamentos na composição químico-bromatológica da forragem ingerida sobre todos os constituintes da matéria orgânica (MO), exceto para a fibra em detergente ácido (FDA) (Tabela 1). Os teores de proteína bruta (PB) e lignina aumentaram linearmente ($P < 0,001$) à medida que se elevou o nível de amendoim forrageiro na dieta. O contrário foi observado para o teor de fibra em detergente neutro (FDN) que diminuiu linearmente ($P < 0,001$). Para cada 10% de inclusão da leguminosa na dieta houve uma diminuição de 15,8 gramas de FDN/kg de MS ingerida.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da forragem ingerida de dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pintoi* em diferentes proporções.

| Variáveis ¹ (g/kg MS ingerida) | Porcentagem da leguminosa | | | | Anova (P<) | Modelo | dpr | Efeito (P<) |
|---|------------------------------|-----|-----|-----|---------------|-------------------|------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | | |
| MS | 935 | 939 | 926 | 908 | *** | $y = 940 - 0,28x$ | 25,5 | * |
| MO | 868 | 884 | 892 | 904 | *** | $y = 870 + 0,34x$ | 6,9 | *** |
| Proteína bruta | 113 | 134 | 149 | 184 | *** | $y = 110 + 0,69x$ | 8,8 | *** |
| FDN | 728 | 658 | 627 | 559 | *** | $y = 725 - 1,58x$ | 35,5 | *** |
| FDA | 442 | 451 | 436 | 450 | NS | --- | --- | --- |
| Lignina | 52 | 82 | 93 | 121 | *** | $y = 56 + 0,64x$ | 14,7 | *** |

¹ MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido

dpr = desvio padrão residual; NS = não significativo; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$

O consumo de MO e o consumo de MO verdadeiramente digestível (MOVD), em g/kg de $PV^{0,75}$, aumentaram linearmente ($P < 0,001$ e $P < 0,05$, respectivamente) com a inclusão da leguminosa na dieta (Tabela 2). Para cada unidade percentual de inclusão do amendoim forrageiro o consumo de MO aumentou 0,14 g/kg $PV^{0,75}$ ($r^2 = 0,42$; $dpr = 6,6$) e o consumo de MOVD 0,07 g/kg $PV^{0,75}$ ($r^2 = 0,17$; $dpr = 6,0$). No mesmo sentido, o consumo de PB se elevou ($P < 0,001$) nos maiores níveis de participação da leguminosa (coeficiente linear = 1,11 g/dia; $r^2 = 0,66$; $dpr = 30,5$). De outra forma, o consumo de FDN não se alterou à medida que aumentou a proporção de amendoim forrageiro na dieta.

A digestibilidade da MS, da MO e dos constituintes da MO diminuíram no sentido em que se elevou a participação da leguminosa na dieta (Tabela 3). Para cada dez unidades percentuais de aumento na participação da leguminosa a digestibilidade da MO diminuiu ($P <$

0,001) em aproximadamente 1% ($r^2 = 0,59$; $dpr = 2,9$), da MO verdadeiramente digestível ($P < 0,001$) em 0,6% ($r^2 = 0,50$; $dpr = 2,5$), a da FDN ($P < 0,001$) em 1,9% ($r^2 = 0,90$; $dpr = 2,4$) e para a FDA ($P < 0,001$) de 2,2% ($r^2 = 0,65$; $dpr = 6,3$). Com relação ao fluxo de nutrientes para o intestino delgado para cada unidade percentual da leguminosa o fluxo de MO se elevou ($P < 0,10$) em 2,70 g/dia e o de FDA ($P < 0,001$) em 1,81 g/dia.

O consumo de nitrogênio (N) aumentou ($P < 0,001$) 0,18 g/dia ($r^2 = 0,66$; $dpr = 4,9$) para cada unidade percentual de inclusão da leguminosa na dieta (Tabela 4). No mesmo sentido, a quantidade de N retido ($P < 0,001$) aumentou em 0,3 g/dia ($r^2 = 0,21$; $dpr = 2,45$) a cada dez unidades percentuais de inclusão do amendoim forrageiro. Contudo não foram encontradas diferenças entre os tratamentos para a produção de N microbiano (NM) em gramas/dia, mas a eficiência de crescimento microbiano (g de nitrogênio microbiano/kg de MO digestível) diminuiu ($P < 0,05$) em 0,4 g de NM/kg MO digestível a cada dez unidades percentuais de elevação da participação da leguminosa na dieta. O fluxo intestinal de nitrogênio não amoniacal (FNNA) aumentou ($P < 0,10$) em 0,12 g/dia a cada unidade percentual de adição da leguminosa na dieta.

Tabela 2 - Consumo de forragem de dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pintoi* em diferentes proporções.

| Variáveis de consumo ¹ (g/dia) | Porcentagem da leguminosa | | | | Anova (P<) | Modelo | dpr | Efeito (P<) |
|--|---------------------------|------|------|------|---------------|--------------------|-------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | | |
| CMS | 1033 | 1189 | 1234 | 1284 | *** | $y = 1074 + 2,08x$ | 168,7 | * |
| CMO | 896 | 1051 | 1101 | 1160 | *** | $y = 934 + 2,24x$ | 148,3 | ** |
| CPB | 116 | 161 | 185 | 237 | *** | $y = 117 + 1,11x$ | 30,5 | *** |
| CFDN | 752 | 780 | 770 | 713 | NS | --- | --- | --- |
| CMOVD | 710 | 814 | 832 | 849 | * | --- | --- | NS |
| CMS (g/kg de PV) | 26 | 29 | 30 | 32 | *** | $y = 26 + 0,05x$ | 2,8 | ** |
| CFDN (g/kg de PV) | 19 | 19 | 19 | 18 | NS | --- | --- | --- |
| CMO (g/kg de PV ^{0,75}) | 56 | 66 | 68 | 73 | *** | $y = 58 + 0,14x$ | 6,6 | *** |
| CMOVD(g/kg PV ^{0,75}) | 44 | 51 | 52 | 54 | *** | $y = 46 + 0,07x$ | 6,0 | * |

¹ CMS = consumo de matéria seca, CMO = consumo de matéria orgânica, CPB = consumo de proteína bruta, CFDN = consumo de fibra em detergente neutro, CMOVD = consumo de matéria orgânica verdadeiramente digestível, PV = peso vivo

dpr = desvio padrão residual; NS = não significativo; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$

Tabela 3 - Digestibilidade aparente e fluxo intestinal de nutrientes em ovinos ingerindo dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pintoii* em diferentes proporções.

| Digestibilidade aparente (%) | Porcentagem da leguminosa | | | | Anova (P<) | Modelo | dpr | Efeito (P<) |
|---------------------------------|---------------------------|-----|-----|------|------------|-------------------|-------|-------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | | |
| DMS | 61 | 58 | 55 | 49 | *** | $y = 61 - 0,12x$ | 3,3 | *** |
| DMO | 62 | 60 | 57 | 53 | *** | $y = 62 - 0,09x$ | 2,9 | *** |
| DVPB | 92 | 91 | 88 | 87 | *** | $y = 92 - 0,06x$ | 3,2 | ** |
| DFDN | 75 | 70 | 65 | 56 | *** | $y = 75 - 0,19x$ | 2,4 | *** |
| DFDA | 65 | 57 | 50 | 42 | *** | $y = 65 - 0,22x$ | 6,3 | *** |
| DVMO | 79 | 77 | 75 | 73 | *** | $y = 79 - 0,06x$ | 2,5 | *** |
| <i>Fluxo intestinal (g/dia)</i> | | | | | | | | |
| FMO | 635 | 899 | 812 | 1028 | * | $y = 669 + 2,70x$ | 221,6 | † |
| FFDN | 250 | 396 | 341 | 454 | ** | $y = 276 + 1,46x$ | 101,9 | * |
| FFDA | 170 | 286 | 285 | 384 | ** | $y = 178 + 1,81x$ | 62,7 | *** |

DMS = digestibilidade da matéria seca, DMO = digestibilidade da matéria orgânica, DVPB = digestibilidade verdadeira da proteína bruta, DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro, DFDA = digestibilidade da fibra em detergente ácido, DVMO = digestibilidade verdadeira da matéria orgânica, FMO = fluxo de matéria orgânica, FFDN = fluxo da fibra em detergente neutro, FFDA = fluxo da fibra em detergente ácido
dpr = desvio padrão residual; † = P < 0,10; * = P < 0,05; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001

Tabela 4 - Consumo, balanço de nitrogênio (N), digestibilidade, crescimento microbiano e fluxo intestinal dos compostos nitrogenados em ovinos ingerindo dietas compostas por feno de capim-elefante anão e *Arachis pintoii* em diferentes proporções

| Variáveis | Porcentagem da leguminosa | | | | Anova (P<) | Modelo | dpr | Efeito (P<) |
|-------------------------------|---------------------------|------|------|------|------------|--------------------|-------|-------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | | |
| CN (g/dia) | 19 | 26 | 30 | 38 | *** | $y = 19 + 0,18x$ | 4,9 | *** |
| N urinário (g/dia) | 7,8 | 9,9 | 12,1 | 14,0 | *** | $y = 7,5 + 0,06x$ | 2,15 | *** |
| N retido (g/dia) | 2,6 | 4,1 | 3,3 | 6,5 | ** | $y = 2,3 + 0,03x$ | 2,45 | * |
| DN (%) | 52 | 54 | 52 | 54 | NS | --- | --- | --- |
| DVN (%) | 92 | 91 | 88 | 87 | ** | $y = 92 - 0,06x$ | 3,2 | ** |
| <i>N microbiano ruminal</i> | | | | | | | | |
| g/dia | 8,3 | 9,6 | 8,7 | 7,6 | NS | --- | --- | --- |
| g/kg MOD | 15,2 | 16,9 | 14,5 | 13,1 | NS | --- | --- | --- |
| g/kg MOVD | 11,8 | 13,0 | 11,1 | 9,6 | NS | --- | --- | --- |
| <i>Fluxo duodenal (g/dia)</i> | | | | | | | | |
| FN | 29 | 39 | 35 | 48 | * | $y = 30 + 0,13x$ | 10,6 | † |
| FNNA | 29,0 | 37,8 | 34,6 | 46,8 | * | $y = 29,4 + 0,12x$ | 10,49 | † |
| FNNA (g/kg MOD) | 51,2 | 53,9 | 54,1 | 68,2 | † | --- | --- | NS |
| FNNA (g/kg MOVD) | 39,9 | 40,9 | 41,4 | 50,2 | NS | --- | --- | --- |
| FNNA (g/g de NI) | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | NS | --- | --- | --- |

CN = consumo de nitrogênio, DN = digestibilidade do nitrogênio, DVN = digestibilidade verdadeira do nitrogênio, NM = nitrogênio microbiano, FN = fluxo de nitrogênio, FNNA = fluxo de nitrogênio não amoniacal, MOD = matéria orgânica digestível, MOVD = matéria orgânica verdadeiramente digestível, NI = nitrogênio ingerido

dpr = desvio padrão residual; NS = não significativo; † = P < 0,10; * = P < 0,05; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001

5 DISCUSSÃO

5.1 EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM FORRAGEIRO NAS DIETAS EXPERIMENTAIS SOBRE O CONSUMO VOLUNTÁRIO E A DIGESTIBILIDADE DA DIETA

A análise químico-bromatológica das dietas revelou uma diminuição no teor da fibra em detergente neutro (FDN) à medida que se elevou o nível de inclusão do *Arachis pintoi* na dieta, o que está de acordo com o classicamente observado na literatura (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994), uma vez que as diferenças anatômicas e estruturais das espécies conferem às leguminosas menor espessura da parede celular em comparação às gramíneas. Concomitante com a redução da quantidade de FDN houve aumento no consumo de MS e MO (em gramas/dia). Embora a análise de regressão realizada primeiramente não tenha revelado diferenças no consumo de MO verdadeiramente digestível (MOVD), em gramas/dia, com a inclusão do amendoim forrageiro na dieta, uma significativa diferença foi percebida por meio de análise de contraste (Tabela 5). A introdução da leguminosa proporcionou um aumento de 17% no consumo de MOVD (g/kg PV^{0,75}) pelos animais e com isso, fica clara a resposta positiva sobre o consumo de MOVD com a presença da leguminosa na dieta. De acordo com Poppi et al. (1994) o consumo é o fator determinante no desempenho animal superando os benefícios oriundos do suprimento de proteína. González et al. (1996) obtiveram um aumento de 28% no consumo com pastagem de *Cynodon nlemfuensis* em associação com *Arachis pintoi* em comparação com a gramínea pura o que proporcionou um aumento de 14,3% na produção de leite pelas vacas.

Estudos conduzidos por diversos autores com a introdução de leguminosa em dietas a base de gramínea também obtiveram como resultado aumento no consumo voluntário (MANAYE et al., 2009; HARRIS et al., 1997; GONZÁLEZ et al., 1996). Harris et al. (1997) realizaram um trabalho com forragens de clima temperado e observaram aumento no consumo diário das vacas alimentadas com diferentes níveis de trevo branco (*Trifolium repens*) em pastagem de azevém perene (*Lolium perenne*). O aumento foi de 8%, 23% e 30% com 25%, 50% e 75% de inclusão de trevo respectivamente, em comparação com a pastagem pura de azevém perene.

Tabela 5 - Análise de contraste da gramínea pura (capim-elefante anão) com a leguminosa (amendoim forrageiro).

| <i>Variáveis¹</i> | <i>Gramínea</i> | <i>Gramínea + Leguminosa²</i> | <i>dpr</i> | <i>Significância (P<)</i> |
|-------------------------------------|-----------------|--|------------|------------------------------|
| CMOVD (g/dia) | 710 | 832 | 68.9 | ** |
| CMOVD (g/kg de PV ^{0,75}) | 44 | 52 | 4.1 | ** |
| CMO (g/kg de PV ^{0,75}) | 56 | 69 | 5.2 | *** |

¹CMOVD = consumo de matéria orgânica verdadeiramente digestível, CMO = consumo de matéria orgânica, PV = peso vivo, ²média dos tratamentos com a presença da leguminosa
dpr = desvio padrão residual; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001

A resposta positiva sobre o consumo voluntário ocorreu provavelmente devido a diminuição do teor de FDN com a inclusão da leguminosa na dieta. Essa menor concentração no teor de FDN, associado à maior fragilidade das partículas das leguminosas (MINSON, 1990), contribui para maiores taxas de degradação e passagem (JUNG & ALLEN, 1995), fatores esses, que causam o aumento do consumo devido ao menor enchimento físico do rúmen (VAN SOEST, 1967). No mesmo sentido, o consumo de FDN pelos animais, em g/kg de PV, se manteve o mesmo em todos os tratamentos. Esse resultado está de acordo com o postulado por Van Soest (1994), em que os animais regulam seu consumo por um nível constante de FDN.

Além do aumento no consumo de MO e MOVD, houve também aumento no consumo de PB com a introdução do amendoim forrageiro. Em consequência dessas respostas, o fluxo intestinal de nutrientes para o intestino delgado aumentou linearmente com o acréscimo da leguminosa. Segundo Russel et al. (1992), quando o aumento no consumo de um determinado nutriente neutraliza sua menor digestibilidade, a sua taxa de absorção pode aumentar.

Com relação à digestibilidade, todas as frações dos nutrientes da dieta diminuíram com a presença da leguminosa. O aumento no nível do consumo e a menor concentração de carboidratos estruturais contribuem para a redução na digestibilidade, devido ao menor tempo de retenção de partículas no rúmen, e a maior velocidade de passagem da digesta ao longo do trato gastrointestinal (JUNG & ALLEN, 1995; COLEMAN et al., 2003). Desta forma, os microorganismos presentes no rúmen ficam menos tempo em contato direto com o substrato, influenciado numa menor atividade enzimática sobre o mesmo. Coletivamente a isso, a lignina, citada como importante barreira à adesão microbiana (KOZLOSKI, 2009), também contribui para a menor digestibilidade das dietas com o amendoim forrageiro, uma vez que seu teor em lignina foi bem superior ao do capim-elefante anão. Destaca-se, contudo, que embora a lignina seja o componente que reconhecidamente limita a digestão dos

polissacarídeos no rúmen, a relação negativa entre lignina e digestibilidade é mais evidente nas gramíneas do que nas leguminosas (JUNG & ALLEN, 1995).

Em vários trabalhos, a inclusão da leguminosa na dieta base de gramínea promoveu melhoria na digestibilidade das frações dos nutrientes (FOSTER et al., 2009; OLIVO et al., 2009; TESSEMA & BAARS, 2004; GONZÁLEZ et al., 1996). Porém, nos trabalhos citados, os teores de PB das gramíneas eram baixos, e por isso a complementaridade com a leguminosa promoveu os nutrientes requeridos pelos microorganismos do rúmen para crescimento e atividade fibrolítica contribuindo para a melhora na digestibilidade das frações (NIDERKORN & BAUMONT, 2009). O resultado da suplementação de dietas a base de gramíneas de baixa qualidade com leguminosas é classicamente positivo sobre o consumo e a digestibilidade (MINSON & MILFORD, 1967). No presente trabalho, o teor de proteína bruta do capim-elefante anão foi de 11%, o que aparentemente não impôs qualquer restrição em termos de aporte nitrogenado para a atividade microbiana ruminal.

Outras causas da menor digestibilidade com a introdução de leguminosas estariam associadas ao maior teor de FDA e lignina (VAN SOEST, 1994) e a presença de fatores anti-nutricionais como, por exemplo, o tanino (NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Entretanto, no presente experimento o teor de FDA foi semelhante entre os tratamentos e, segundo Lascano (1994), o amendoim forrageiro apresenta baixos teores de tanino, aproximadamente 2,5% da MS.

5.2 EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM FORRAGEIRO NAS DIETAS EXPERIMENTAIS SOBRE A UTILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO PELOS ANIMAIS

Mesmo com o aumento no consumo de MOVD e maior aporte de N na dieta com a inclusão do amendoim forrageiro, a produção de N microbiano não variou entre os tratamentos. A explicação para essa resposta seria a diminuição na eficiência da síntese de proteína microbiana (expressa em g de NM/kg de MOD) com a inclusão da leguminosa. Pode-se afirmar, portanto, que a dieta composta somente por capim-elefante anão (11% de PB na MS) fornece quantidades adequadas de N e energia para o aproveitamento pelos microorganismos do rúmen. Pois, de acordo com Clark et al. (1992) a disponibilidade de energia e N são os fatores nutricionais que frequentemente limitam o crescimento microbiano. Em trabalho realizado por Burroughs et al. (1975), o máximo da eficiência de síntese de proteína microbiana em vacas leiteiras foi obtido com 12% de PB na dieta.

A digestibilidade verdadeira da PB diminui com a inclusão da leguminosa, o que pode influenciar negativamente a eficiência na síntese de proteína microbiana (RUSSEL et al., 1992). Essa diminuição na digestibilidade pode estar associada ao teor de tanino da leguminosa (LASCANO, 1994) associado a um possível aumento na taxa de passagem pelo rúmen (BROWN & PITMAN, 1991b). Embora a proteína não degradada no rúmen aumente a quantidade de proteína dietética que passa para o intestino delgado, ela pode diminuir a quantidade de proteína microbiana que é sintetizada pelos microorganismos do rúmen (CLARK et al. 1992). Foster et al. (2009) obtiveram valores semelhantes de N microbiano em ovinos alimentados com 50% de *Arachis glabrata* e *Arachis hypogaea* em uma dieta base de *Paspalum notatum* (cv. Pensacola).

Mesmo que não tenha ocorrido variação na síntese de proteína microbiana, o fluxo de nitrogênio e de nitrogênio não amoniacal (NNA) para o intestino delgado aumentou linearmente com a inclusão da leguminosa. Pressupõe-se que esse resultado é reflexo direto dos maiores teores e consumo de PB. Segundo Kozlosky (2009) o nível de consumo da dieta afeta grandemente o fluxo de nitrogênio ao intestino delgado. Um aumento no consumo proporciona maior escape de compostos nitrogenados microbianos e de N dietético para o duodeno (CLARK et al. 1992), possivelmente, em virtude do aumento nas taxas de passagem (VAN SOEST, 1994). Como consequência do maior fluxo de NNA para o intestino delgado a quantidade de N retido aumentou no mesmo sentido. Resultados similares foram encontrados por Hoffman et al. (2001) onde obtiveram aumento linear do consumo de N, de N retido e excretado em novilhas com o aumento da PB na dieta.

No presente trabalho, o aumento no teor de PB da dieta com a leguminosa pura não acarretou em perdas ruminais de N consideráveis (fluxo intestinal de NNA = 0,97 g/g de NI), embora a quantidade de N excretado tenha aumentado nas dietas com a presença do amendoim forrageiro. Broderick (1995) afirma que o fornecimento exclusivo de leguminosa pode resultar em intensa produção de uréia aumentando a excreção de nitrogênio na urina e assim reduzindo a retenção de nitrogênio pelos animais. Isso porque, a taxa de produção de amônia no rúmen excede a taxa de utilização pelos microorganismos (RUSSEL et al., 1992) e se esta não for capturada como proteína microbiana no rúmen, sofrerá o processo de ureogênese no fígado (HRISTOV et al., 2005). Schnaider (2011), em estudo avaliando capim-elefante solteiro com capim-elefante em associação com amendoim forrageiro, não encontrou diferenças na retenção de N entre os tratamentos, porém as perdas de N ruminal pelos ovinos foram superiores nas dietas com a leguminosa, enquanto que na dieta pura de gramínea foi observada a reciclagem de N para o interior do rúmen. No mesmo sentido, em estudo

conduzido com vacas de leite em pastejo de *Cynodon nlemfuensis* em associação com *Arachis pintoii*, González et al. (1996) observaram maior concentração de uréia a nível sanguíneo e no leite nas dietas com *A. pintoii* em comparação a gramínea pura.

Embora não tenha sido avaliado o desempenho produtivo dos animais nesse trabalho, acredita-se que o aumento no consumo voluntário associado com o aumento na retenção de N pelos animais possa ter reflexo positivo sobre o desempenho. Em revisão de literatura, Miranda (2008) cita diversos trabalhos de consórcios com o amendoim forrageiro. Nesses, foram obtidos aumentos em torno de 17% na produção de leite além de atingir ganhos de até 630 kg de PV/ha com a implantação da leguminosa. Portanto, o amendoim forrageiro é uma das leguminosas tropicais que merece incentivo tanto para cultivo quanto para a pesquisa.

6 CONCLUSÃO

A introdução do amendoim forrageiro em dietas a base de capim-elefante anão, a partir de 33% da MS total, resulta em aumento no consumo de forragem com elevação no consumo de MO digestível, independente de reduções na digestibilidade da MO.

O amendoim forrageiro é uma leguminosa capaz de aumentar o valor proteico das dietas por meio de elevações na ingestão e na retenção diária de nitrogênio.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.X. et al. Oferta de forragem de capim elefante anão Mott e o rendimento animal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1288–1295, 2000.
- AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p.413-418, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1995.
- BACH, A; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, E. Suppl., p. E9-E21, 2005.
- BAADE, E.A.S.; ALMEIDA, E.X. de. Tecnologia para produção de leite em base sustentada para regiões de clima subtropical. In: FÓRUM CATARINENSE SOBRE PRODUÇÃO DE RUMINANTES: PRODUÇÃO DE LEITE E SUSTENTABILIDADE. Lages, CAV/UEDESC, p. 38-50, 2004.
- BARCELLOS, A. de O. et al. Potencial e uso de leguminosas forrageiras dos gêneros *Stylosanthes*, *Arachis* e *Leucaena*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, v. 17, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 365-426.
- BARCELLOS et al., 2008. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, Suplemento Especial, p.51-67, 2008.
- BHATTI, S. A. 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, p. 134-145, 2008.
- BROWN, W. F.; PITMAN, W. D. Concentration and degradation of nitrogen and fiber fractions in selected tropical grasses and legumes. **Tropical Grasslands**, v. 25, p. 305-312, 1991a.
- BROWN, W. F.; PITMAN, W. D. *In vitro* fibre digestion: association effects in tropical grass-legume mixtures. **Tropical Grasslands**, v. 25, p. 297-304, 1991b.
- BRODERICK, G. A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2760-2773, 1995.
- BURROUGHS, W.; NELSON, D. K.; MERTENS, D. R. Evaluation of protein nutrition by metabolizable protein and urea fermentation potential. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 4, p. 611-619, 1975.

- CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - An overview of the technical details.** Occasional Publication of International Feed Resources Unit. Aberdeen: Rowett Research Institute, 1992. 22 p.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2304-2323, 1992.
- COLEMAN, S. W. et al. Relationships among forage chemistry, rumination and retention time with intake and digestibility of hay by goats. **Small Ruminant Research**, v. 50, p. 129-140, 2003.
- CÓSER, A.C.; CRUZ FILHO, A.B. Estabelecimento de leguminosas em pastagens de capim-gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.18, p.410-416, 1989.
- CRESTANI, S. Introdução do Amendoim Forrageiro em pastos de Capim Elefante Anão: consumo de forragem, desempenho animal e fixação biológica de nitrogênio. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade Estadual de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2011.
- _____. **FAO**. <<http://www.fao.org>> acesso em: 22 de janeiro de 2012.
- FORBES, J. M. Voluntary feed intake and diet selection. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2 ed. CABI, 2005. p. 607-626.
- FOSTER, J. L. et al. Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume hays or soybean meal **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 2891-2898, 2009.
- FULKERSON, W. J. et al. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Grasses and legumes. **Livestock Science**, v. 107, p. 253-264, 2007.
- GONZÁLEZ, M. S.; NEURKVAN, L. M.; ROMERO, F. et al. Produccion de leche em pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) solo y asociado com *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. **Pasturas tropicales**, v. 18, n. 1, p. 2-12, 1996.
- 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, p. 389-400, 1998.
- HARRIS, S. L. et al. Optimum white clover content for dairy pastures. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.59, p.29-33, 1997.
- HOFFMAN, P. C. et al. Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 843-847, 2001.

HRISTOV, A. N. et al. Effect of carbohydrate source on ammonia utilization in lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 408-421, 2005.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2774-2790, 1995.

KHAMSEEKHIEW, B. et al. Ruminant and intestinal digestibility of some tropical legume forages. **Asian-Aust. Journal of Animal Science**, v. 14, n. 3, p. 321-325, 2001.

KOMAREK, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. **Journal of Dairy Science**, v.76, supl. (1), p. 250, 1993.

KOZLOSKI, G.V.; PEROTTONI, J.; SANCHEZ, L.M.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, p. 1-11, 2005.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2009. 216 p.

LADEIRA, M. M. et al. Avaliação do feno de *Arachis pinto* utilizando o ensaio de digestibilidade *in vivo*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2350-2356, 2002.

LASCANO, C.E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. (Eds.) **Biology and Agronomy of forages Arachis**. Cali: CIAT, 1994. Cap. 10, p. 109-121.

LEMAIRE G. Ecophysiological of grasslands: dynamics aspects of forage plant population in grazed swards. 19^o International Grassland Congress, São Pedro. **Proceedings**, São Pedro, p. 29-37. 2001.

LENZI, A. et al. Produção e qualidade do pasto de *coastcross* consorciado ou não com amendoim forrageiro com ou sem aplicação de nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 4, p. 918-926, 2009.

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

MANAYE, T.; TOLERA, A.; ZEWDU, T. Feed intake, digestibility and body weight gain of sheep fed Napier grass mixed with different levels of *Sesbania sesban*. **Livestock Science**, v. 122, p. 24-29, 2009.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2 ed. CABI, 2005. p. 13-48.

MINSON, D. J.; MILFORD, R. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature pangola grass (*Digitaria decumbens*). **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 7, p. 546-551, 1967.

- MIRANDA, E. M. de; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R da. Amendoim forrageiro: Importância, Usos e Manejo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 85p. (Documentos / Embrapa Agrobiologia, ISSN 1517-8498; 259).
- MINSON, D.J. **Forage in Ruminant Nutrition**. London: Academic Press, 1990. 483 p.
- MUPANGWA, J. F. et al. Dry matter intake, apparent digestibility and excretion of purine derivatives in sheep fed tropical legume hay. **Small Ruminant Research**, v. 36, p. 261-268, 2000.
- NIDERKORN, V.; BAUMONT, R. Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants. **The Animal Consortium**, v. 3:7, p. 951-960, 2009.
- OLIVO, J. C. et al. Produção de forragem e carga animal em pastagens de capim elefante consorciadas com azevém, espécies de crescimento espontâneo e trevo-branco ou amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 27-33, 2009.
- PACCIULO, D. S. C. et al. Adubação Nitrogenada do Capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento Forrageiro e Características Morfofisiológicas ao Atingir 80 e 120 cm de Altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.
- PARIS, W. et al. Produção de novilhas de corte em pastagem Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoii* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p. 122-129, 2009.
- PEREIRA, A.V. Escolha de variedades de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, v. 10, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 47-62.
- POPPI, D. P.; GILL, M.; FRANCE, J. Integration of theories of intake regulation in growing ruminants. **Journal theory Biology**, v. 167, p. 129-145, 1994.
- 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.
- ROBERTSON, J.B.; Van SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (Eds.), **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.
- RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.
- RIBEIRO FILHO, H. M. N. et al. Inclusion of white clover in strip-grazed perennial ryegrass swards: herbage intake and Milk yield of dairy cows at different ages of sward regrowth. **Animal Science**, v. 77, p. 499-510, 2003.
- RODRIGUES, L.R.A. et al. Capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, v. 17, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 203-224.
- SAS INSTITUTE. **Language guide**: version 8.02. Cary, 1996. 530 p.

- SCHNAIDER, M. A. **Efeito da inclusão do amendoim-forrageiro e da idade de rebrota sobre o valor alimentar de dietas à base de gramíneas de clima tropical.** 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2011.
- TESSEMA, Z.; BAARS, R. M. T. 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, p. 29-41, 2004.
- THIAGO, L. R. L. de S.; GILL, M. Digestão a nível de rúmen. In: _____. **Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen.** Campo Grande: Embrapa, 1990. cap. 2, p. 9 – 28.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Forage peanut (*Arachis pintoi*): a high yielding and high quality tropical legume for sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. In: 20° International Grassland Congress, Dublin. **Proceedings**, Wageningen Academic. p. 329. 2005.
- VALSS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. Taxonomy, natural distribution, and attributes of *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. (Eds.) **Biology and Agronomy of forages Arachis.** Cali: CIAT, 1994. Cap. 1, p. 1-18.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 24, p. 834-843, 1967.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of Ruminants.** 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- WEATHERBURN, M.W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical Chemistry**, v. 39, p. 971-974, 1967.

APÊNDICE

| | |
|--|----|
| Apêndice A - Valores individuais da composição químico-bromatológica da forragem ingerida das dietas experimentais (em g/kg de MS ingerida) | 39 |
| Apêndice B - Valores individuais do consumo de forragem das dietas experimentais..... | 40 |
| Apêndice C - Valores individuais da digestibilidade aparente em ovinos ingerindo as dietas experimentais (em %) | 41 |
| Apêndice D - Valores individuais do fluxo intestinal de nutrientes em ovinos ingerindo as dietas experimentais | 42 |
| Apêndice E - Valores individuais do balanço de nitrogênio e crescimento microbiano dos compostos nitrogenados em ovinos ingerindo as dietas experimentais..... | 43 |

Apêndice A - Valores individuais da composição químico-bromatológica da forragem ingerida das dietas experimentais (em g/kg de MS ingerida).

| ID | Nível | PER | PV | PM | MS | MO | PB | FDN | FDA | Lignina |
|----|-------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 1 | 0 | 1 | 35,30 | 14,48 | 912 | 870 | 115 | 749 | 480 | 68 |
| 18 | 0 | 1 | 35,25 | 14,47 | 911 | 869 | 115 | 746 | 474 | 66 |
| 2 | 33 | 1 | 37,30 | 15,09 | 909 | 884 | 128 | 702 | 478 | 85 |
| 8 | 33 | 1 | 45,75 | 17,59 | 910 | 887 | 125 | 705 | 484 | 83 |
| 6 | 66 | 1 | 44,00 | 17,08 | 887 | 902 | 146 | 675 | 524 | 110 |
| 7 | 66 | 1 | 38,00 | 15,31 | 891 | 892 | 141 | 684 | 511 | 100 |
| 4 | 100 | 1 | 40,75 | 16,13 | 884 | 896 | 176 | 595 | 511 | 141 |
| 20 | 100 | 1 | 38,00 | 15,31 | 885 | 908 | 175 | 593 | 508 | 142 |
| 4 | 0 | 2 | 43,45 | 16,92 | 948 | 871 | 103 | 742 | 442 | 51 |
| 20 | 0 | 2 | 40,10 | 15,94 | 950 | 872 | 104 | 738 | 440 | 50 |
| 18 | 33 | 2 | 35,05 | 14,41 | 967 | 885 | 122 | 675 | 467 | 80 |
| 2 | 66 | 2 | 38,05 | 15,32 | 960 | 885 | 142 | 611 | 456 | 110 |
| 8 | 66 | 2 | 46,50 | 17,81 | 961 | 883 | 144 | 616 | 466 | 103 |
| 6 | 100 | 2 | 43,75 | 17,01 | 889 | 921 | 186 | 595 | 497 | 141 |
| 7 | 100 | 2 | 37,35 | 15,11 | 887 | 917 | 190 | 612 | 501 | 129 |
| 2 | 0 | 3 | 38,70 | 15,52 | 944 | 870 | 110 | 709 | 460 | 57 |
| 8 | 0 | 3 | 45,55 | 17,53 | 944 | 871 | 109 | 705 | 444 | 53 |
| 6 | 33 | 3 | 44,55 | 17,24 | 931 | 881 | 137 | 642 | 486 | 89 |
| 7 | 33 | 3 | 36,90 | 14,97 | 924 | 883 | 138 | 639 | 487 | 91 |
| 4 | 66 | 3 | 44,75 | 17,30 | 915 | 896 | 156 | 628 | 391 | 84 |
| 20 | 66 | 3 | 39,35 | 15,71 | 917 | 896 | 158 | 612 | 401 | 93 |
| 18 | 100 | 3 | 36,85 | 14,96 | 908 | 899 | 172 | 556 | 405 | 102 |
| 6 | 0 | 4 | 46,05 | 17,68 | 937 | 859 | 123 | 723 | 391 | 38 |
| 7 | 0 | 4 | 37,05 | 15,02 | 935 | 866 | 125 | 725 | 391 | 35 |
| 4 | 33 | 4 | 45,85 | 17,62 | 958 | 880 | 140 | 632 | 374 | 68 |
| 20 | 33 | 4 | 40,30 | 15,99 | 958 | 884 | 146 | 615 | 376 | 71 |
| 18 | 66 | 4 | 38,00 | 15,31 | 928 | 896 | 144 | 615 | 384 | 69 |
| 2 | 100 | 4 | 39,65 | 15,80 | 952 | 893 | 191 | 500 | 375 | 92 |
| 8 | 100 | 4 | 43,30 | 16,88 | 954 | 894 | 190 | 492 | 371 | 100 |

ID = identificação do animal; PER = período; PV = peso vivo; PM = peso metabólico; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

Apêndice B - Valores individuais do consumo de forragem das dietas experimentais.

| ID | Nível | PER | PV | PM | MS | MO | PB | FDN | MOVD | MS | FDN | MO | MOVD |
|----|-------|-----|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|---------|-----|-------------------------|------|
| | | | | | g/dia | | | | | g/kg PV | | g/kg PV ^{0,75} | |
| 1 | 0 | 1 | 35,30 | 14,48 | 1013 | 881 | 116 | 759 | 686 | 29 | 22 | 61 | 47 |
| 18 | 0 | 1 | 35,25 | 14,47 | 905 | 787 | 104 | 675 | 598 | 26 | 19 | 54 | 41 |
| 2 | 33 | 1 | 37,30 | 15,09 | 972 | 859 | 124 | 682 | 637 | 26 | 18 | 57 | 42 |
| 8 | 33 | 1 | 45,75 | 17,59 | 1336 | 1185 | 168 | 941 | 898 | 29 | 21 | 67 | 51 |
| 6 | 66 | 1 | 44,00 | 17,08 | 1094 | 987 | 160 | 739 | 701 | 25 | 17 | 58 | 41 |
| 7 | 66 | 1 | 38,00 | 15,31 | 1068 | 952 | 151 | 730 | 674 | 28 | 19 | 62 | 44 |
| 4 | 100 | 1 | 40,75 | 16,13 | 1223 | 1096 | 215 | 728 | 755 | 30 | 18 | 68 | 47 |
| 20 | 100 | 1 | 38,00 | 15,31 | 1113 | 1010 | 195 | 661 | 703 | 29 | 17 | 66 | 46 |
| 4 | 0 | 2 | 43,45 | 16,92 | 1080 | 941 | 111 | 801 | 748 | 25 | 18 | 56 | 44 |
| 20 | 0 | 2 | 40,10 | 15,94 | 915 | 798 | 95 | 675 | 644 | 23 | 17 | 50 | 40 |
| 18 | 33 | 2 | 35,05 | 14,41 | 1076 | 953 | 131 | 726 | 725 | 31 | 21 | 66 | 50 |
| 2 | 66 | 2 | 38,05 | 15,32 | 1113 | 985 | 159 | 680 | 752 | 29 | 18 | 64 | 49 |
| 8 | 66 | 2 | 46,50 | 17,81 | 1390 | 1228 | 200 | 856 | 889 | 30 | 18 | 69 | 50 |
| 6 | 100 | 2 | 43,75 | 17,01 | 1466 | 1350 | 273 | 871 | 975 | 34 | 20 | 79 | 57 |
| 7 | 100 | 2 | 37,35 | 15,11 | 1025 | 939 | 195 | 627 | 654 | 27 | 17 | 62 | 43 |
| 2 | 0 | 3 | 38,70 | 15,52 | 982 | 855 | 108 | 696 | 675 | 25 | 18 | 55 | 43 |
| 8 | 0 | 3 | 45,55 | 17,53 | 1223 | 1065 | 133 | 862 | 856 | 27 | 19 | 61 | 49 |
| 6 | 33 | 3 | 44,55 | 17,24 | 1423 | 1254 | 196 | 914 | 987 | 32 | 21 | 73 | 57 |
| 7 | 33 | 3 | 36,90 | 14,97 | 824 | 728 | 114 | 527 | 574 | 22 | 14 | 49 | 38 |
| 4 | 66 | 3 | 44,75 | 17,30 | 1250 | 1120 | 195 | 785 | 879 | 28 | 18 | 65 | 51 |
| 20 | 66 | 3 | 39,35 | 15,71 | 1308 | 1173 | 207 | 800 | 911 | 33 | 20 | 75 | 58 |
| 18 | 100 | 3 | 36,85 | 14,96 | 1156 | 1039 | 199 | 643 | 768 | 31 | 17 | 69 | 51 |
| 6 | 0 | 4 | 46,05 | 17,68 | 1232 | 1058 | 151 | 891 | 836 | 27 | 19 | 60 | 47 |
| 7 | 0 | 4 | 37,05 | 15,02 | 1153 | 998 | 144 | 836 | -- | 31 | 23 | 66 | -- |
| 4 | 33 | 4 | 45,85 | 17,62 | 1348 | 1186 | 189 | 852 | 932 | 29 | 19 | 67 | 53 |
| 20 | 33 | 4 | 40,30 | 15,99 | 1289 | 1140 | 188 | 793 | 892 | 32 | 20 | 71 | 56 |
| 18 | 66 | 4 | 38,00 | 15,31 | 1231 | 1102 | 177 | 757 | 856 | 32 | 20 | 72 | 56 |
| 2 | 100 | 4 | 39,65 | 15,80 | 1381 | 1233 | 263 | 690 | 940 | 35 | 17 | 78 | 60 |
| 8 | 100 | 4 | 43,30 | 16,88 | 1542 | 1379 | 293 | 759 | 1052 | 36 | 18 | 82 | 62 |

ID = identificação do animal; PER = período; PV = peso vivo; PM = peso metabólico; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; MOVD = matéria orgânica verdadeiramente digestível

Apêndice C - Valores individuais da digestibilidade aparente em ovinos ingerindo as dietas experimentais (em %).

| ID | Nível | PER | PV | PM | DMS | DMO | DVPB | DFDN | DFDA | DVMO |
|----|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1 | 0 | 1 | 35,30 | 14,48 | 58 | 59 | 91 | 74 | 71 | 78 |
| 18 | 0 | 1 | 35,25 | 14,47 | 59 | 60 | 89 | 72 | 70 | 76 |
| 2 | 33 | 1 | 37,30 | 15,09 | 53 | 56 | 90 | 68 | 59 | 74 |
| 8 | 33 | 1 | 45,75 | 17,59 | 53 | 54 | 89 | 70 | 62 | 76 |
| 6 | 66 | 1 | 44,00 | 17,08 | 48 | 51 | 82 | 61 | 58 | 71 |
| 7 | 66 | 1 | 38,00 | 15,31 | 51 | 54 | 83 | 62 | 57 | 71 |
| 4 | 100 | 1 | 40,75 | 16,13 | 44 | 48 | 81 | 53 | 48 | 69 |
| 20 | 100 | 1 | 38,00 | 15,31 | 47 | 52 | 82 | 53 | 51 | 70 |
| 4 | 0 | 2 | 43,45 | 16,92 | 64 | 65 | 88 | 76 | 66 | 79 |
| 20 | 0 | 2 | 40,10 | 15,94 | 62 | 62 | 94 | 77 | 62 | 81 |
| 18 | 33 | 2 | 35,05 | 14,41 | 60 | 61 | 87 | 69 | 58 | 76 |
| 2 | 66 | 2 | 38,05 | 15,32 | 58 | 60 | 89 | 66 | 58 | 76 |
| 8 | 66 | 2 | 46,50 | 17,81 | 53 | 55 | 83 | 60 | 57 | 72 |
| 6 | 100 | 2 | 43,75 | 17,01 | 47 | 51 | 86 | 57 | 49 | 72 |
| 7 | 100 | 2 | 37,35 | 15,11 | 47 | 51 | 83 | 54 | 45 | 70 |
| 2 | 0 | 3 | 38,70 | 15,52 | 60 | 61 | 93 | 74 | 69 | 79 |
| 8 | 0 | 3 | 45,55 | 17,53 | 61 | 63 | 93 | 76 | 62 | 80 |
| 6 | 33 | 3 | 44,55 | 17,24 | 59 | 60 | 93 | 71 | 58 | 79 |
| 7 | 33 | 3 | 36,90 | 14,97 | 60 | 61 | 92 | 71 | 62 | 79 |
| 4 | 66 | 3 | 44,75 | 17,30 | 53 | 56 | 92 | 69 | 40 | 78 |
| 20 | 66 | 3 | 39,35 | 15,71 | 57 | 60 | 90 | 67 | 47 | 78 |
| 18 | 100 | 3 | 36,85 | 14,96 | 50 | 55 | 87 | 58 | 33 | 74 |
| 6 | 0 | 4 | 46,05 | 17,68 | 63 | 63 | 93 | 75 | 58 | 79 |
| 4 | 33 | 4 | 45,85 | 17,62 | 60 | 61 | 91 | 70 | 48 | 79 |
| 20 | 33 | 4 | 40,30 | 15,99 | 60 | 62 | 91 | 69 | 49 | 78 |
| 18 | 66 | 4 | 38,00 | 15,31 | 57 | 60 | 89 | 67 | 44 | 78 |
| 2 | 100 | 4 | 39,65 | 15,80 | 55 | 57 | 91 | 58 | 38 | 76 |
| 8 | 100 | 4 | 43,30 | 16,88 | 54 | 56 | 90 | 57 | 34 | 76 |

ID = identificação do animal; PER = período; PV = peso vivo; PM = peso metabólico; DMS = digestibilidade da matéria seca; DMO = digestibilidade da matéria orgânica; DVPB = digestibilidade verdadeira da proteína bruta; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA = digestibilidade da fibra em detergente ácido; DVMO = digestibilidade verdadeira da matéria orgânica.

Apêndice D - Valores individuais do fluxo intestinal de nutrientes em ovinos ingerindo as dietas experimentais.

| ID | Nível | PER | PV | PM | MO | FDN | FDA | N | NNA | NNA | NNA | NNA |
|----|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-----|----|---------|-----------|--------|------|
| | | | | | g/dia | | | | g/kg MO | g/kg MOVD | g/g NI | |
| 1 | 0 | 1 | 35,30 | 14,48 | 553 | 210 | 154 | 24 | 24 | 45 | 34 | 0,98 |
| 2 | 33 | 1 | 37,30 | 15,09 | 637 | 304 | 216 | 26 | 26 | 54 | 41 | 0,98 |
| 8 | 33 | 1 | 45,75 | 17,59 | 987 | 399 | 256 | 46 | 45 | 71 | 51 | 0,98 |
| 6 | 66 | 1 | 44,00 | 17,08 | 830 | 356 | 275 | 36 | 35 | 70 | 50 | 0,97 |
| 7 | 66 | 1 | 38,00 | 15,31 | 887 | 329 | 256 | 42 | 40 | 78 | 59 | 0,96 |
| 20 | 100 | 1 | 38,00 | 15,31 | 733 | 370 | 295 | 34 | 33 | 64 | 47 | 0,97 |
| 20 | 0 | 2 | 40,10 | 15,94 | 509 | 236 | 142 | 23 | 22 | 45 | 35 | 0,98 |
| 2 | 66 | 2 | 38,05 | 15,32 | 669 | 303 | 248 | 28 | 28 | 47 | 37 | 0,98 |
| 8 | 66 | 2 | 46,50 | 17,81 | 1099 | 520 | 395 | 45 | 45 | 66 | 50 | 0,99 |
| 6 | 100 | 2 | 43,75 | 17,01 | 1250 | 612 | 474 | 55 | 54 | 78 | 55 | 0,97 |
| 2 | 0 | 3 | 38,70 | 15,52 | 451 | 189 | 118 | 20 | 19 | 37 | 29 | 1,00 |
| 8 | 0 | 3 | 45,55 | 17,53 | 1051 | 381 | 234 | 52 | 51 | 77 | 60 | 1,00 |
| 6 | 33 | 3 | 44,55 | 17,24 | 1144 | 526 | 360 | 50 | 49 | 65 | 50 | 0,99 |
| 20 | 66 | 3 | 39,35 | 15,71 | 769 | 337 | 254 | 35 | 34 | 49 | 37 | 0,98 |
| 6 | 0 | 4 | 46,05 | 17,68 | 606 | 266 | 213 | 27 | 27 | 41 | 33 | 1,00 |
| 20 | 33 | 4 | 40,30 | 15,99 | 510 | 227 | 192 | 20 | 20 | 28 | 22 | 0,99 |
| 2 | 100 | 4 | 39,65 | 15,80 | 773 | 314 | 319 | 35 | 35 | 49 | 37 | 0,99 |
| 8 | 100 | 4 | 43,30 | 16,88 | 903 | 354 | 363 | 48 | 46 | 59 | 44 | 0,97 |

ID = identificação do animal; PER = período; PV = peso vivo; PM = peso metabólico; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; N = nitrogênio; NNA = nitrogênio não amoniacal; MOVD = matéria orgânica verdadeiramente digestível.

Apêndice E - Valores individuais do balanço de nitrogênio e crescimento microbiano dos compostos nitrogenados em ovinos ingerindo as dietas experimentais.

| ID | Nível | PER | PV | PM | N excretado | N retido | NM | NM | NM |
|----|-------|-----|-------|-------|-------------|----------|----------|-------|-----------|
| | | | | | g/dia | | g/kg MOD | | g/kg MOVD |
| 1 | 0 | 1 | 35,30 | 14,48 | 7,23 | 2,63 | 9,95 | 19,03 | 14,50 |
| 18 | 0 | 1 | 35,25 | 14,47 | 5,96 | 2,85 | 8,12 | 17,24 | 13,57 |
| 2 | 33 | 1 | 37,30 | 15,09 | 7,46 | 2,46 | 4,79 | 9,98 | 7,51 |
| 8 | 33 | 1 | 45,75 | 17,59 | 9,45 | 3,15 | 10,09 | 15,68 | 11,23 |
| 6 | 66 | 1 | 44,00 | 17,08 | 10,84 | 0,48 | 7,72 | 15,42 | 11,01 |
| 7 | 66 | 1 | 38,00 | 15,31 | 9,56 | 2,04 | 5,01 | 9,72 | 7,42 |
| 4 | 100 | 1 | 40,75 | 16,13 | 8,94 | 7,56 | 3,91 | 7,49 | 5,18 |
| 20 | 100 | 1 | 38,00 | 15,31 | 11,17 | 5,05 | 6,49 | 12,44 | 9,23 |
| 4 | 0 | 2 | 43,45 | 16,92 | 6,58 | 2,17 | 6,86 | 11,26 | 9,17 |
| 18 | 33 | 2 | 35,05 | 14,41 | 8,83 | 2,06 | 7,76 | 13,25 | 10,70 |
| 2 | 66 | 2 | 38,05 | 15,32 | 11,12 | 2,87 | 5,52 | 9,38 | 7,34 |
| 8 | 66 | 2 | 46,50 | 17,81 | 14,62 | 0,96 | 13,21 | 19,59 | 14,86 |
| 6 | 100 | 2 | 43,75 | 17,01 | 15,65 | 8,29 | 8,70 | 12,70 | 8,91 |
| 7 | 100 | 2 | 37,35 | 15,11 | 10,93 | 5,39 | 6,00 | 12,52 | 9,18 |
| 2 | 0 | 3 | 38,70 | 15,52 | 6,68 | 1,95 | 6,92 | 13,25 | 10,26 |
| 8 | 0 | 3 | 45,55 | 17,53 | 8,29 | 2,30 | 12,24 | 18,31 | 14,30 |
| 6 | 33 | 3 | 44,55 | 17,24 | 12,17 | 5,31 | 15,70 | 20,84 | 15,91 |
| 7 | 33 | 3 | 36,90 | 14,97 | 7,95 | 2,31 | 3,66 | 8,23 | 6,38 |
| 4 | 66 | 3 | 44,75 | 17,30 | 13,42 | 1,98 | 9,43 | 15,05 | 10,73 |
| 20 | 66 | 3 | 39,35 | 15,71 | 12,99 | 5,73 | 9,29 | 13,23 | 10,20 |
| 18 | 100 | 3 | 36,85 | 14,96 | 14,82 | 1,24 | 7,10 | 12,52 | 9,24 |
| 6 | 0 | 4 | 46,05 | 17,68 | 8,50 | 5,35 | 8,68 | 13,02 | 10,39 |
| 4 | 33 | 4 | 45,85 | 17,62 | 9,78 | 7,29 | 9,68 | 13,29 | 10,39 |
| 20 | 33 | 4 | 40,30 | 15,99 | 11,53 | 6,47 | 11,91 | 16,90 | 13,35 |
| 18 | 66 | 4 | 38,00 | 15,31 | 8,97 | 5,69 | 7,11 | 10,73 | 8,30 |
| 2 | 100 | 4 | 39,65 | 15,80 | 14,62 | 10,59 | 7,73 | 10,99 | 8,22 |
| 8 | 100 | 4 | 43,30 | 16,88 | 18,92 | 7,20 | 9,13 | 11,76 | 8,67 |

ID = identificação do animal; PER = período; PV = peso vivo; PM = peso metabólico; N = nitrogênio; NM = nitrogênio microbiano; MO = matéria orgânica; MOVD = matéria orgânica verdadeiramente digestível.