

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

MARIA ALICE SCHNAIDER

**EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM-FORRAGEIRO SOBRE O
VALOR ALIMENTAR DE DIETAS À BASE DE CAPIM-ELEFANTE
ANÃO COM DIFERENTES IDADES DE REBROTA**

LAGES – SC

2011

MARIA ALICE SCHNAIDER

**EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM-FORRAGEIRO SOBRE O
VALOR ALIMENTAR DE DIETAS À BASE DE CAPIM-ELEFANTE
ANÃO COM DIFERENTES IDADES DE REBROTA**

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.

Orientador: Henrique M. N. Ribeiro Filho

LAGES – SC

2011

MARIA ALICE SCHNAIDER

**EFEITO DA INCLUSÃO DO AMENDOIM-FORRAGEIRO SOBRE O
VALOR ALIMENTAR DE DIETAS À BASE DE CAPIM-ELEFANTE
ANÃO COM DIFERENTES IDADES DE REBROTA**

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 – CAV/UEDESC

Membro:

Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. André Fischer Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC

Membro:

Engenheiro Agrônomo, Dr. Edison Xavier de Almeida
EPAGRI - Estação Experimental de Ituporanga – SC

Lages, SC, 20 de dezembro de 2011.

Dedico esta conquista aos meus pais Edejalme e Maria do Carmo, meus maiores e melhores exemplos de vida, que sempre fizeram esforços inesgotáveis por mim.

Às minhas irmãs Viviana e Ana Paula, pelo apoio, incentivo e mimos à caçula.

Aos meus filhos de coração, meus sobrinhos Pedro e Miguel, presentes de Deus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar e abençoar meus caminhos, permitindo que eu alcançasse essa vitória.

À minha família que sempre me amparou e me deu forças para superar cada obstáculo dessa jornada, me esperando nos finais de semana de braços abertos e cheios de amor para acalantar cada dificuldade, pelos telefonemas e carinhos que acalmavam minhas ansiedades.

Ao meu orientador Professor Dr. Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho, pela oportunidade de iniciação na carreira acadêmica, por toda dedicação, paciência, compreensão e ensinamentos repassados.

Ao meu co-orientador Professor Dr. Gilberto Valmir Kozloski e ao Professor André Fischer Sbrissia, pelos inúmeros auxílios.

Às minhas amigas Simony Pelchebiski, Silvana Giacomini, Tatiana Reiter, Roberta Araújo e Carolina Schroeder Ely que foram minhas melhores companhias nesses anos, dividindo cumplicidades, alegrias e situações críticas, me auxiliando em cada etapa e fazendo com que se tornasse possível a realização desse trabalho.

Aos professores, colegas de mestrado, estagiários e funcionários do CAV, em especial, ao Steben Crestani pelo auxílio no cultivo dos tratamentos experimentais, à estagiária e amiga Aline Cristina Dall Orsoletta e ao laboratorista Maurílio Jr., que foram extremamente importantes para a concretização desse projeto.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina.

À EPAGRI – Estação Experimental de Ituporanga – SC e ao Sr. Edison Xavier de Almeida pelos recursos cedidos.

RESUMO

SCHNAIDER, Maria Alice. **Efeito da inclusão do amendoim-forrageiro sobre o valor alimentar de dietas à base de capim-elefante anão com diferentes idades de rebrota.** 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.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta nutricional da introdução do amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) em dietas à base de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum, genótipo EMBRAPA/CNPGL 92-198-7) com diferentes idades de rebrota. Os tratamentos experimentais eram constituídos de feno de capim-elefante anão em cultivo estreme ou consorciado com amendoim-forrageiro (30% da MS total), em duas idades de rebrota (30 e 45 dias). Os animais utilizados foram oito ovinos machos, castrados, mestiços Suffolk × Texel, pesando em média $35,7 \pm 3$ kg, distribuídos em um delineamento experimental em quadrado latino 4×4 , com quatro períodos de dezesseis dias (dez de adaptação e seis de coleta). O teor de proteína bruta (PB) da forragem aumentou (+7 g/kg MS) com a inclusão da leguminosa e diminuiu (-9 g/kg MS) com o avanço da idade de rebrota. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) diminuíram com a inclusão da leguminosa (-38 g/kg MS e -27 g/kg MS, respectivamente), mas não se alteraram com a idade. O consumo de MS (+0,3 % PV) e MO (+6,39 g/kg PV^{0,75}), bem como a ingestão diária de N (+2,7 g/dia) foram superiores nos animais recebendo a dieta com a leguminosa. As digestibilidades da MO e da FDN não se alteraram em função do tipo de dieta, mas o consumo de MO digestível foi superior (+74,5 g/dia) nos animais ingerindo o feno com a presença da leguminosa. A síntese diária de proteína microbiana foi superior nos animais que receberam a leguminosa (+1,66 g/dia), mas a retenção diária de N foi semelhante nos animais recebendo os diferentes tipos de feno. A inclusão do *Arachis pintoi* em fenos de capim-elefante anão, na proporção de 30% da MS, permite que sejam obtidas vantagens nutricionais devido à elevação do consumo voluntário, em detrimento de alterações na digestibilidade e na eficiência de uso do N, independente da idade de rebrota.

Palavras-chave: *Arachis pintoi*. Idade de rebrota. *Pennisetum purpureum*. Proteína microbiana.

ABSTRACT

SCHNAIDER, Maria Alice. **Effect of peanut inclusion on the feeding value of diets based on elephant grass dwarf with different ages of regrowth.** 2011. 66 f. Dissertation (Masters in Animal Science – Area: Animal Production). Santa Catarina State University. Postgraduate Program in Animal Science. Lages, 2011.

The aim of this work was to evaluate the nutritional responses of the introduction of peanut (*Arachis pintoii*) in diets based on dwarf elephantgrass swards (*Pennisetum purpureum* Shum genotype EMBRAPA/CNPGL 92-198-7), with different ages of regrowth. The experimental treatments consisted of dwarf elephant grass hay cultivated pure or in mixture with peanut (30% of total DM) in two ages of regrowth (30 and 45 days). Eight weathers Texel × Suffolk crossbred, weighing an average of 35.7 ± 3 kg were used. Animal were assigned in a 4×4 Latin square with four periods of sixteen days (ten of adaptation and six to measurements). The crude protein (CP) forage increased (+7 g/kg DM) with the inclusion of legumes and decreased (-9 g/kg DM) with advancing age of regrowth. The levels of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) decreased with the inclusion of the legume (-38 g/kg DM and -27 g/kg DM, respectively), but did not change with age. The DM intake (+0.3% BW) and OM intake (+6.39 g/kg PV^{0.75}), as well as the daily intake of N (+2.7 g/day) were higher in animals receiving the hay with legumes. Digestibility of OM and NDF did not change with hay type, but the digestible OM intake was higher (+74.5 g/day) in animals receiving hay with the presence of legumes. The daily microbial protein synthesis was higher in animals eating legume (+1.66 g/day), but daily retention of N was similar in animals with different types of hay. The inclusion of *Arachis pintoii* in dwarf elephant grass hay, at a ratio of 30% of DM, allows nutritional advantages due increases on voluntary intake, despite of digestibility and N use efficiency, regardless of age regrowth.

Keywords: *Arachis pintoii*. Age of regrowth. *Pennisetum purpureum*. Microbial protein.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pastagem composta por capim-elefante anão.....	20
Figura 2 – Pastagem composta por amendoim-forrageiro.....	22
Figura 3 – Esquema representativo da preparação da cânula em duplo L utilizada para fistulação do duodeno em bovino.....	31
Figura 4 – A- Produção do feno. B- Identificação. C- Armazenamento.....	33
Figura 5 – Piquetes com forragens experimentais. A- Amendoim-forrageiro. B- Capim-elefante anão.....	34
Figura 6 – Pastagem cortada e em processo preparatório para fenação.....	34
Figura 7 – Pesagem individual dos animais.....	35
Figura 8 – Animais alojados em gaiolas metabólicas.....	36
Figura 9 – Pré-operatório. Animal em decúbito lateral esquerdo. Tricotomia.....	37
Figura 10 – Esquema representativo da disposição da cânula (a) e abordagem para laparotomia na fistulação duodenal em bovino.....	38
Figura 11 – Representação esquemática da enterotomia e disposição da cânula em duplo L na fistulação do duodeno proximal em bovino.....	38
Figura 12 – Finalização cirúrgica. Implantação da cânula duodenal.....	39
Figura 13 – Limpeza diária das cânulas.....	40
Figura 14 – A- Picador para feno. B- Fenos ensacados e identificados.....	40
Figura 15 – A- Total de fezes produzido por animal. B- Pesagem das fezes.....	41

Figura 16 – Pesagem da amostra e bandeja.....	42
Figura 17 – A- Amostra de fezes antes da moagem. B- Amostra identificada após ser moída.....	42
Figura 18 – A- 1% de alíquotas urinárias coletadas. B- Amostras filtradas em gaze. C- Diluição em balões volumétricos de 200 ml com água destilada.....	43
Figura 19 – Amostras urinárias/animal/período armazenadas a temperatura de -20°C.....	43
Figura 20 – A- Coleta via cânula duodenal. B- 200 ml coletados. C- Amostras congeladas...	44
Figura 21 – A- Amostras duodenais descongeladas com conteúdo sobrenadante. B- Adição de ácido sulfúrico. C- Amostra em recipiente para congelamento.....	45
Figura 22 – Processos do método colorimétrico descrito por Weatherburn para determinação de N-NH ₃	45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Composição químico-bromatológica (g/kg MS) do feno de capim-elefante anão em cultivo estreme (CEA) ou em associação com *Arachis pinto* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).....47
- Tabela 2 – Consumo e digestibilidade aparente de compostos não nitrogenados do capim-elefante anão em cultivo puro (CEA) ou em mistura com *Arachis pinto* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).....48
- Tabela 3 – Fluxo intestinal e digestibilidade ruminal aparente dos compostos não nitrogenados do capim-elefante anão em cultivo puro (CEA) ou em mistura com *Arachis pinto* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).....49
- Tabela 4 – Síntese de proteína microbiana, consumo, digestibilidade, fluxo intestinal e retenção dos compostos nitrogenados em ovinos ingerindo feno de capim elefante anão em cultivo puro (CEA) ou em mistura com *Arachis pinto* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).....51

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 CONSÓRCIO LEGUMINOSAS-GRAMÍNEAS.....	15
2.2 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS UTILIZADAS.....	19
2.2.1 O Capim-elefante.....	19
2.2.2 O <i>Arachis pintoi</i>	21
2.3 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE O VALOR NUTRITIVO DAS FORRAGENS.....	23
2.4 ASPECTOS NUTRICIONAIS DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS EM DIETAS PARA RUMINANTES.....	24
2.4.1 Efeito da introdução de leguminosas e da idade de rebrota sobre o consumo voluntário e a digestibilidade.....	24
2.4.2 Caracterização do valor proteico das plantas forrageiras.....	27
2.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS RELACIONADOS À NUTRIÇÃO PROTEICA DOS ANIMAIS RUMINANTES.....	29
2.6 ASPECTOS METODOLÓGICOS RELACIONADOS AO USO DE CÂNULA DUODENAL.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 LOCAL, PERÍODO, TRATAMENTOS E ANIMAIS EXPERIMENTAIS.....	33
3.2 MEDIDAS E CONDUÇÃO DO TRABALHO.....	40
3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS.....	44
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45

4 RESULTADOS.....	46
5 DISCUSSÃO.....	52
5.1 EFEITO DA INTRODUÇÃO DA LEGUMINOSA E DA IDADE DE REBROTA SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA.....	52
5.2 EFEITO DA INTRODUÇÃO DA LEGUMINOSA E DA IDADE DE REBROTA SOBRE A DIGESTIBILIDADE E O CONSUMO VOLUNTÁRIO.....	53
5.3 EFEITO DA INTRODUÇÃO DA LEGUMINOSA E DA IDADE DE REBROTA SOBRE A SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA E A RETENÇÃO DIÁRIA DE NITROGÊNIO.....	54
6 CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

O aumento na produtividade animal está diretamente relacionado ao incremento na qualidade das pastagens, uma vez que a produção de ruminantes é baseada, em sua grande maioria, no uso da forragem pastejada (EVANGELISTA e LOPES, 2005). As forragens podem ser fornecidas como parte ou totalidade da alimentação dos ruminantes. No entanto, esta prática fica prejudicada pela oscilação na taxa de acúmulo das pastagens, diminuída nos meses frios e secos do ano e normalizada nas épocas quentes e chuvosas. Devido a essa abundância, a tendência é sobrar pasto, implicando na diminuição da qualidade da forragem pelo aumento na idade de rebrota, o que resulta em prejuízos à eficiência produtiva dos rebanhos.

Neste sentido, o melhoramento das pastagens por meio da introdução de espécies leguminosas tropicais, pode representar vantagens devido a menor variação estacional do seu valor alimentar em comparação às gramíneas forrageiras e aumento do período produtivo dos animais para estações onde a taxa de acúmulo da forragem é reduzida por razões climáticas (MINSON, 1990; JINGURA et al., 2001). Além disso, as leguminosas forrageiras têm capacidade de fixação de N atmosférico por meio da simbiose com *Rhizobium*, podendo fornecer grandes quantidades de N ao sistema solo-planta-animal (CANTARUTTI et al., 2002; SANTOS et al., 2002). Entre as vantagens deste processo pode-se citar a redução nos custos com fertilização nitrogenada (ASSMANN et al., 2004), a melhoria da qualidade da dieta (COSTA, 1995) e o aumento do desempenho animal (AROEIRA et al., 2005). Não obstante, a adoção do consórcio entre gramíneas e leguminosas é uma opção viável para reverter os processos de degradação dos recursos naturais, contribuindo para o manejo racional das áreas produtivas.

As vantagens nutricionais da inclusão de leguminosas em dietas a base de gramíneas de clima temperado são relativamente conhecidas. Neste sentido, melhorias de 15 a 20% no desempenho animal são obtidas quando os animais têm acesso a pastos de gramíneas e leguminosas em associação comparados às gramíneas em cultivo estreme (PEYRAUD et al., 2009; STEINSHAMN et al., 2006). As explicações para este fato estão claramente associadas a melhorias de aspectos qualitativos da forragem que se refletem sobre incrementos no consumo de forragem em detrimento de sua digestibilidade (RIBEIRO FILHO et al., 2003; DEWHURST et al., 2009). Entretanto, informações referentes às vantagens nutricionais

possíveis de serem obtidas quando leguminosas de clima tropical são incluídas em dietas à base de gramíneas ainda são escassas na literatura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta nutricional da introdução do amendoim-forrageiro (*Arachis pintoï*) em dietas à base de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum, genótipo EMBRAPA/CNPGL 92-198-7) com diferentes idades de rebrota. Foi testada a hipótese de que a introdução de leguminosas em dietas compostas exclusivamente por gramíneas tropicais promove melhorias no valor alimentar e que esta diferença aumenta à medida que evolui a idade de rebrota das pastagens.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSÓRCIO LEGUMINOSAS-GRAMÍNEAS

A consorciação de pastagens consiste na associação de duas espécies forrageiras, que convivem em um mesmo ambiente e sob as mesmas condições. O desenvolvimento de pastagens leguminosas e gramíneas é uma das reconhecidas estratégias em muitos países para aumentar a quantidade e a qualidade dos recursos alimentares (SWIFT e WOOMER, 1993). Neste sentido, a qualidade da forragem e a distribuição sazonal de biomassa dos pastos formados pelo consórcio de leguminosas e gramíneas têm se revelado superiores aos de gramíneas ou leguminosas cultivadas sozinhas (MINSON, 1990), o que acontece devido ao maior rendimento e qualidade da dieta.

O conhecimento científico e agrônomico sobre a utilização de leguminosas, tanto sob pastejo como na forma de forragem conservada, tem aumentado substancialmente. Dessa forma, as leguminosas são amplamente utilizadas na agricultura de pastagens em muitas áreas do mundo, devido à sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico biologicamente, bem como devido ao seu valor nutricional. Esses benefícios têm sido demonstrados em muitas pesquisas conduzidas em uma ampla gama de situações (ROCHON et al., 2004).

Segundo Rochon et al. (2004), a pecuária, juntamente com as pressões para reduzir o consumo de energia, diminuir a poluição ambiental, melhorar a sustentabilidade da agricultura e aumentar a biodiversidade, sente a necessidade de rever a viabilidade de aumento do uso de leguminosas em pastagens.

A potencial atração de forrageiras leguminosas não é apenas em função da sua capacidade de reduzir os custos da produção ou reduzir o impacto ambiental nos sistemas pecuários, é também pelo fato de produtos de origem animal baseados em pastagens leguminosas serem considerados pelos consumidores como sendo mais “natural” que produtos equivalentes criados a partir de pastagens tratadas com fertilizantes e/ou animais alimentados com concentrado (FRAME et al. apud ROCHON et al., 2004).

A adoção de sistemas intensivos de produção de ruminantes, particularmente por meio de sua dependência de fertilizantes inorgânicos em pastagens, tem contribuído para uma série de problemas ambientais. Estes incluem as emissões de N ao meio ambiente e poluição das águas superficiais e abastecimento de águas subterrâneas, o consumo de combustíveis fósseis,

emissões de gases de efeito estufa associados com a fabricação de fertilizantes, sua distribuição e aplicação, deterioração da estrutura e fertilidade do solo (ALVAREZ et al., 1998). O aumento do uso de forrageiras leguminosas oferece algum potencial para atenuar alguns efeitos, como a redução da produção de óxido nitroso, mas também da produção de metano entérico (HAMMOND et al., 2008). Além disso, a substituição de fertilizantes inorgânicos por leguminosas forrageiras irá poupar recursos não renováveis necessários para fabricar e distribuir adubos, fornecer permanência de cobertura para melhorar estrutura do solo e, portanto, reduzir a erosão e limpar solos que sofrem de fertilização excessiva (RUSSELLE et al., 2001).

As gramíneas cobrem aproximadamente 25% dos ecossistemas terrestres e em algumas zonas fornecem a maioria da forragem para ruminantes. Sob circunstâncias pobres de nutrientes, uma maior diversidade de comunidades vegetais é esperada para adquirir maiores recursos e para tornar mais eficientemente a biomassa das comunidades menos diversas (HOOPER et al., 2005; LOREAU, 2000). Isto pode ser atribuído à maior utilização do espaço total, à diferenciação das espécies, às interações interespecíficas positivas e a uma probabilidade mais elevada de conter espécies altamente produtivas (CARDINALE et al., 2007). Os benefícios da diversidade podem ser observados em misturas de gramíneas e leguminosas, uma vez que a produção de biomassa da mistura pode superar a monocultura de maior rendimento (NYFELEER et al., 2011).

As leguminosas desempenham um papel importante em sistemas tropicais, pois sua grande versatilidade permite a sua utilização em diversas culturas e sistemas pecuários de produção, destinadas a minimizar os insumos externos. São usadas como adubação verde e no papel de coberturas são uma fonte de N em muitas partes dos trópicos, onde a adubação não é economicamente viável (TSCHERNING et al., 2005).

As leguminosas podem melhorar e conservar a fertilidade do solo, aumentando a disponibilidade de N no solo através da fixação do N e subsequente decomposição de resíduos ricos em N, aumento de N em solos lábeis de matéria orgânica (BARRIOS et al., 1996) e absorção de N inorgânico pelas leguminosas abaixo da profundidade de enraizamento de culturas por causa de seu sistema radicular mais profundo (HARTEMINK et al., 1996). Além disso, as leguminosas contribuem para o aumento na produção de proteína total, portanto, supera a mais importante limitação da produção pecuária nos trópicos, a deficiência de proteína. Leguminosas cultivadas como bancos de forragem e em pastagens melhoradas podem ter um impacto direto sobre os efeitos em sistemas de produção familiar, fornecendo forragem de alta qualidade durante todo o ano (PETERS et al., 2001).

A decomposição de material vegetal é largamente determinada pela composição química do tecido vegetal ou a qualidade do tecido. Palm et al. (2001) documentaram que alguns parâmetros de qualidade de tecidos da planta, como N, carbono, lignina e conteúdo de polifenóis, assim como o clima, tiveram considerável influência sobre as taxas de decomposição.

Os efeitos das leguminosas são considerados por proporcionarem um resultado direto na disponibilidade mais elevada de nitrogênio para não leguminosas, pelo fato das leguminosas conferirem maior fixação simbiótica de nitrogênio (TEMPERTON et al., 2007). Uma fonte tão adicional de nitrogênio pode explicar rendimentos mais elevados da biomassa das misturas comparadas às monoculturas das não leguminosas, mas não comparadas às monoculturas de leguminosas, como ocorrido em alguns experimentos (KIRWAN et al., 2007; NYFELER et al., 2009). Esses resultados podem ser explicados por outros efeitos benéficos de misturar gramíneas e leguminosas, devido às diferenças em sua profundidade da raiz, as diferenças no seu padrão de crescimento em toda a estação (LÜSCHER et al., 2005), ou entre anos (NYFELER et al., 2009).

Nyfeler et al. (2011) demonstraram em seus estudos que os efeitos positivos de misturar gramíneas e leguminosas na produção da biomassa não são produzidos somente pela fixação simbiótica do N, mas também pelos efeitos estimulatórios mútuos na aquisição de N nos componentes da gramínea e componentes da leguminosa, assim como a eficiência da transformação de N adquirido na biomassa. Himstedt et al. (2009) encontraram forte correlação entre fixação de nitrogênio por hectare por ano e produção de matéria seca da leguminosa.

A sustentabilidade em longo prazo é arriscada sem a introdução de nitrogênio por meio de fertilizantes ou através de sua fixação pelas leguminosas, as quais são capazes de mantê-lo em um nível moderado e asseguram alta produtividade em grande espaço de tempo (LEGARD, 2001).

A substituição de fertilizantes nitrogenados por um melhor aproveitamento da fixação simbiótica de nitrogênio em campos gramíneos seria uma importante contribuição para o desenvolvimento sustentável e eficiente dos recursos dos sistemas agrícolas (NYFELER et al., 2011).

Microrganismos do solo mediam muitos processos benéficos na agricultura que incluem a fixação de N, a reciclagem de nutrientes como N, P, S, formação e manutenção de estrutura do solo, controle biológico de plantas tidas como "pragas", e degradação dos agroquímicos e poluentes. A biomassa microbiana do solo e N podem aumentar cerca de 30 e 200%,

respectivamente, quando gramíneas de clima temperado forem consorciadas com leguminosas, em relação ao seu monocultivo (LUPWAYI et al., 2011).

As leguminosas geralmente produzem forragem de melhor qualidade que as gramíneas (BALL et al., 2001) devido às suas grandes quantidades de proteína e aos seus menores teores de fibra. Além disso, muitas dessas espécies forrageiras são importantes fontes de minerais para ruminantes (MINSON, 1990).

Em áreas tropicais, animais alimentados exclusivamente com gramíneas são propensos a sofrer de deficiência de proteína e energia, especialmente durante a estação seca. Tentativas de melhorar a produtividade de animais durante a estação seca incluem a colheita do capim para fazer feno, para uso durante períodos de estresse nutricional e também o uso de suplementos de proteína para melhorar tanto a proteína como a ingestão de energia pelo animal. Em alguns estudos, a melhoria positiva com fenos foi observada com a suplementação de folhas de leguminosas (MILFORD e MINSON, 1965).

Mooso e Wedin (1990) confirmam que em consórcio a produção de matéria seca é mais equilibrada, sendo as gramíneas mais produtivas na primavera e no verão as leguminosas.

O valor de alimentação ou resposta do gado produzido à base de forragem é influenciado tanto pelo consumo voluntário de alimento quanto pelo valor nutritivo. Leguminosas têm taxas mais rápidas de quebra de partículas no rúmen, permitindo assim um maior consumo voluntário, comparado com a concentração de fibra alta das gramíneas. A maior concentração de proteína bruta de leguminosas forrageiras de clima temperado e o aumento da susceptibilidade da sua fibra para degradação no rúmen são fatores adicionais que contribuem para o aumento da produtividade do rebanho (ROCHON et al., 2004).

McMeniman et al. (1988) sugeriram que, em geral, o peso bovino pode aumentar mais de 400% no seu ganho com uma dieta fertilizada adequadamente com a mistura de gramíneas e leguminosas tropicais, quando comparada a resultados de culturas compostas apenas por gramíneas.

A introdução de leguminosas em pastagens nativas substancialmente aumenta a produção animal (PRESTON e LENG, 1987), e dentre as espécies de leguminosas indicadas, alguns cultivares de amendoim-forrageiro têm se destacado por apresentarem boa produção de matéria seca e bom valor nutritivo, além de persistência, excelente capacidade de cobrir o solo e adaptação a solos com drenagem deficiente. Embora existam vários trabalhos quantificando as vantagens nutricionais de misturas forrageiras compostas por gramíneas e leguminosas de

clima temperado, o número de trabalhos conduzidos com espécies de clima tropical ainda é muito pequeno.

2.2 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS UTILIZADAS

2.2.1 O Capim-elefante

As gramíneas formam a mais importante família vegetativa que proporciona fonte de alimentos aos herbívoros domésticos, destacando-se por sua característica cosmopolita, sendo notável sua presença nos mais variados âmbitos e por ser economicamente mais viável.

Segundo Rodrigues et al. (2001), o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma planta perene originária do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, tendo sido descoberto em 1905 pelo coronel Napier. Foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba. Hoje se encontra difundido em todo território brasileiro.

Alcântara e Bufarah (1999) o descreveram como uma gramínea perene tropical, que se desenvolve em temperatura e umidade elevadas, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, os quais são preenchidos por um parênquima suculento, chegando a 2 cm de diâmetro, com entrenós de até 20 cm. Possuem rizomas curtos, folhas com inserções alternas, de coloração verde escura ou clara, que podem ser pubescentes ou não, chegando a alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga e brancacenta, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta, brancacenta e ciliada. A panícula tem, em média, 15 cm de comprimento, formada por espiguetas envolvidas por um tufo de cerdas de tamanhos desiguais e de coloração amarelada ou púrpura. Apresenta abundante lançamento de perfilhos aéreos e basilares, podendo formar densas touceiras, apesar de não cobrirem totalmente o solo.

De acordo com Jacques (1994), o capim-elefante desenvolve-se desde o nível do mar até 2.200 metros, sendo mais adaptado às altitudes de até 1.500 metros, pode ser cultivado em temperaturas de 18 a 30 °C. Dependendo do cultivar, pode suportar o frio e até geadas. Vegeta em regiões quentes e úmidas. Adapta-se a diferentes tipos de solo, com exceção dos solos mal

drenados, com possíveis inundações. Existem relatos de produções de até 300 toneladas de matéria verde por hectare, mas a média nacional encontra-se bem abaixo desta.

Fonseca et al. (1998) afirmaram que a referida planta apresenta um grande rendimento forrageiro, é bastante vigorosa, resistente à seca, de grande porte, boa digestibilidade, é utilizada como capineira, pastejo e silagem, apresentando elevado potencial de produção, sendo utilizada em sistema de produção de corte e de leite.

Os cultivares são divididos em grupos de acordo com a época de florescimento, pilosidade da planta, diâmetro do colmo, formato da touceira, largura da folha, número e tipo de perfilhos (PEREIRA, 1993). Pereira (1993) definiu o grupo “anão” como sendo os cultivares mais adaptados para pastejo em função do menor comprimento dos entrenós. As plantas desse grupo apresentam porte baixo (1,5 metros) e elevada relação lâmina:colmo, tendo como exemplo o genótipo EMBRAPA/CNPGL 92-198-7 (Figura 1).



Figura 1– Pastagem composta por capim-elefante anão.

Segundo Barreto et al. (2001) e Almeida et al. (2000), o capim-elefante anão possui em torno de 18% de matéria seca (MS), de 14 a 18,0% de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) entre 52 e 68%. O capim-elefante anão pode produzir grandes quantidades de matéria seca e promover elevado ganho de peso de novilhos em pastejo, bem como alta produção de biomassa por hectare (ALMEIDA et al., 2000). Além

disso, Olivo et al. (2009) concluíram que o capim-elefante é uma forrageira de destaque especialmente por sua perenidade e por apresentar elevada produção de massa de forragem e que seu uso tem se intensificado sob a forma de pastagem, implicando na melhoria do volumoso ofertado.

2.2.2 O *Arachis Pinto*

As leguminosas forrageiras são relevantes na produtividade das pastagens, incorporando nitrogênio atmosférico ao sistema solo-planta e melhorando a alimentação do rebanho. Uma leguminosa forrageira que vem sendo utilizada com sucesso em pastagens consorciadas com gramíneas é o amendoim-forrageiro (*Arachis pinto* Krapov. & W.C. Gregory) (ANDRADE e VALENTIM, 1999). Ele apresenta associações estáveis com gramíneas vigorosas, sob pastejo intensivo, durante períodos superiores há 10 anos, aumentando inclusive a produtividade em relação às pastagens de gramíneas puras (MACHADO et al., 2005).

O amendoim-forrageiro é nativo da América do Sul e vem se destacando por apresentar elevada produção de matéria seca de boa qualidade (VALLE, 2001). Algumas das importantes qualidades dessa planta são: considerável capacidade de produção de forragem, altos teores de proteína bruta e digestibilidade, excelente palatabilidade, resistência ao pastejo intenso aliada à ótima competitividade quando associado com gramíneas, prolificidade, alto grau de tolerância à baixa fertilidade, à acidez do solo e às temperaturas baixas, podendo ser implantado tanto por sementes como por mudas, aumentando muito sua taxa de multiplicação (NASCIMENTO, 2006). Ao contrário da maioria das espécies de leguminosas tropicais escandentes, apresenta o ponto de crescimento protegido, o que permite a manutenção de uma área foliar residual mesmo quando submetido ao pastejo contínuo e intenso. Apresenta tolerância aos ambientes sombreados, podendo ser usado em consorciação com gramíneas, sistemas agroflorestais e silvipastoris (ANDRADE e VALENTIM, 1999) (Figura 2).



Figura 2 – Pastagem composta por amendoim-forrageiro.

É uma leguminosa herbácea perene, de crescimento rasteiro, hábito estolonífero, prostrado e lança estolões horizontalmente em todas as direções em quantidade significativa, cujos pontos de crescimento são bem protegidos do pastejo realizado pelos animais, ao contrário da maioria das espécies de leguminosas tropicais, que têm seus pontos de crescimento facilmente removidos em condições de pastejo intensivo. É de porte baixo, dificilmente ultrapassando 30-40 cm de altura, possui raiz pivotante, que pode alcançar 1,60 m de profundidade (ABAUNZA et al., 1991).

A variação na produção de matéria seca (2,1 a 16 t ha⁻¹), proteína bruta (13 a 25,6%) e digestibilidade (60 a 71%) são decorrentes dos diferentes ecossistemas (VALENTIM et al., 2003). Gonzalez et al. (1996) demonstraram que a introdução de *Arachis pintoi* em pastagens degradadas permitiu melhora na disponibilidade de biomassa total, assim como o consumo e qualidade nutritiva da dieta selecionada. A espécie pode ser utilizada em sistemas de pastejo consorciado com gramíneas ou em monocultivo como banco de proteína ou para produção de feno (LADEIRA et al., 2002). Além disso, segundo Lascano (1994), o valor nutritivo do *Arachis pintoi* é mais alto que a maioria das leguminosas tropicais de importância comercial, podendo ser encontrados valores de 60 a 67% de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e 60 a 70% de digestibilidade da energia bruta.

O alto potencial de produção animal por área em pastagens contendo *Arachis pintoi* é uma realidade em áreas tropicais sem seca e em áreas com períodos de três a quatro meses de seca (LASCANO, 1994). No cerrado brasileiro, onde há a estacionalidade das chuvas, Barcellos et al. (1997) também encontraram alto potencial de ganho de peso por área.

O uso de amendoim-forrageiro resulta em benefícios econômicos devido ao aumento da produção de carne e leite por animal e por hectare (VALENTIM e ANDRADE, 2004). Em clima tropical, o amendoim-forrageiro tem se mostrado uma alternativa viável na produção forrageira, pois, quando usado na formação de pastagens consorciadas, suporta taxas de lotação de até 4 novilhos/ha, com ganhos de peso vivo superiores a 550 g/animal/dia e 500 kg de peso vivo/ha/ano (SANTANA et al., 1998). Ressalta-se ainda que em alguns experimentos a inclusão do amendoim-forrageiro nas pastagens, resultou em acréscimos de 17% a 20% na produção de leite. Sua utilização como banco de proteína em sistema de produção de leite no Acre promoveu aumento da produção de leite de 3,6 para 5,2 L/vaca/dia (VALENTIM et al., 2001).

O amendoim-forrageiro, além de excelente valor alimentício e aceitabilidade pelos animais, fornece nitrogênio ao sistema, conferindo melhor qualidade de solo e de água, pois reduz a necessidade de adubação química nitrogenada (ANDRADE e VALENTIM, 1999). Conforme Foster et al. (2009), o amendoim-forrageiro é um promissor suplemento proteico para cordeiros em crescimento.

2.3 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE O VALOR NUTRITIVO DAS FORRAGENS

Quando a forragem é oferecida como único alimento e de livre escolha para animais com potencial de produção, a qualidade da dieta pode ser definida em termos de desempenho animal (COLEMAN e MOORE, 2003). Heaney (1970) combinou digestibilidade e ingestão em um único índice como um meio de avaliar o valor alimentar das forragens, concordando com Reid (1994) que citou que a qualidade nutricional da forragem pode ser definida como o produto de consumo voluntário, digestibilidade e eficiência de utilização de nutrientes pelo animal.

A ingestão voluntária é o consumo da dieta, quando não há limitação da quantidade de alimento disponível. Valor nutritivo inclui a composição de nutrientes (proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais) do alimento, disponibilidade (digestibilidade) de

nutrientes e energia, e eficiência de nutrientes e energia utilizável. Matéria seca digestível (ou matéria orgânica) é usada como um procurador de energia digestível (ED). A combinação de digestibilidade com a ingestão é uma determinante razoável de qualidade alimentar e é bastante aceita como um indicador do potencial de produção animal (COLEMAN e MOORE, 2003).

Para identificar as espécies adequadas para utilização pelos produtores, o estudo da composição bromatológica e seu efeito sobre o do consumo e digestibilidade é uma etapa essencial em qualquer programa de avaliação de forragem (MERO e UDEN, 1997; BIEWER et al., 2009) e o valor energético de uma forragem é fundamentalmente determinado pelo teor de fibra e pela digestibilidade da matéria orgânica (DMO).

O valor nutritivo de uma forragem normalmente refere-se ao conjunto formado pela composição química da forragem, a sua digestibilidade e a natureza dos produtos da digestão (REIS e RODRIGUES, 1993). A digestibilidade de nutrientes orgânicos nos alimentos é comumente expressa em porcentagem da matéria seca que desaparece no balanço entre alimento ingerido e excreção de fezes (VAN SOEST, 1994).

2.4 ASPECTOS NUTRICIONAIS DA INTRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS EM DIETAS PARA RUMINANTES

A qualidade nutricional de uma forragem depende da digestibilidade, da eficiência de utilização dos nutrientes digeridos e absorvidos e, principalmente, do consumo voluntário. O aumento do consumo de alimento normalmente aumenta a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo e diminui a sua digestibilidade (VAN SOEST et al., 1991).

2.4.1 Efeito da introdução de leguminosas e da idade de rebrota sobre o consumo voluntário e a digestibilidade

O principal fator que afeta o desempenho de herbívoros ruminantes é o consumo diário de alimento. No caso das gramíneas tropicais o consumo voluntário é limitado predominantemente por fatores físicos, os quais estão associados ao nível de preenchimento

do rúmen. Este, por sua vez, é determinado pela taxa de digestão e passagem de partículas fibrosas do rúmen (VAN SOEST, 1994). Neste aspecto, as gramíneas de clima tropical são pobres em proteínas e possuem espessa parede celular, resultando em baixa velocidade de digestão e passagem da matéria seca ruminal (LENG, 1990).

Neste sentido, a introdução de leguminosas em dietas à base de gramíneas resulta em aumento da ingestão (VAN SOEST, 1994; MINSON, 1990; NIDERKORN e BAUMONT, 2009) e as explicações para isso estão relacionadas às suas maiores velocidades de digestão, degradação de partículas e passagem pelo rúmen (NIDERKORN & BAUMONT 2009). Estes efeitos associativos positivos do uso de leguminosas em associação com gramíneas também estão relacionados à melhoria na digestibilidade da FDN, que ocorre, em parte, devido à redução no tempo de latência e início da digestão das fibras (BROWN et al., 1991, NIDERKORN e BAUMONT, 2009).

A velocidade de ingestão é um fator altamente dependente da disponibilidade ruminal de N. Isso ocorre porque quando uma forragem pobre é completada por uma planta com elevado teor de nitrogênio a atividade microbiana é estimulada (NIDERKORN e BAUMONT, 2009). Dessa forma, o crescimento microbiano é beneficiado, ocorrendo impacto positivo sobre a digestibilidade dos alimentos e o desempenho animal (AJAYI et al., 2008). Por outro lado, o consumo de dietas compostas exclusivamente por leguminosas pode provocar efeitos digestivos adversos devido à redução no teor fibra. Em função disso, quando os animais são capazes de determinar a composição de sua dieta, eles geralmente escolhem uma dieta mista (NIDERKORN e BAUMONT, 2009).

O consumo de matéria seca digestível de gramíneas tropicais (MILFORD e MINSON, 1965) e ganho animal (LIPPKE, 1980) foram mais correlacionados com a ingestão de matéria seca do que com sua digestibilidade. De acordo com Milford e Minson (1965), suplementando dietas compostas de gramíneas de má qualidade com leguminosa aumenta-se o consumo alimentar e a digestibilidade da dieta pelos ruminantes. Entretanto, quando dietas compostas de gramíneas de boa qualidade são complementadas com leguminosas, a matéria seca indigestível é aumentada por causa da maior velocidade de passagem, a qual está diretamente relacionada à ingestão em ruminantes (BOWMAN et al., 1991; FOSTER et al., 2009).

Fica evidenciado, portanto, a existência de relação inversa entre a taxa de passagem e a digestibilidade (DEWHURST et al., 2003). A rápida taxa de passagem de leguminosas, muitas vezes limita a sua colonização e a degradação por micróbios ruminais. Além disso, a

maior concentração de lignina nas leguminosas em comparação com gramíneas também limita a sua digestibilidade em relação à de gramíneas (WILSON, 1994).

Em seus experimentos com consorciação entre espécies, Foster et al. (2009) concluíram que o consumo de MS e MO, o consumo e retenção de N, a síntese de N microbiano, a MO degradada no rúmen e a digestibilidade foram aumentados pela suplementação com feno de leguminosas e as respostas foram maiores quando os animais foram alimentados com fenos de amendoim-forrageiro.

Mesmo quando fornecidas no cocho as leguminosas são mais facilmente ingeridas que as gramíneas. Conforme a revisão de literatura de Ribeiro Filho (2003), a velocidade de ingestão das leguminosas de clima temperado, avaliada em ovinos estabulados, é cerca de 30% superior àquela das gramíneas e o tempo necessário para mastigação de uma mesma unidade de MS é 26% inferior. Assim, o menor teor em fibra das leguminosas lhes confere características físicas que podem estimular o consumo, tanto pela menor resistência à mastigação quanto pela maior velocidade de degradação ruminal da MO.

A palatabilidade também pode ser um indicativo de qualidade nutricional, sendo definida como uma resposta positiva que um animal recebe, mediada pelo centro da saciedade, ao ingerir um determinado alimento. Numa situação de escolha, essa resposta pode ser medida pela preferência (BAUMONT, 1996).

Diante de ofertas de gramínea consorciada com leguminosa e leguminosa pura, os animais elegem a mistura ao invés do estreme oferecido. A explicação provavelmente envolve a tentativa de evitar distúrbios digestivos, como timpanismo, devido a uma rápida ingestão de quantidades elevadas de leguminosas e por tentarem manter uma microflora ruminal capaz de melhor digerir a celulose (RIBEIRO FILHO, 2003).

A idade de rebrota é considerada o principal fator que determina a qualidade nutricional das plantas forrageiras (NELSON e MOSER, 1994), o que tem grande impacto sobre a eficiência dos sistemas de produção de ruminantes com base em forragem como a principal fonte de energia e proteína. Kozloski et al. (2005), trabalhando com feno de capim-elfante-anão puro, observaram que a digestibilidade aparente reduziu com o aumento da idade de rebrota da forragem. Contudo, para o nosso conhecimento, não existem trabalhos testando o efeito da inclusão de leguminosas sobre a ingestão de forragens de clima tropical em diferentes idades.

Com o avançar do estágio fenológico, as leguminosas de clima temperado diminuem sua digestibilidade mais lentamente que as gramíneas (INRA, 2007). O teor de fibra e digestibilidade da matéria orgânica podem determinar o valor energético de uma forragem.

As leguminosas tropicais têm menor teor de fibra insolúvel em detergente neutro e açúcares solúveis, mas maior teor de lignina que as gramíneas. O menor teor de fibra das leguminosas pode ser explicado, em parte, porque além de haver maior proporção de folhas nas frações normalmente acessíveis aos animais, a porção foliar das leguminosas é menos fibrosa que a das gramíneas em estádios de desenvolvimento comparáveis (JARRIGE et al., 1995). A diminuição da digestibilidade com o aumento da idade de rebrota é menor nas leguminosas que nas gramíneas. Dessa forma, as leguminosas se destacam por manter seu valor energético em idades de rebrota mais avançadas (RIBEIRO FILHO, 2003).

2.4.2 Caracterização do valor proteico das plantas forrageiras

O valor proteico de uma forragem é definido pelo seu teor de nitrogênio (N) e pela eficiência de aproveitamento do mesmo pelo animal. Em leguminosas de clima temperado o teor em proteína bruta (PB) é, em média, 60 g/kg MS superior ao das gramíneas (INRA, 2007). Além disso, existem evidências que a complementação das dietas à base de gramíneas com alguma leguminosa melhora a retenção de N pelos ruminantes (MATIZHA et al., 1997).

O N retido é originado da absorção intestinal, a qual depende do fluxo de compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) para o intestino delgado. O NNA consiste de proteína microbiana, proteína que escapa da fermentação ruminal e NNA da descamação de células epiteliais e de secreção abomasal (SNIFFEN e ROBINSON, 1987). No caso das leguminosas, o fluxo intestinal de N representa, em média, 75% do N ingerido (PEYRAUD, 1993), mas segundo observações de Ribeiro Filho et al. (2003) o valor proteico da forragem, expresso pelo fluxo duodenal de NNA/kg de MO digestível ingerida (MODI), na maior parte dos casos, não varia com a espécie forrageira.

Os compostos contendo N que entram no intestino delgado de ruminantes compreendem proteína dietética que escapa da degradação do rúmen, proteína microbiana sintetizada no rúmen-retículo e proteína endógena (ANTONIEWICZ et al., 1992). A quantidade de proteína dietética não degradada que entra no intestino delgado é dependente da degradabilidade da proteína alimentar no rúmen-retículo e as taxas de passagem (ROBINSON, 1997). Dessa forma, o N alimentar que escapa da degradação ruminal, mas é digerido no trato baixo é um dos elementos importantes para se determinar o valor proteico das plantas forrageiras.

Contudo, os compostos nitrogenados totais que chegam ao abomaso incluem nitrogênio amoniacal e nitrogênio não amoniacal, que por sua vez inclui N dietético e N microbiano, frações potencialmente disponíveis para a absorção no intestino de ruminantes. A proteína microbiana que chega ao intestino é uma função da eficiência microbiana, resultante da produção de massa microbiana, e sua saída do rúmen (SNIFFEN e ROBINSON, 1987). Assim, as exigências de proteína dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos que correspondem à proteína microbiana e à proteína dietética que escapa à degradação ruminal (PEREIRA et al., 2010).

Como indicativo de eficiência de aproveitamento alimentar, a digestibilidade dos diferentes componentes dos alimentos apresenta forte relação com o fornecimento de compostos nitrogenados suplementares sob condições de forragem de baixa qualidade (MATHIS et al., 2000), o que pode ser atribuído à deficiência global de compostos nitrogenados apresentada por gramíneas tropicais durante o período seco.

Segundo Russel et al. (1992), a disponibilidade de proteína pode ter um significativo efeito na fermentação ruminal e síntese microbiana, pois as bactérias requerem amônia, aminoácidos e peptídeos para o máximo crescimento. A amônia é a principal fonte de nitrogênio para microrganismos fermentadores de carboidratos estruturais, enquanto os aminoácidos e peptídeos constituem a maior fonte de nitrogênio para fermentadores de carboidratos não estruturais.

Outro parâmetro para verificar se a dieta fornecida está adequada às características fisiológicas do ruminante é a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) ruminal. A manutenção de concentração adequada de nitrogênio amoniacal no rúmen é, portanto, indispensável para o crescimento bacteriano e, nas mais variadas situações, 40 a 100% do nitrogênio exigido pelos microrganismos pode ser derivado do nitrogênio amoniacal (STERN e HOOVER, 1979).

O conhecimento da dinâmica de degradação ruminal da proteína dos alimentos é fundamental para a formulação de dietas com adequadas quantidades de proteína degradável no rúmen para microrganismos do rúmen e proteína não degradável no rúmen para o animal, o que resulta em dietas mais eficientes. As taxas de degradação são responsáveis pelo maior ou menor escape de compostos nitrogenados do rúmen e pelo atendimento dos requerimentos de compostos nitrogenados dos microrganismos ruminais (MARCONDES et al., 2009).

Se a proteína dietética for de baixa qualidade, deseja-se que esta seja degradada no rúmen e, então, convertida em proteína microbiana. Entretanto, quando se tratam de fontes proteicas de elevado valor biológico, deve-se minimizar sua degradação ruminal, de modo

que sejam em sua maior parte digeridas no intestino delgado, de forma a evitar possíveis perdas em aminoácidos essenciais no rúmen, decorrentes da fermentação (CABRAL et al., 2005).

Estudos indicam que a proteína microbiana corresponde, em média, a 59% da proteína que chega ao intestino delgado (CLARK et al., 1992), fato que justifica a importância de compreender os mecanismos de síntese proteica bacteriana e dos fatores a eles relacionados (NOCEK e RUSSELL, 1988).

2.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS RELACIONADOS À NUTRIÇÃO PROTEICA DOS ANIMAIS RUMINANTES

As pesquisas, ao longo dos últimos anos, confirmaram a relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas na urina (PEREZ et al., 1996). Giesecke et al. (1994) afirmaram que a absorção de purinas estaria condicionada à quantidade de proteína microbiana, estimada a partir da excreção urinária dos derivados de purinas (DP): alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina. Os DP originam-se de duas fontes, as purinas absorvidas no intestino delgado e as endógenas, ou seja, liberadas do metabolismo dos ácidos nucleicos (CHEN e GOMES, 1992).

Na urina de bovinos, as purinas endógenas e exógenas têm composição semelhante de, aproximadamente, 85% de alantoína e 15% de ácido úrico; xantina e hipoxantina não estão presentes em quantidades significativas na urina de bovinos devido à grande atividade de xantina oxidase no sangue e nos tecidos, que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico antes da excreção (CHEN e GOMES, 1992).

Funaba et al. (1997) e Vagnoni et al. (1997) utilizaram somente as excreções de alantoína e ácido úrico para representar o total de excreção urinária de derivados de purinas. Rennó et al. (2000), observaram que não houve diferenças entre a produção microbiana determinada pelo método das bases purinas no abomaso e pela excreção de derivados de purinas.

A estimativa do fluxo de proteína microbiana no duodeno, a partir da excreção de derivados de purinas na urina, necessita do conhecimento da relação N purina:N total dos microrganismos ruminais, que é bastante variável (VAGNONI e BRODERICK, 1997). CHEN e GOMES (1992) utilizaram relação igual a 0,116, a partir de dados da literatura.

Dessa forma, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida, que é estimada por intermédio da excreção urinária de derivados de purinas (CHEN e GOMES, 1995).

A excreção urinária de derivados de purinas pelos ruminantes pode ser usada para estimar o fluxo intestinal de proteína microbiana, uma vez que a excreção endógena de derivados de purinas e a relação quantitativa entre a excreção de derivados de purinas e a absorção de purina tenham sido previamente determinadas (CHEN et al., 1996). Johnson et al. (1998) concluíram que a excreção urinária de derivados de purinas apresentou correlação positiva na estimativa do fluxo de N microbiano no duodeno.

Portanto, o método de excreção de DP assume que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é, predominantemente, de origem microbiana e, após digestão intestinal dos nucleotídeos de purinas, as bases nitrogenadas adenina e guanina são catabolizadas e excretadas, proporcionalmente, na urina como DP, principalmente alantoína, mas, também como xantina, hipoxantina e ácido úrico (PEREZ et al., 1996).

2.6 ASPECTOS METODOLÓGICOS RELACIONADOS AO USO DE CÂNULA DUODENAL

Segundo Poppi et al. (1980), a produtividade dos ruminantes não depende apenas da qualidade da dieta e do consumo voluntário, ela também é dependente das propriedades relacionadas à composição da dieta, ao conteúdo e as características da fibra, do tamanho e da taxa de degradação das partículas do alimento, da taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, entre outros. Assim, o acompanhamento e o monitoramento das transformações ocorridas na digesta, ao longo do trato digestivo dos ruminantes, fazem-se necessários quando o objetivo é conhecer as relações causa × efeito que determinam a produtividade animal.

O estudo do fluxo de nutrientes em bovinos começou há aproximadamente quarenta anos e neste período, o aperfeiçoamento de materiais e métodos para coleta da digesta vem sendo continuamente pesquisado, objetivando aumentar a acurácia nas estimativas (QUEIROZ, 2007).

Uma forma de se quantificar o fluxo de digesta é a coleta total do fluxo no segmento duodenal, antes que haja a absorção dos nutrientes. E para que ocorra essa coleta sem a

necessidade do abate dos animais, iniciaram-se as pesquisas com animais canulados nessa seção do trato gastrointestinal.

A colocação de cânulas no sistema digestório é frequentemente requisitada para estudos experimentais de digestibilidade, principalmente em animais de produção. Conforme Raiser et al. (1997), na área de produção animal diferentes artifícios e técnicas têm sido utilizados visando avaliar o comportamento da digesta ao longo do trato digestivo dos ruminantes. Tais autores publicaram um artigo que detalha e simplifica a técnica de canulação do duodeno proximal em terneiros, iniciando-se pelas cânulas que foram elaboradas a partir de canos de PVC de ½ polegada e conexões (em T) conforme ilustrado na Figura 3.

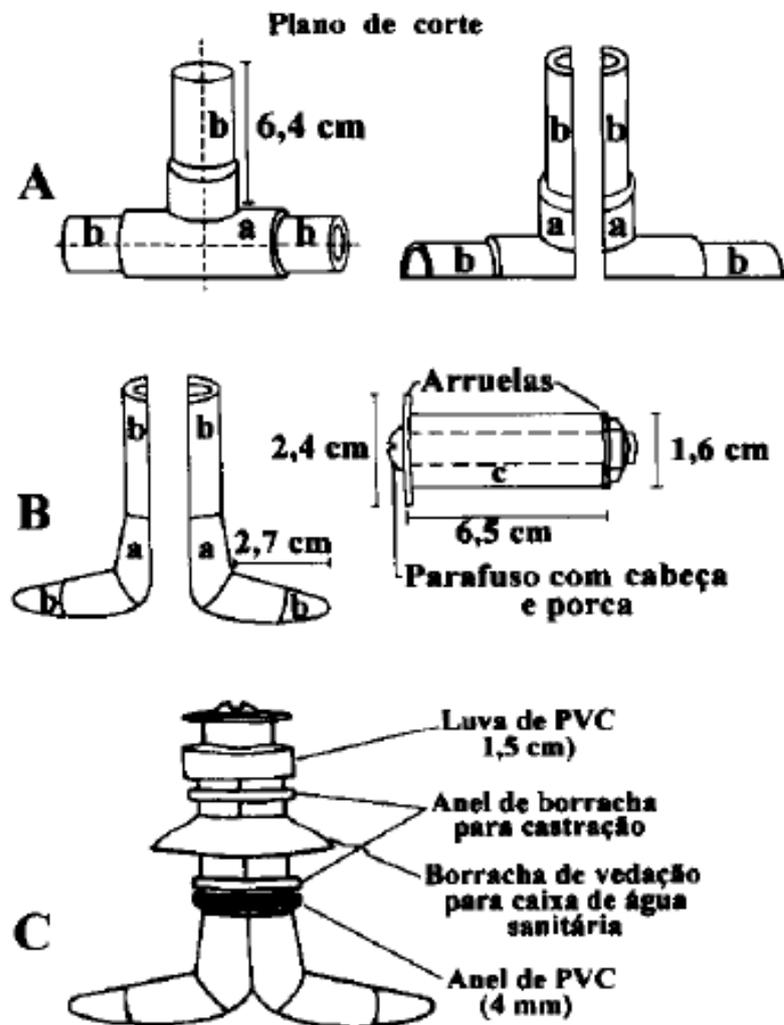


Figura 3 – Esquema representativo da preparação da cânula em duplo L utilizada para fistulação do duodeno em bovino. A- Conexão entre segmentos de tubo de PVC com luva em T e secção em serra de cortar ferro; B- Abrandamento das bordas e ângulos com lixa para torná-la atraumática; C- Conjunto montado. (a= conexão em T de ½ polegada; b= cano de PVC de ½ polegada; c= mangueira de borracha flexível). Fonte: RAISER et al., 1997.

Raiser et al. (1997) concluíram que a cânula em duplo “L”, confeccionada com cano de PVC mostra-se adequada para a fistulação intestinal, causa baixa proliferação fibrosa e não interfere significativamente com o trânsito digestivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL, PERÍODO, TRATAMENTOS E ANIMAIS EXPERIMENTAIS

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) Campus Lages, no período de junho a setembro de 2010. As forrageiras foram cultivadas na EPAGRI – Estação Experimental de Ituporanga – SC e posteriormente passaram por um processo de fenação, para que pudessem ser transportadas e oferecidas aos animais (Figura 4).



Figura 4 – A- Produção do feno. B- Identificação. C- Armazenamento.

A área experimental das forrageiras composta pelos tratamentos era de aproximadamente 0,2 hectares subdivididos em duas áreas uniformes de aproximadamente 0,1 hectares, os quais foram subdivididos em dois piquetes de 400 m² cada. As áreas haviam sido implantadas com capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*) em monocultivo (CEA) ou consorciado com amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) (CEL) (Figura 5). A implantação dos pastos ocorreu no ano de 2004. A adubação de manutenção foi realizada em abril de 2009 em função da análise química do solo. Em setembro de 2009 as áreas foram roçadas para uniformização e, posteriormente, utilizadas com animais em pastejo. Após o ciclo de pastejo efetuado no mês de janeiro/2010 os piquetes foram diferidos e, para cada tratamento, um piquete foi cortado para fenação após 30 dias da saída dos animais e o outro 45 dias após a saída dos animais (Figura 6).



Figura 5 – Piquetes com forragens experimentais. A- Amendoim-forrageiro. B- Capim-elefante anão.



Figura 6 – Pastagem cortada e em processo preparatório para fenação.

Os tratamentos experimentais eram constituídos de feno de capim-elefante anão em cultivo estreme ou consorciado com amendoim-forrageiro, o qual foi incluído na proporção de 30% da MS total, em duas idades de rebrota (30 e 45 dias). O processo de fenação dos tratamentos se deu, basicamente, a partir do corte do estrato superior das plantas, extraindo principalmente folhas e pseudocolmos, passando pela prática da secagem e enfardamento.

Os animais utilizados foram oito ovinos machos, castrados, mestiços Suffolk × Texel, pesando em média $35,7 \pm 3$ kg, distribuídos em um delineamento experimental em quadrado latino 4×4 , com quatro períodos de dezesseis dias (dez de adaptação e seis de coleta). Os

animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, após jejum absoluto de aproximadamente 16 horas (Figura 7).

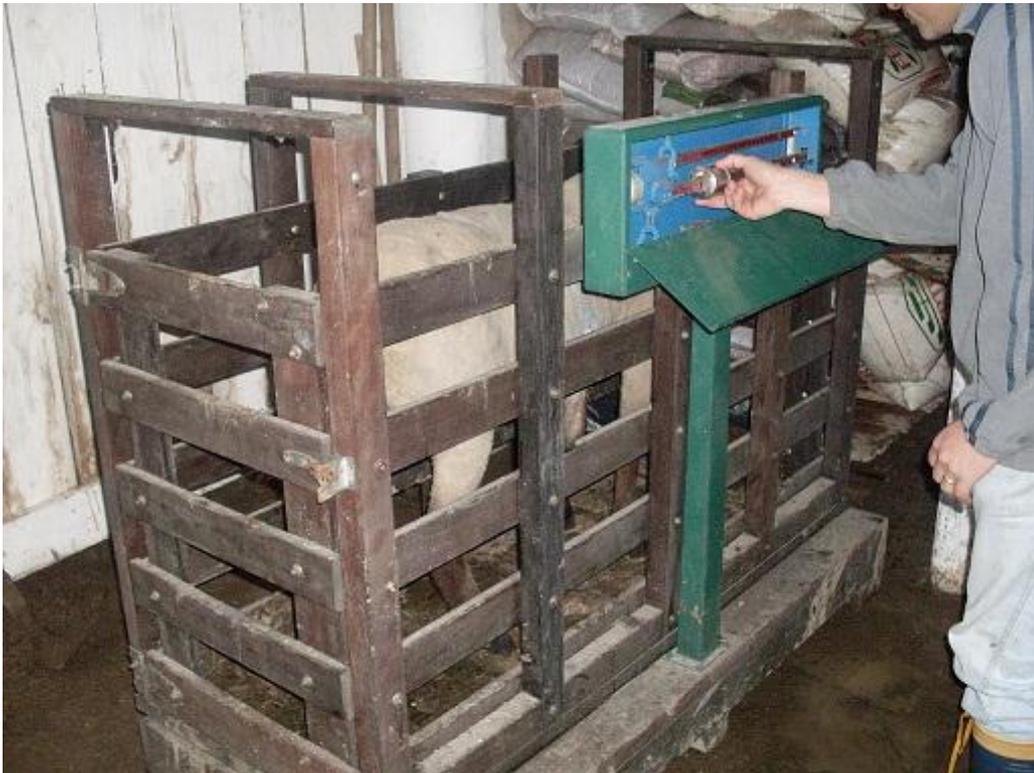


Figura 7 – Pesagem individual dos animais.

Antes do início do experimento os animais foram desverminados e dotados de cânula duodenal no Hospital de Clínica Veterinária do CAV-UDESC. Após, foram alojados em gaiolas metabólicas individuais, no interior de um galpão de alvenaria coberto, com acesso à água e suplementação mineral à vontade (Figura 8).



Figura 8 – Animais alojados em gaiolas metabólicas.

De acordo com Raiser et al. (1997), para a técnica de duodenostomia, após jejum de 24 horas, cada animal já tranquilizado com 0,1mg/kg de acepromazina, foi contido em decúbito lateral esquerdo em mesa apropriada. Foi efetuada a tricotomia na região para-costal direita para acesso à cavidade abdominal (Figura 9). Trinta minutos após a medicação pré-anestésica, foi efetuado bloqueio local na linha da incisão com cloridrato de bupivacaína a 0,5% e bloqueio paravertebral proximal com cloridrato de lidocaína a 2%.



Figura 9 – Pré-operatório. Animal em decúbito lateral esquerdo. Tricotomia.

A antissepsia foi feita pelo esquema álcool-iodo-álcool e a área operatória foi delimitada por panos de campo esterilizados. Na sequência, foi efetuada laparotomia paracostal direita por incisão de 15-20 cm, caudoventral às costelas flutuantes. A seguir, com o auxílio de uma gaze embebida em solução salina, foi exteriorizada parte do abomaso para facilitar a identificação e apresentação do duodeno proximal. Aproximadamente 15 cm distal à região do piloro, foi efetuada sutura em bolsa com fio de poliamida nº 0-30, esterilizado com formaldeído, cujas extremidades foram fixadas com pinças de reparo.

Em seguida, foi feita incisão de 2 cm no duodeno, através da qual foram introduzidas as duas porções em “L” da cânula que foram juntadas com adesivo (Super Bonder: Loctite Brasil SA), anel de PVC e anel de borracha. A sutura em bolsa foi então tensionada, de modo a fechar as bordas da incisão em torno da cânula. Na sequência foram adaptados dois pontos de reparo no duodeno, um a cada lado da cânula, cujas extremidades foram fixadas com pinças hemostáticas. A seguir foi efetuada incisão na parede costal, de tamanho compatível com o diâmetro da cânula, entre as duas últimas costelas, próximo à articulação costochondral (Figura 10), para exteriorização da mesma. Paralelamente, os pontos de reparo foram passados através da parede abdominal com agulha, de modo a serem exteriorizados a cada

lado da cânula, tensionados e atados de forma que o duodeno ficasse aderido à parede para formar esteropexia (Figura 11).

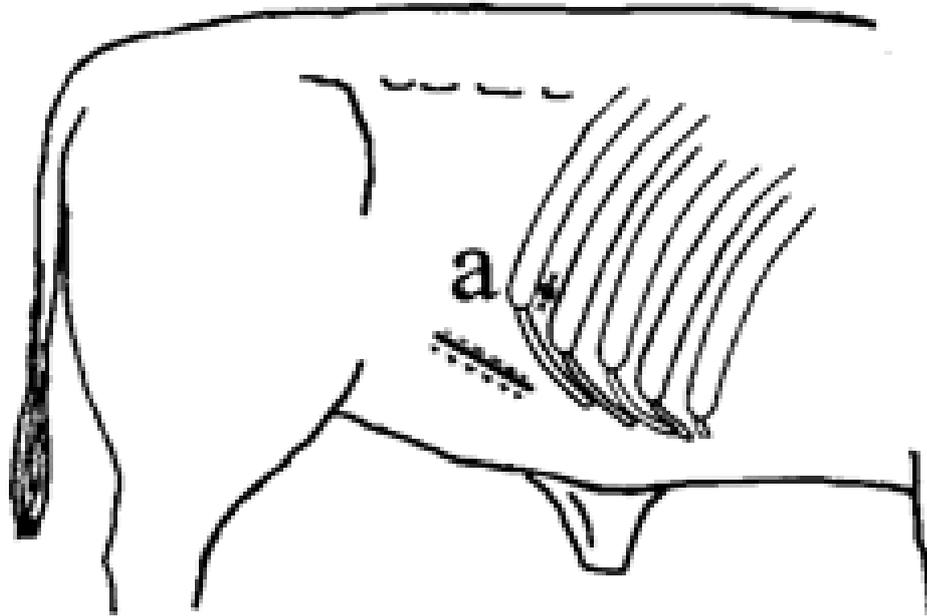


Figura 10 – Esquema representativo da disposição da cânula (a) e abordagem para laparotomia na fistulação duodenal em bovino. Fonte: RAISER et al., 1997.

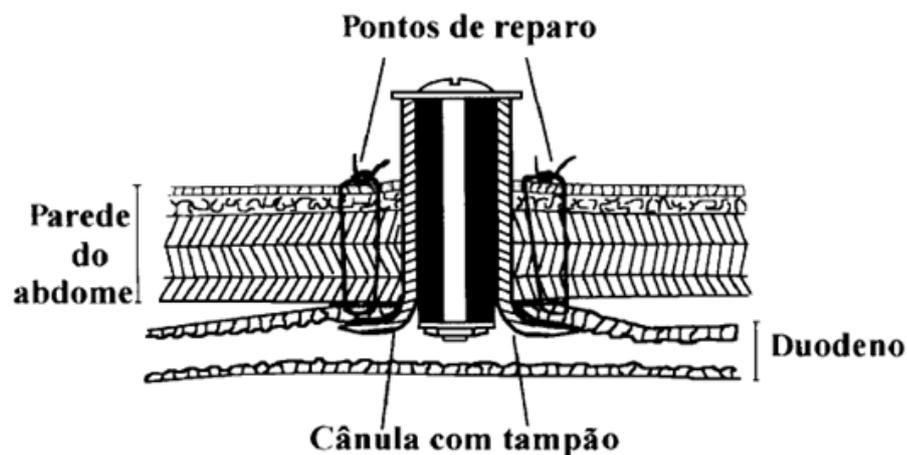


Figura 11 – Representação esquemática da enterotomia e disposição da cânula em duplo L na fistulação do duodeno proximal em bovino. Fonte: RAISER et al., 1997.

Após reintrodução para o abdome da porção exteriorizada do abomaso, foi efetuada irrigação abundante com água salina a 38°C na região operatória e fechada a parede com três planos de sutura: Kirshner, com poliamida nº 0-30 no peritônio e músculo transversos, Sultan com fio nº 0-60 nos músculos oblíquos e Wolff, com fio poliamida nº 0-40 na pele (Figura 12).



Figura 12 – Finalização cirúrgica. Implantação da cânula duodenal.

Cada animal recebeu como profilaxia antimicrobiana, 20 mg/kg de ampicilina sódica, via venosa, 30 minutos antes da cirurgia e uma dose de 2.500.000 UI de uma associação de penicilina sódica, estreptomicina e penicilina benzatínica, no pós-operatório imediato.

O pós-operatório consistiu de higienização diária da ferida cirúrgica e ao redor da cânula com solução antisséptica (Figura 13). Os pontos cutâneos foram retirados no décimo dia.



Figura 13 – Limpeza diária das cânulas.

3.2 MEDIDAS E CONDUÇÃO DO TRABALHO

Durante o período experimental, o feno foi picado em um moinho de facas sem peneira, fragmentando o material em partículas de 5 a 10 cm e foi fornecido duas vezes ao dia (8h e 16h), ajustando-se diariamente a quantidade para 20% acima do consumo do dia anterior (Figura 14).



Figura 14 – A- Picador para feno. B- Fenos ensacados e identificados.

O consumo de feno foi medido pela diferença entre quantidade de feno oferecido e as sobras entre o décimo primeiro e o décimo sexto dia de cada período. Amostras da forragem oferecida foram coletadas a partir do décimo primeiro dia experimental pela manhã e à tarde. Amostras das sobras de forragem foram coletadas a partir do décimo segundo dia. Essas amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 60° C durante 48 horas, moídas em peneira de 1 mm e posteriormente analisadas.

A digestibilidade aparente da matéria seca, da matéria orgânica e dos constituintes da matéria orgânica do feno foi calculada pela diferença entre a quantidade ingerida e excretada nas fezes. Para isso, nos últimos cinco dias de cada período experimental, o total de fezes produzidas por animal foi pesado diariamente e amostras foram coletadas na razão de 100 g/animal (Figuras 15 e 16). Após, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 60° C por 72 horas e moídas em peneira de 1,0 mm para realização das análises laboratoriais (Figura 17).

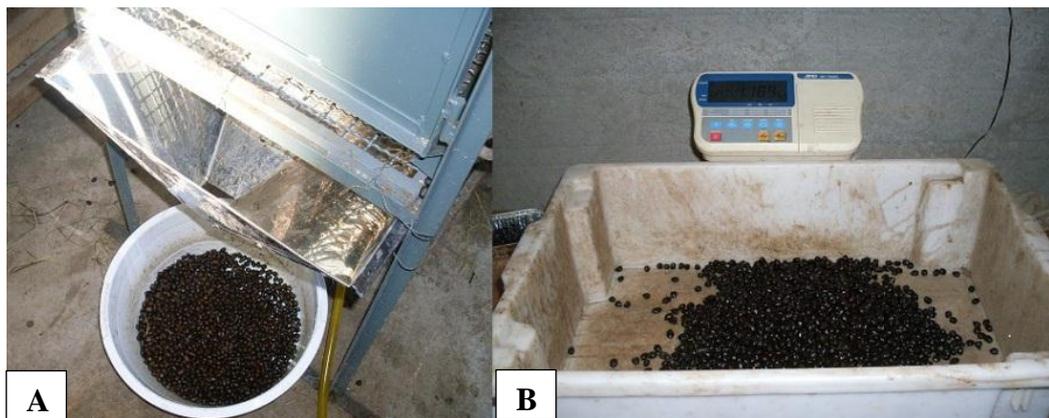


Figura 15 – A- Total de fezes produzido por animal. B- Pesagem das fezes.



Figura 16 – Pesagem da amostra e bandeja.



Figura 17 – A- Amostra de fezes antes da moagem. B- Amostra identificada após ser moída.

Para estimativa da síntese de proteína microbiana em função dos derivados de purinas, o volume total de urina produzido diariamente por animal foi quantificado a partir do décimo dia de cada período experimental. A urina foi coletada em frascos contendo 100 ml de uma solução de ácido sulfúrico a 20%. Alíquotas de 1% foram coletadas, filtradas em gaze e diluídas em balões volumétricos de 200 ml com água destilada (Figura 18). As amostras diárias de urina constituíram uma amostra composta por animal por período e armazenadas à temperatura de -20°C (Figura 19), para posteriormente serem analisadas.

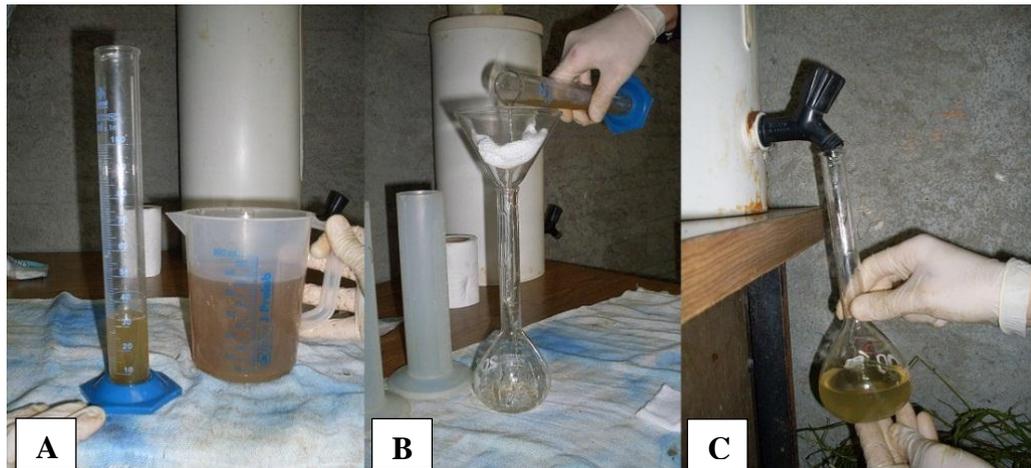


Figura 18 – A- 1% de alíquotas urinárias coletadas. B- Amostras filtradas em gaze. C- Diluição em balões volumétricos de 200 ml com água destilada.



Figura 19 – Amostras urinárias/animal/período armazenadas à temperatura de -20°C .

O fluxo diário de nutrientes para o intestino delgado foi quantificado a partir de amostras coletadas via cânula duodenal. No último dia de cada período experimental foram coletados 200 ml de fluido duodenal/animal em intervalos de quatro em quatro horas, por um período de 24 horas. As amostras compostas por animal e período foram congeladas e subsequentemente analisadas (Figura 20).

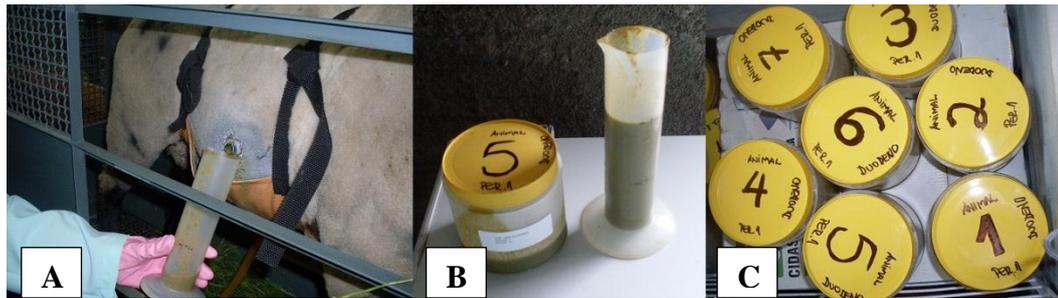


Figura 20 – A- Coleta via cânula duodenal. B- 200 ml coletados. C- Amostras congeladas.

3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

Nas amostras do alimento oferecido, sobras, fezes e conteúdo duodenal foram determinados o teor de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas e as cinzas por queima em forno mufla a 550 °C durante 4 horas. O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl (AOAC, 1995), modificado por usar uma solução de ácido bórico 4% como receptor da amônia livre durante a destilação, uma solução de 0,2% de verde de bromocresol e 0,1% de vermelho de metila como indicador, e uma solução padrão de ácido sulfúrico para titulação. 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 de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com o proposto por Van Soest et al. (1991), com o uso de sacos de poliéster conforme modificação proposta 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).

Nas amostras de urina foram determinados os derivados das purinas (xantina, hipoxantina, alantoína e ácido úrico) através do método colorimétrico para estimar a síntese de proteína microbiana ruminal (CHEN e GOMES, 1995). Para determinação de amônia (N-NH₃) as amostras duodenais foram descongeladas e uma alíquota de 9 ml do sobrenadante foi transferida juntamente com 1ml de ácido sulfúrico para um recipiente e congeladas para posterior análise (Figura 21). Foi utilizado o método colorimétrico descrito por Weatherburn (1967), o qual é baseado na reação entre fenol e hipoclorito em meio alcalino e na presença de nitroprussiato de sódio. As leituras de absorbância foram efetuadas a 625 nanômetros (Figura 22).

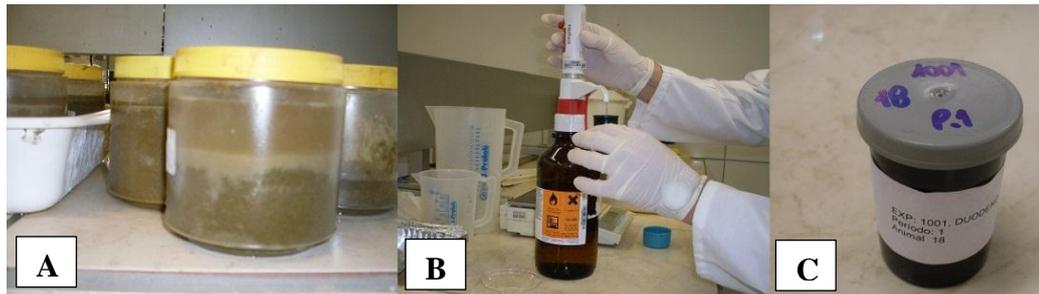


Figura 21 – A- Amostras duodenais descongeladas com conteúdo sobrenadante. B- Adição de ácido sulfúrico. C- Amostra em recipiente para congelamento.



Figura 22 – Processos do método colorimétrico descrito por Weatherburn para determinação de N-NH₃.

O fluxo intestinal de matéria seca foi calculado pela relação entre a concentração de lignina no duodeno e nas fezes, pela relação:

Fluxo intestinal de MS (g/dia) = Teor de lignina no duodeno (g/kg MS) / Teor de lignina nas fezes (g/kg MS) × MS excretada nas fezes (g/dia).

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).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando um modelo linear generalizado (Statistical Analysis Systems Institute, 1996), levando em conta os fatores: animal, período, espécie, idade de rebrota e a interação espécie × idade de rebrota. Foi considerado o nível de significância de 5% de probabilidade admitindo-se como tendências níveis entre 5 e 10% de probabilidade.

4 RESULTADOS

Os efeitos do tipo de forragem e da idade de rebrota foram aditivos para a composição químico-bromatológica da forragem oferecida, com exceção do teor de MO (interação espécie × idade de rebrota: $P < 0,05$) (Tabela 1). O teor de proteína bruta aumentou 7 g/kg MS ($P < 0,01$) com a introdução do amendoim forrageiro e diminuiu 9 g/kg MS ($P < 0,01$) com o avanço da idade de rebrota. Os teores de FDN (-38 g/kg MS, $P < 0,01$) e FDA (-27 g/kg MS, $P < 0,01$) diminuíram com a introdução da leguminosa e não variaram com a idade (média = 390 e 44,6 g/kg MS, respectivamente).

Os consumos de MS (+0,3% PV, $P < 0,05$) e MO (+6,39 g/kg PV^{0,75}, $P < 0,01$) aumentaram com a utilização do amendoim-forrageiro, mas não variaram com o avanço da idade de rebrota (médias = 2,78% PV e 60,1 g/kg PV^{0,75}) (Tabela 2). De outra forma, a ingestão de FDN não variou entre tratamentos, situando-se na média de 1,79% PV. As digestibilidades aparentes da MS (média = 0,621) e da FDA (média = 0,608) não variaram com a introdução da leguminosa nem com o avanço da idade. As digestibilidades aparentes da MO, da FDN e a DVMO foram semelhantes em ambos os tipos de forragem, mas o avanço da idade de rebrota esteve associado à elevação destes parâmetros ($P < 0,05$) na ordem de 0,042, 0,037 e 0,027, respectivamente. Finalmente, o consumo de MO aparentemente digestível aumentou 74,5 g/dia com a presença da leguminosa, mas não variou com a idade de rebrota.

O fluxo intestinal da MS, MO, FDN e FDA (médias = 579, 457, 209 e 165 g/dia, respectivamente), bem como suas digestibilidades ruminais expressas em % da digestibilidade total (médias = 0,640, 0,720, 0,911 e 0,923, respectivamente) não diferiram entre tratamentos, tanto em relação à presença da leguminosa quanto ao aumento da idade de rebrota (Tabela 3).

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica (g/kg MS) do feno de capim-elefante anão em cultivo estreme (CEA) ou em associação com *Arachis pintoi* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).

Parâmetros	Tratamentos				<i>Dpr</i>	Efeitos (P <)		
	CEA30	CEA45	CEL30	CEL45		Espécie	Idade	Esp*Id
Matéria seca (g/kg)	792	807	802	810	10,0	NS	*	NS
Matéria orgânica	868	880	884	880	5,6	*	NS	*
Proteína bruta	104	92	108	102	4,0	**	**	NS
Fibra det. Neutro	668	668	621	640	19,0	**	NS	NS
Fibra det. Ácido	403	406	377	377	17,1	**	NS	NS
Lignina	44,7	42,6	44,7	46,8	5,86	NS	NS	NS

dpr = desvio padrão residual; NS = P>0,10; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001.

Tabela 2 - Consumo e digestibilidade aparente de compostos não nitrogenados do capim-elefante anão em cultivo puro (CEA) ou em mistura com *Arachis pintoi* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).

Parâmetros	Tratamentos				<i>dpr</i>	Efeitos (P <)		
	CEA30	CEA45	CEL30	CEL45		Esp.	Idade	Esp*Id
<i>Consumo</i>								
Matéria seca (kg/dia)	0,932	0,960	1,025	1,031	0,0760	*	NS	NS
MO (kg/dia)	0,811	0,848	0,906	0,908	0,0671	*	NS	NS
FDN (kg/dia)	0,622	0,642	0,632	0,651	0,0543	NS	NS	NS
FDA (kg/dia)	0,377	0,394	0,383	0,384	0,0313	NS	NS	NS
Matéria seca (%PV)	2,60	2,67	2,93	2,94	0,263	*	NS	NS
FDN (%PV)	1,73	1,79	1,80	1,86	0,181	NS	NS	NS
Matéria orgânica (g/kgPV ^{0,75})	55,6	58,1	63,4	63,2	5,26	**	NS	NS
<i>Digestibilidade aparente</i>								
Matéria seca	0,595	0,625	0,610	0,658	0,0512	NS	0,06	NS
Matéria orgânica	0,612	0,644	0,629	0,682	0,0463	NS	*	NS
FDN	0,725	0,743	0,711	0,768	0,0384	NS	*	NS
FDA	0,605	0,632	0,566	0,632	0,0727	NS	NS	NS
DVMO ¹	0,788	0,807	0,799	0,834	0,0309	NS	*	NS
Consumo MOAD ² (g/dia)	492	544	565	620	71,7	*	0,07	NS

¹ DVMO = Digestibilidade verdadeira da matéria orgânica; ² MOAD = Matéria orgânica aparentemente digestível; *dpr* = desvio padrão residual; NS = P>0,10; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001.

Tabela 3 - Fluxo intestinal e digestibilidade ruminal aparente dos compostos não nitrogenados do capim-elefante anão em cultivo puro (CEA) ou em mistura com *Arachis pintoi* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).

Parâmetros	Tratamentos				<i>dpr</i>	Efeitos (P <)		
	CEA30	CEA45	CEL30	CEL45		Esp.	Idade	Esp*Id
<i>Fluxo intestinal (g/dia)</i>								
Matéria seca	647	499	600	572	150,2	NS	NS	NS
Matéria orgânica	498	399	478	454	121,9	NS	NS	NS
FDN	223	188	222	203	58,0	NS	NS	NS
FDA	172	151	177	161	47,5	NS	NS	NS
<i>Digestibilidade ruminal (% digestibilidade total)</i>								
Matéria seca	0,447	0,749	0,648	0,719	0,2584	NS	0,08	NS
Matéria orgânica	0,577	0,810	0,726	0,769	0,2204	NS	NS	NS
FDN	0,885	0,950	0,908	0,901	0,0981	NS	NS	NS
FDA	0,840	0,987	0,935	0,931	0,1596	NS	NS	NS

dpr = desvio padrão residual; NS = P>0,10; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001.

A ingestão diária de nitrogênio aumentou (+2,7 g/dia, $P<0,001$) com a introdução da leguminosa e diminuiu (-1 g/d, $P<0,05$) com o avanço da idade (Tabela 4). No mesmo sentido, a excreção urinária de N aumentou (+2,9 g/dia, $P<0,001$) com a presença do amendoim forrageiro na dieta, mas não se alterou com o avanço da idade. Dessa forma, a retenção diária de N não variou entre tratamentos e foi sempre positiva (média = 3,12 g/dia). A síntese de proteína microbiana foi superior nos animais que receberam a leguminosa (+1,66 g/dia, $P<0,05$), mas não se alterou em função da idade de rebrota dos pastos. Entretanto, a eficiência de crescimento microbiano expressa em g/kg de MO aparentemente digestível ingerida por dia foi semelhante nos animais ingerindo as dietas com ou sem a presença da leguminosa, mas tendeu a diminuir (-3,36 g/kg MOADI, $P<0,05$) nos animais que receberam os fenos de pastos com idade de rebrota mais avançada. Os fluxos intestinais de nitrogênio não amoniacal expressos em g/dia, g/kg MOADI e g/kg MOVDI não variaram nos animais recebendo os fenos com ou sem a presença da leguminosa, mas o fluxo de NNA g/kg MOADI (+12,76, $P<0,05$) e g/kg MOVDI (+7,28, $P<0,05$) foi superior nos fenos dos pastos mais jovens em comparação aos mais velhos. A relação entre o fluxo duodenal de NNA e a quantidade de N ingerido/dia foi igual ou superior a 1,0 nos animais que receberam o feno da gramínea pura e inferior a 1,0 nos animais que receberam a adição da leguminosa.

Tabela 4 - Síntese de proteína microbiana, consumo, digestibilidade, fluxo intestinal e retenção dos compostos nitrogenados em ovinos ingerindo feno de capim elefante anão em cultivo puro (CEA) ou em mistura com *Arachis pintoi* (CEL) em duas idades de rebrota (30 e 45 dias).

Parâmetros	Tratamentos				<i>Dpr</i>	Efeitos (P <)		
	CEA30	CEA45	CEL30	CEL45		Esp.	Idade	Esp*Id
<i>Nitrogênio</i>								
Consumo (g/d)	15,9	14,7	18,4	17,5	1,27	***	*	NS
Digest. aparente	0,539	0,583	0,593	0,621	0,0611	0,07	NS	NS
Digest. verdadeira	0,914	0,933	0,923	0,931	0,0139	NS	*	NS
Excreção urina (g/d)	6,02	4,18	7,95	8,02	1,621	***	NS	NS
Retenção (g/d)	2,51	4,34	2,87	2,81	2,286	NS	NS	NS
<i>N microbiano ruminal</i>								
g/dia	6,82	5,05	7,80	7,40	1,794	*	NS	NS
g/kg MOADI ¹	14,3	9,6	14,0	12,0	4,07	NS	*	NS
g/kg MOVDI ²	10,8	7,6	10,7	9,9	2,85	NS	0,09	NS
<i>Fluxo intestinal NNA</i>								
g/dia	19,7	14,3	17,5	16,2	4,54	NS	0,07	NS
g/kg MOADI	43,5	26,7	32,9	24,2	12,95	NS	*	NS
g/kg MOVDI	31,6	21,5	24,7	20,3	7,7	NS	*	NS
g/g N ingerido	1,24	1,00	0,94	0,88	0,284	0,07	NS	NS

¹MOADI = Matéria orgânica aparentemente digestível ingerida; ²MOVDI = Matéria orgânica verdadeiramente digestível ingerida; *dpr* = desvio padrão residual; NS = P>0,10; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001.

5 DISCUSSÃO

5.1 EFEITO DA INTRODUÇÃO DA LEGUMINOSA E DA IDADE DE REBROTA SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA

Os menores teores de FDN e FDA e maiores de PB encontrados nas dietas CEL demonstram que a inclusão da leguminosa na proporção de 30% da MS total permite que sejam evidenciadas vantagens que podem se refletir tanto sobre o valor energético como sobre o valor proteico da forragem. Estes resultados corroboram o observado por outros autores demonstrando que as leguminosas de verão podem contribuir para a melhoria do valor nutritivo da dieta em relação à pastagem constituída somente de gramíneas (MACHADO et al., 2005). Esta melhoria se dá em função do aumento da produção de proteína total (KRAFT e PETERS, 1997; BALL et al., 2001), mas também devido aos seus menores teores de fibra (MINSON, 1990). O percentual de proteína bruta apresenta-se negativamente associado com FDN e FDA, enquanto estes dois são diretamente relacionados entre si, sem uma razão aparente entre produtividade de forragem e proteína bruta, FDN e FDA (ARAUJO et al., 2002).

Neste sentido, o acréscimo de proteína bruta observado nos fenos com a inclusão do *Arachis pintoi* se justifica pelo aporte de N que as leguminosas conferem ao sistema, o qual é biologicamente fixado para o conjunto ou mais especificamente para a gramínea acompanhante. A fixação de N atmosférico se dá por meio da simbiose com algumas bactérias, principalmente as do gênero *Rhizobium*, pela subsequente decomposição de resíduos ricos em N e também através da absorção de N inorgânico pelas leguminosas abaixo da profundidade de enraizamento de culturas por causa de seu sistema radicular mais profundo, podendo assim fornecer grandes quantidades de N ao grupo solo-planta-animal (CANTARUTTI et al., 2002; HARTEMINK et al., 1996; SANTOS et al., 2002).

A redução nos teores de fibra com a inclusão da leguminosa pode ser explicada pela menor espessura da parede celular destas em comparação às gramíneas puras (VAN SOEST, 1994). Segundo Reis et al. (2001), os teores de FDN das gramíneas são, frequentemente, duas vezes superior aos teores de FDN das leguminosas. Além disso, da mesma forma que o preconizado por outros autores (ARAUJO et al., 2002) o percentual de proteína bruta apresentou-se negativamente associado com FDN e FDA.

A pequena variação na composição químico-bromatológica com o avanço da idade de rebrota, em ambos os tratamentos, pode ser parcialmente explicada pelo fato dos fenos de CEA terem sido confeccionados a partir do estrato superior das plantas, composto basicamente de folhas e pseudocolmos. Alterações na composição químico-bromatológica com o avanço da idade normalmente estão associadas ao maior desenvolvimento do colmo em relação ao número de folhas, as quais apresentam maior concentração de PB. Sendo assim, com o avanço da idade de rebrota aumenta a proporção de colmo: folha com alterações importantes na composição bromatológica da planta inteira (LOVADINI, 1971; WILSON, 1997). Contudo, esta variação parece ser de menor magnitude quando se compara as folhas vivas de plantas com diferentes idades.

5.2 EFEITO DA INTRODUÇÃO DA LEGUMINOSA E DA IDADE DE REBROTA SOBRE A DIGESTIBILIDADE E O CONSUMO VOLUNTÁRIO

Embora a digestibilidade aparente da MO tenha sido semelhante, o consumo de MO digestível foi superior na associação de leguminosas com gramíneas devido à maior ingestão de MO. O maior consumo de forragem com a introdução do amendoim-forrageiro pode ser parcialmente explicado pelo menor teor de FDN nas dietas CEL em comparação às dietas CEA. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores (FOSTER et al., 2009) e assim como neste trabalho as explicações parecem estar relacionadas às características da forragem, como, seu teor de FDN conjuntamente com o efeito de menor enchimento do retículo-rúmen (MERTENS, 1994), bem como a sua maior velocidade de digestão e passagem (NIDERKORN e BAUMONT, 2009). Bowman et al. (1991) verificaram aumento na ingestão por ovelhas alimentadas com dietas de gramíneas complementadas com leguminosas, devido ao aumento do ritmo de trânsito ruminal. Esta resposta, por sua vez, estaria associada às mais rápidas taxas de quebra de partículas de leguminosas no rúmen, permitindo assim um maior consumo voluntário, comparado com a concentração de fibra alta (ROCHON et al., 2004). Neste sentido, conforme descrito por diversos autores (VAN SOEST 1994; MINSON, 1990; NIDERKORN e BAUMONT, 2009), a introdução de leguminosas em dietas à base de gramíneas resulta em aumento da ingestão.

A semelhança na digestibilidade aparente da MO pode ser consequência do maior teor de lignina na parede celular das dietas dos animais que receberam a leguminosa. De acordo

com a literatura (VAN SOEST, 1994) a digestibilidade aparente da MO pode aumentar linearmente com a diminuição de fibra na dieta, mas é reduzida à medida que se eleva o grau de lignificação da parede celular. Destaca-se, contudo, que melhorias na digestibilidade da MS e da MO do pasto com a inclusão de leguminosas já foram observadas por outros autores (CROWDER e CHHEDA, 1982). Porém, o consumo de matéria seca digestível de gramíneas tropicais (MILFORD e MINSON, 1965) e ganho animal (LIPPKE, 1980) são mais correlacionados com a ingestão de matéria seca do que com sua digestibilidade, justificando a qualidade das dietas consorciadas através do maior consumo de MS alcançado.

O consumo de forragem não variou em função da idade, mas a digestibilidade da MO aumentou nos fenos mais velhos em comparação ao feno mais jovens. Explicações para isto podem estar associadas à menor taxa de passagem e ao maior tempo de retenção dos fenos com maior idade de rebrota em comparação aos com menor idade. De qualquer forma, os dados do presente estudo não permitem afirmativas mais contundentes neste sentido, restando a constatação que o aumento da idade de rebrota não foi suficiente para que houvesse reduções significativas no consumo de MO aparentemente digestível. Da mesma forma que o discutido sobre a composição bromatológica, esta resposta estaria associada à pequena proporção de colmos da gramínea nos fenos utilizados.

5.3 EFEITO DA INTRODUÇÃO DA LEGUMINOSA E DA IDADE DE REBROTA SOBRE A SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA E A RETENÇÃO DIÁRIA DE NITROGÊNIO

A maior ingestão diária de N nos animais recebendo os fenos CEL foi consequência do maior teor de PB e da maior ingestão da MS em comparação aos animais recebendo o feno de gramínea pura. Contudo, os animais que ingeriram mais N também apresentaram maior excreção diária. Consequentemente, a retenção diária de N não variou entre os tratamentos experimentais. Os efeitos das leguminosas são considerados por proporcionarem um resultado direto na disponibilidade mais elevada de nitrogênio para gramíneas, pelo fato das leguminosas conferirem maior fixação simbiótica de nitrogênio (TEMPERTON et al., 2007). Portanto, o acréscimo na ingestão de N pelos animais alimentados com o feno consorciado deu-se pela capacidade que o *Arachis pintoii* tem de fornecer maiores quantidades de N ao sistema. Porém, os níveis de N consumido diminuiram à medida que avançou a idade de

rebrotas, decréscimo este já demonstrado pela literatura, como em trabalhos conduzidos por Wilson (1997) e Kozloski et al. (2005).

A maior excreção diária de N nos animais que ingeriram as dietas com maior teor de proteína bruta pode estar associada a maiores perdas ruminais de N. Isto pode ser evidenciado pelo fluxo intestinal de N (g/g N ingerido) menor que 1,0 nos animais ingerindo os fenos CEL. De outra forma, os valores de fluxo intestinal de N (g/g N ingerido) superiores a 1,0 evidenciam o aproveitamento de N obtido da reciclagem para o interior do rúmen. Segundo Hoffman et al. (2001), o maior consumo de proteína bruta aumenta a excreção de nitrogênio fecal e urinário. Neste trabalho, a maior excreção diária de N nos animais que ingeriram as dietas com maior teor de proteína bruta esteve associada a maiores perdas ruminais de N.

De acordo com Rennó et al. (2000) e Russell et al. (1992), as disponibilidades ruminais de energia e nitrogênio são os fatores nutricionais que limitam o aproveitamento ruminal do N degradável e o crescimento microbiano, mas perdas ruminais de N nos animais recebendo o feno com a inclusão da leguminosa não foram suficientes para reduzir o fluxo intestinal de NNA. Dessa forma, parece que o fluxo de proteína metabolizável pode ter sido compensado pela maior ingestão de MO fermentável no rúmen, o que se refletiu sobre a maior produção de proteína de origem microbiana nos animais ingerindo a dieta com a inclusão da leguminosa em comparação aos animais que receberam o feno da gramínea pura. Os microrganismos do rúmen fermentam a matéria orgânica do alimento produzindo ácidos graxos voláteis, amônia e seus próprios componentes celulares, entre outros. Variações no consumo e disponibilidade de substratos, tais como, nitrogênio para os microrganismos, podem alterar o padrão de fermentação e a extensão da digestão da matéria orgânica no rúmen, com consequentes mudanças no fluxo de componentes do alimento e de microrganismos para o intestino delgado (RUSSEL et al., 1992). No mesmo sentido, a maior síntese diária de proteína microbiana nos animais ingerindo o feno CEL pode ser associada a maior ingestão diária de MO e PB, uma vez que a eficiência de crescimento microbiano (g/kg MODI) não se alterou com a introdução da leguminosa.

Embora a retenção diária de N não tenha variado com o avanço da idade de rebrota, a eficiência de utilização ruminal do N foi superior nos pastos mais jovens em comparação aos pastos com maior idade de rebrota. Esta repostas também pode ser associada à maior ingestão diária de N nos animais ingerindo os fenos mais jovens sem que houvesse diferença na excreção urinária de N.

6 CONCLUSÕES

A inclusão do *Arachis pinto* em fenos de capim-elefante anão, na proporção de 30% da matéria seca, permite que sejam obtidas vantagens nutricionais devido à elevação do consumo voluntário, em detrimento de alterações na digestibilidade, independente da idade de rebrota.

A inclusão do *Arachis pinto* aumenta o crescimento microbiano devido à maior ingestão de MO digestível. Contudo, a eficiência de uso de N não se altera devido às maiores perdas ruminais deste elemento com a presença da leguminosa.

REFERÊNCIAS

- ABAUNZA, M. A. et al. Valor nutritivo y adaptabilidad de gramíneas y leguminosas tropicales en suelos ácidos. **Pasturas Tropicales**, v. 13, n. 2, p. 2-9, 1991.
- AJAYI F.T.; BABAYEMI O.J.; TAIWO A.A. Effects of supplementation of *Panicum maximum* with four herbaceous forage legumes on performance, nutrient digestibility and nitrogen balance in West African dwarf goats. **Animal Science Journal**, v. 79, p. 673-679, 2008.
- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1999, 150 p.
- 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.
- ALVAREZ G. et al. Soil indicators of C and N transformations under pure and mixed grass–clover swards. **European Journal of Agronomy**, v. 9, p. 157-172. 1998.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F. Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pinto* submetido a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 439-445, 1999.
- ANTONIEWICZ A.M. et al. Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of formaldehyde-treated feedstuffs measured by mobile bag and in vitro technique. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, p. 111-124, 1992.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed. Arlington, 1995.
- ARAUJO, M. R. A.; COULMAN, B. E.; RAKOW, G. Genetic variation, heritability and progeny testing in meadow bromegrass. **Plant Breeding**, v. 121, p. 417-424, 2002.
- 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.
- ASSMANN, A.L. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo-branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 37-44, 2004 .
- BALL D. et al. Understanding Forage Quality. **American Farm Bureau Federation**, p. 17, 2001.
- BARCELLOS, A.O.; PIZARRO, E.A.; COSTA, N.L. Agronomic evaluation of novel germplasm under grazing: *Arachis pinto* BRA-031143 and *Paspalum atratum* BRA-0096100. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Canada. **Proceedings...** Canada: Forage Grassland Management, 1997. p. 424.

- BARRETO, G. P. et al. Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) submetidos a estresse hídrico. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 7-11, 2001.
- BARRIOS E.; BURESH R.; SPRENT J. I. Organic matter in soil particle size and density fractions from maize and legume cropping systems. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 28, p.185-193, 1996.
- BAUMONT, R. Palatability and feeding behaviour in ruminants. A review. **Annales de Zootechnie**, v. 45, 385-400, 1996.
- BIEWER S.; FRICKE T.; WACHENDORF M. Development of canopy reflectance models to predict forage quality of legume-grass mixtures. **Crop Science**, v. 49, p. 1917-1926, 2009.
- BOWMAN, J. G. P. et al. Effects of grass maturity and legume substitution on large particle size reduction and small particle flow from the rumen of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 369-378, 1991.
- BROWN, W.F.; LAI, Z.Q.; PITMAN, W.D. In vitro fiber digestion: associative effects in tropical grass-legume mixtures. **Tropical Grasslands**, v. 25, p. 297-304, 1991.
- CABRAL, L. S. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 777-781, 2005.
- CARDINALE, B.J. et al. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, p. 18123–18128, 2007.
- CANTARUTTI, R.B. et al. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, v. 64, p. 257-271, 2002.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details**. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Aberdeen, UK: Rowett Research Institute, 1992. 21p. (Occasional publication).
- 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. **International Feed Resources Unit Rowett Research Institute**, Bucksburn Aberdeen, UK, 1995.
- CHEN, X.B. et al. Urinary excretion of purine derivatives and tissue xantine oxidase (EC 1, 2, 3, 2) activity in buffaloes (*Bubalis bubalis*) with special reference to differences between buffaloes and *Bos taurus* cattle. **Br. J. Nut.**, v. 75, p. 317-407, 1996.
- 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.; MOORE J.E. Feed quality and animal performance. **Field Crops Research**, v. 84, p. 17-29, 2003.

COSTA, N.L. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) com leguminosas forrageiras tropicais. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 30, p. 401-408, 1995.

CROWDER, L.V.; CHHEDA, H.R. **Tropical grassland husbandry**. New York: Longman, 1982. 561 p. (Tropical Agriculture Series).

DEWHURST, R. J. et al. Comparison of grass and legume silages for milk production. 2. In vivo and in sacco evaluations of rumen function. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2612-2621, 2003.

DEWHURST, R.J. et al. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 48, p. 167–187, 2009.

EVANGELISTA, A.R.; LOPES, J. Pastejo rotacionado (intermitente) para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE GADO DE LEITE, 3., 2005, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: Escola de Veterinária, 2005. p. 92.

FONSECA, D.M. et al. Produção de leite em pastagem de capim-elefante sob diferentes períodos de ocupação de piquetes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 5, p. 848-856, 1998.

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.

FUNABA, M. et al. Duodenal flow of microbial nitrogen estimated from urinary excretion of purine derivatives in calves after early weaning. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1965-1973, 1997.

GIESECKE, D.; EHRENTREICH, L.; STANGASSINGER, M. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2376-2381, 1994.

GONZALES, M. S. et al. Produccion de leche em pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) solo y asociado com *Arachis pintoii* o *Desmodium ovalifolium*. **Pasturas tropicales**, v. 18, n. 1, p. 2-12, 1996.

HAMMOND, K. L. et al. The variation in methane emissions from sheep and cattle is not explained by the chemical composition of ryegrass. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 69, p. 174-178, 2008.

HARTEMINK A. E. et al. Soil nitrate and water dynamics in *sesbania* fallows, weed fallows, and maize. **Soil Science Society of America Journal**, v. 60, p. 568-574, 1996.

HEANEY, D.P. Voluntary intake as a component of an index to forage quality. In: BARNES, R.F.; CLANTON, D.C.; GORDON, C.H.; KLOPFENSTEIN, T.J.; WALDO, D.R. **Proceedings of the National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. Lincoln. p. 1-10, 1970.

HIMSTEDT, M.; FRICKE, T.; WACHENDORF, M. Determining the contribution of legumes in legume-grass mixtures using digital image analysis. **Crop Science**, v. 49, p. 1910-1916, 2009.

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.

HOOPER, D.U. et al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**, v. 75, p. 3-35, 2005.

HOPKINS, A., WILKINS, R.J. Temperate grassland: key developments in the last century and future perspectives. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, p. 503-523, 2006.

INRA - INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentation des bovins, ovins et caprins**. In: JARRIGE, R. Quae, Paris: 2007. 330 p.

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfo-fisiológicos e suas aplicações como manejo. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F. et al. **Capim elefante: produção e utilização**. Coronel Pacheco: Embrapa-Gado de Leite, 1994. p. 31-47.

JARRIGE R. et al. Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. In Jarrige R.; Ruckebusch Y.; Demarquilly C.; Farce M. H.; Journet M. Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion. **INRA**. Versailles, France, 1995. p. 25-81.

JINGURA, R.M.; SIBANDA, S.; HAMUDIKUWANDA, H. Yield and nutritive value of tropical forage legumes grown in semi-arid parts of Zimbabwe. **Tropical Grassland**, v. 35, p. 168-174, 2001.

JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; RILEY, R.E. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2408-2420, 1998.

KIRWAN, L. et al. Evenness drives consistent diversity effects in intensive grassland systems across 28 European sites. **Journal of Ecology**, v. 95, p. 530-539, 2007.

KOMAREK, A.R. A filter bag procedure for improved efficiency of fiber analysis. **Journal of Dairy Science**, v.76, 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.

KRAFT S.; R.; PETERS, M. Tropical legumes in agricultural production and resource management: an overview. **Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung**, v. 24, p. 1-17, 1997.

- LADEIRA, M. M. et al. Avaliação do feno de *Arachis pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade *in vivo*. **Revista da Sociedade 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. **Biology and Agronomy of forages Arachis**. Cali: Ciat, p. 109-121, 1994.
- LEDGARD, S.F. Nitrogen cycling in low input legume-based agriculture, with emphasis on legume/grass pastures. **Plant and Soil**, v. 228, p. 43–59, 2001.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilisation of “poor quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutr. Res. Rev**, v. 3, p. 277-303, 1990.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LIPPKE, H. Forage characteristics related to intake, digestibility and gain by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 50, p. 952-961, 1980.
- LOREAU, M. Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances. **Oikos**, v. 91, p. 3–17, 2000.
- LOVADINI, L.A.C. **Efeito da maturidade da planta sobre a composição em fibra bruta, celulose, lignina e digestibilidade da celulose in vitro, em variedades de cana-de-açúcar**. 1971. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1971.
- LUPWAYI N.Z.; KENNEDY A.C.; CHIRWA R.M. Grain legume impacts on soil biological processes in sub-Saharan Africa. **African Journal of Plant Science**, v. 5, p. 1-7, 2011.
- LÜSCHER, A.; FUHRER, J.; NEWTON, P.C.D. Global atmospheric change and its effect on managed grassland systems. In: MCGILLOWAY, D.A. **Grassland: A Global Resource**. Wageningen Academic Press, p. 251–264, 2005.
- MACHADO, A.N. et al. Estabelecimento e produção de amendoim-forrageiro em campo natural de planossolo, sob diferentes níveis de fósforo e potássio. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 11, n. 4, p. 461-466, 2005.
- MARCONDES, M.I. et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.1587-1596, 2009.
- MATHIS, C.P. et al. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium-to-low quality forages. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 224-232, 2000.
- MATIZHA, W.; NGONGONI N. T.; J. H. TOPPS. Effect of supplementing veld hay with tropical legumes *Desmodium uncinatum*, *Stylosanthes guianensis* and *Macroptilium*

- atropurpureum* on intake, digestibility, outflow rates, nitrogen retention and live weight gain in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 69, p.187-193, 1997.
- MCMENIMAN N.P.; ELLIOTT R.; ASH A.J. Supplementation of rice straw with crop by-products. I. Legume straw supplementation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 19, p. 43-53, 1988.
- MERO R. N.; UDEN P. Promising tropical grasses and legumes as feed resources in central Tanzania. I. Effect of different cutting patterns on production and nutritive value of six grasses and six legumes. **Tropical Grasslands**, v. 31, p. 549-555, 1997.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin, 1994. p. 450-493.
- MILFORD, R., MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9., 1965, Sao Paulo. **Proceedings...** Sao Paulo, 1965. p. 815-822.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MOOSO, G.D.; WEDIN, W.F. Yield dynamics of canopy components in alfalfa-grass mixtures. **Agronomy J.**, v. 82, p. 696-701, 1990.
- NASCIMENTO, I. S. O cultivo do amendoim forrageiro. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 12, n. 4, p. 387-393, 2006.
- NELSON, C.J.; MOSER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey Jr., G.C. (Ed.), **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, p. 115-154, 1994.
- NIDERKORN V.; BAUMONT R. Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants. **Animal**, v. 3, p. 951-960, 2009.
- NOCEK, J.E., RUSSELL, J.B. Proteins and energy as na integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2070-2107, 1988.
- NYFELER D. et al. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, p. 683-691, 2009
- NYFELER, D. et al. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 140, p. 155-163, 2011.
- 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.

- PALM C. A. et al. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 83, p. 27-42, 2001.
- PEREIRA, A.V. Escolha de variedades de capim-elefante. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 10., 1993, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 47-62.
- PEREIRA, E. S. et al. Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no nordeste brasileiro por intermédio da técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, p.403-413, 2010.
- PEREZ, J.F. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ^{15}N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **Br. J. Nut.**, v. 75, p. 699-709, 1996.
- PETERS M. et al. The role of forages in reducing poverty and degradation of natural resources in tropical production systems. **Agricultural Research and Extension Network**, v. 117, p. 1-12, 2001.
- PEYRAUD, J.L. Comparaison de la digestion du trèfle blanc et des graminées prairiales chez la vache laitière. **Fourrages**, 135, p. 465-473, 1993.
- PEYRAUD R. et al. Demonstration of the ethylmalonyl-CoA pathway by using ^{13}C metabolomics. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, v. 106, p. 4846-4851, 2009.
- POPPI, D.P. et al. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v. 94, p. 275-280, 1980.
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. **Matching Ruminant Production System with Available Resources in the Tropics and Subtropics**. Armidale: Penambull Books, 1987. 245 p.
- QUEIROZ, M. F. S. **Estimativa do fluxo de nutrientes pelo trato digestivo de bovinos de corte alimentados com *Brachiaria brizantha* (Hochst A. Rich) Stapf. cv. Marandu em duas idades de rebrota**. 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, 2007.
- RAISER, A. G. et al. Técnica operatória de fistulação do duodeno proximal em terneiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, 747-751, 1997.
- REID, R. L. Milestones in forage research (1969-1994). In: FAHEY JR, G. C. (Ed). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 1-58, 1994.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. **Amonização de volumosos**. Jaboticabal:FUNEP, 1993. 22 p.
- REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p.

RENNÓ, L.N. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purina na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1223-1234, 2000.

RIBEIRO FILHO, H.M.N. **Nutrição de vacas leiteiras em pastagens: avaliação da introdução do trevo branco em função do manejo adotado no pastejo**. 2003. 149 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Agronomia, Porto Alegre. 2003.

RIBEIRO FILHO, H.M.N.; DELAGARDE, R.; PEYRAUD, J.L. 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.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis. In: JAMES, W.P.T., THEANDER, O. **The Analysis of Dietary Fibre in Food**. NY: Marcel Dekker, 1981. Chapter 9, p. 123–158.

ROBINSON, P.H. Modified duodenal flow of amino acids by manipulation of dietary protein sources. **Canadian Journal Animal Science**, v. 77, p. 241-251, 1997.

ROCHON J. J. et al. Grazing legumes in Europe: a review of their status management, benefits, research needs and future prospects. **Grass Forage Science**, v. 59, p. 197-214, 2004.

RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 203-224.

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.

RUSSELLE M.P. et al. Alfalfa rapidly remediates excess inorganic nitrogen at a fertiliser spill site. **Journal of Environmental Quality**, v. 30, p. 30-36, 2001.

SANTANA, J. R.; PEREIRA, J. M.; REZENDE, C. P. Avaliação da consorciação de *Brachiaria dictyoneura* Stapf. com *Arachis pintoi* Kaprov & Gregory sob pastejo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p. 406-408.

SANTOS, I.P.A. et al. Influência do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 605-616, 2002.

SAS INSTITUTE. **Language guide**: version 8.02. Cary, 1996. 530 p.

SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 425-441, 1987.

STEINSHAMN, H. et al. Feed nitrogen conversion in lactating dairy cows on pasture as affected by concentrate supplementation. **Animal Feed Science Technology**, v. 131, p. 25-41, 2006.

STERN, M.D.; HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal of Animal Science**, v. 49, p. 1590-1603, 1979.

SWIFT, M. J.; WOOMER, P. Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definition and measurement. In: MULONGOY, K.; MERCKX, R. **Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture**. Chichester: Wiley-Sayce, 1993. p. 3-18.

TEMPERTON, V.M. et al. Positive interactions between nitrogen-fixing legumes and four different neighbouring species in a biodiversity experiment. **Oecologia**, v. 151, p. 190-205, 2007.

TSCHERNING, K. et al. Effects of sample post harvest treatment on aerobic decomposition and anaerobic in-vitro digestion of tropical legumes with contrasting quality. **Plant and Soil**, v. 269, 2005.

VAGNONI, D.B.; BRODERICK, G.A. Effects of supplementation of energy or ruminally undegraded protein to lactating cows fed alfalfa hay or silage. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1703-1712, 1997.

VAGNONI, D.B. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1695-1702, 1997.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; SALES, M. F. L. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 18 p.

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

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia; Embrapa Gado de Corte, 2004.

VALLE, C. B. Genetic resources for tropical areas: achievements and perspectives. In: INTERNATIONAL GRASSLAND, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 477- 481.

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

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

WEATHERBURN, M.W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Anal. Chem.**, v. 39, p. 971-974, 1967.

WILSON, J. R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **Journal of Agricultural Science**, v. 122, p. 173-182, 1994.

WILSON, J. R. Forage intake from tropical pastures: Chemical composition and anatomical traits. In: GOMIDE, J. A. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997, p. 173-208.