

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS  
CURSO MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**EDERSON AMÉRICO DE ANDRADE**

**CONSUMO DE FORRAGEM, DESEMPENHO ANIMAL E  
EMIÇÃO DE METANO ENTÉRICO POR BOVINOS EM  
PASTOS DE CAPIM-ELEFANTE ANÃO COM OU SEM  
ACESSO A AMENDOIM FORRAGEIRO**

**LAGES  
2013**

**EDERSON AMÉRICO DE ANDRADE**

**CONSUMO DE FORRAGEM, DESEMPENHO ANIMAL E  
EMIÇÃO DE METANO ENTÉRICO POR BOVINOS EM  
PASTOS DE CAPIM-ELEFANTE ANÃO COM OU SEM  
ACESSO A AMENDOIM FORRAGEIRO**

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  
2013**

A553c

Andrade, Ederson Américo de

Consumo de forragem, desempenho animal e emissão de metano entérico por bovinos em pastos de capim-elefante anão com ou sem acesso a amendoim forrageiro / Ederson Américo de Andrade. - 2013.

47p. : il. ; 21 cm

Orientador: Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho

Bibliografia: p. 34-40

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2013.

1. Ganho médio diário. 2. Gases do efeito estufa. 3. Leguminosas forrageiras. 4. *Pennisetum purpureum* cv. 5. BRS Kurumi. I. Andrade, Ederson Américo. II. Ribeiro Filho, Henrique Mendonça Nunes. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título

CDD: **636.0852** - 20.ed.

**EDERSON AMÉRICO DE ANDRADE**

**CONSUMO DE FORRAGEM, DESEMPENHO ANIMAL E  
EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO POR BOVINOS EM  
PASTOS DE CAPIM-ELEFANTE ANÃO COM OU SEM  
ACESSO A AMENDOIM FORRAGEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, 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/UDESC

Membro: \_\_\_\_\_  
Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. André F. Sbrissia  
Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UDESC

Membro: \_\_\_\_\_  
Engenheiro Agrônomo, Dr. Edison X. de Almeida  
EPAGRI, Estação Experimental de Ituporanga/SC

Membro: \_\_\_\_\_  
Médico Veterinário, Prof. Dr. José Luis Repetto  
Universidad de la República (UdelaR), Facultad de Veterinaria

**Lages/SC, 02 / 08 / 2013**

## AGRADECIMENTO

É um privilégio expressar minha gratidão a algumas pessoas que de alguma forma contribuíram para concretização desta etapa.

A família, em especial a minha mãe Gersi Valgoi Andrade (*in memoriam*) pelos ensinamentos e inspiração quanto à carreira da docência. A minha irmã Ana Paula Valgoi, meu motivo de luta, minha sincera gratidão pela paciência e entendimento da necessidade da distância.

Ao Prof. Dr. Henrique M.N. Ribeiro Filho pela orientação pela oportunidade do desenvolvimento do trabalho, bem como a amizade e “compreensão”.

Aos colegas do experimento, com agradecimento especial á Diego M. de Liz, João G. R. Almeida, Fabiana R. Ramos, Gutierri T. Raupp, Marcolino F. Miguel e servidores da Epagri (“Bastião”, Marcio e Alcino).

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal pelos ensinamentos e apoio, bem como aos colegas que conheci durante o curso das disciplinas, em especial a Bibiana Fonseca e Tiago Pansard Alves.

Ao Técnico do Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia Maurilio Santos Júnior pela ajuda nas análises laboratoriais e pela amizade.

Aos funcionários da EPAGRI, Estação Experimental de Ituporanga, com especial agradecimento ao Gerente da Estação Experimental, Dr. Edison X. Almeida.

À Secretaria de Estado da Educação (SED) pela bolsa de estudos.

*Ederson América de Andrade*

## RESUMO

ANDRADE, Ederson Américo de. **Consumo de forragem, desempenho animal e emissão de metano entérico por bovinos em pastos de capim-elefante anão com ou sem acesso a amendoim forrageiro**. 2013, 50f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2013.

O uso eficiente das leguminosas tropicais na produção de ruminantes a pasto pode ser uma alternativa para melhoria dos índices zootécnicos, agrônômicos e ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo de forragem, o desempenho animal e a emissão de metano entérico por bovinos pastejando capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi) com ou sem acesso a uma área exclusiva de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo). Os tratamentos experimentais foram: pasto de capim-elefante anão em cultivo estreme (CEA) recebendo adubação nitrogenada (150 kg/ha de N na forma de nitrato de amônio) e capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo), mais uma área adjacente formado pela mesma leguminosa com acesso dos animais no pasto por 5 h/dia (7-12 horas) (CEL). Doze bovinos Charolês (213 ± 8,9 kg de peso vivo, PV) foram distribuídos em quatro grupos, dois por tratamento. Os animais permaneciam em pastejo intermitente, com uma oferta de MS de folhas verdes de 6,0 kg/100 kg de PV. O ganho médio diário (P<0,001) e consumo de MS (P < 0,05) foram maiores, enquanto o tempo de pastejo pela manhã e tempo total de pastejo foram menores (P < 0,001) nos animais que tiveram acesso à leguminosa. A emissão diária de metano foi superior (P < 0,05) nos animais com acesso à leguminosa, enquanto a emissão de metano por kg de MS consumida não foi afetada pelos tratamentos. Bovinos pastejando capim-elefante anão com acesso horário a amendoim forrageiro melhoram seu desempenho e a eficiência do tempo alocado para atividade de pastejo sem aumentar a produção de metano por kg de MS ingerida.

**Palavras chave:** ganho médio diário, gases do efeito estufa, leguminosas forrageiras, *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi

## ABSTRACT

ANDRADE, Ederson Américo de. **Herbage intake, methane emissions and animal performance of steers grazing dwarf elephant grass with or without access to *Arachis pintoii* pastures.** 2013, 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2013.

Management strategies for increasing legumes in the ruminant diets and mitigate methane emissions on tropical livestock production systems need to be better studied. The aim of this work was to evaluate herbage intake, animal performance and enteric methane emission of cattle grazing dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi) pastures with or without access to an exclusive area of peanuts (*Arachis pintoii* cv. Amarillo) pastures. The experimental treatments were: dwarf elephant grass (DEG) pastures in extreme cultivation receiving nitrogen fertilization (150 kg N/ha as ammonium nitrate) and DEG intercropped with peanuts (*Arachis pintoii* cv. Amarillo) plus an adjacent area formed by the same legume which was allowed to be accessed by grazing animals for 5 h/day (from 7 to 12 am). Twelve Charolais steers (213 ± 8.9 kg of body live weight, LW) were assigned in four groups, two per treatment. The animals were managed according to a intermittent grazing method with an herbage allowance of dry leaf of 6.0 kg/100 kg of LW. Both, average daily gain and DM herbage intake were higher (P<0.05), while morning and total grazing time were lower (P<0.001) for animals grazing legume pastures. The daily methane emission was higher (P<0.05) in animals grazing legume pastures, whereas methane emission by kg of DM intake was not affected by treatments. Steers grazing DEG with access to peanut pastures can improve their performance without increasing methane production by kg of DM intake.

**Key Words:** average daily gain, greenhouse gases, ingestive behavior, *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Análise de solo nas pastagens de capim-elefante anão cv. Kurumi estreme (Estreme) e de capim-elefante anão em consórcio com amendoim forrageiro (Consoiciado) na profundidade de 0 – 20 cm..... 17
- Tabela 2. Composição químico-bromatológica (g/kg de matéria seca) da forragem selecionada do capim-elefante anão estreme capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e do amendoim forrageiro em cultivo estreme..... 19
- Tabela 3. Características pré-pastejo do capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi) em cultivo estreme (CEA), do capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo) (CEL) e do amendoim forrageiro em cultivo estreme. .... 24
- Tabela 4. Oferta de forragem e características pós-pastejo do capim-elefante anão (cv. BRS Kurumi) em cultivo estreme (CEA), do capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro (cv. Amarillo) (CEL) e do amendoim forrageiro em cultivo estreme..... 25
- Tabela 5. Consumo de forragem, desempenho animal, energia da pastagem, digestibilidade da pastagem e emissão de metano entérico por bovinos de corte inteiros, cruza charolês, em pastos de capim-elefante anão estreme cv. Kurumi (CEA) ou consorciado e em pastejo horário com amendoim forrageiro cv amarillo (CEL). .... 26
- Tabela 6. Tempo de pastejo e de ruminação por bovinos de corte inteiros, cruza charolês, em pastos de capim-elefante anão estreme cv. Kurumi (CEA) ou consorciado e em pastejo horário com amendoim forrageiro cv amarillo (CEL)..... 27

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Pasto de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. BRS Kurumi em cultivo estreme, EPAGRI – Ituporanga/SC, 2012. 6
- Figura 2. Amendoim forrageiro cv. Amarelo em produção estreme e consorciado com capim-elefante anão cv. BRS Kurumi. EPAGRI – Ituporanga/SC, 2012..... 8
- Figura 3. Área experimental (Epagri/Ituporanga-SC)  Capim-elefante anão cv. Kurumi (*Pennisetum purpureum*) em cultivo estreme (CEA);  Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em cultivo estreme,  Capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro..... 15
- Figura 4. Dados pluviométricos (mm/mês) e de temperatura média mensal (°C) observados durante os meses de outubro de 2011 à maio de 2012..... 16
- Figura 5. Animais com o equipamento de coleta do gás metano ..... 20
- Figura 6. Tempo de pastejo e ruminação (minutos/hora) médio de bovinos de corte inteiros, cruza charolês, durante os três ciclos de pastejo nos tratamentos: capim-elefante anão cv. Kurumi estreme ( CEA) e capim-elefante anão consorciado e em pastejo horário com amendoim forrageiro cv. amarillo ( CEL). () tempo de permanência dos animais do tratamento CEL no amendoim forrageiro estreme – 07h às 12..... 28

## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A. Análise de regressão de medida pré pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo. .... 41
- Apêndice B. Análise de regressão de medida pós pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo. .... 41
- Apêndice C. Análise de regressão de medida pré pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi consorciado com amendoim forrageiro em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo. .... 42
- Apêndice D. Análise de regressão de medida pós pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi consorciado com amendoim forrageiro em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo. .... 42
- Apêndice E. Análise de regressão de medida pré pastejo do tratamento amendoim forrageiro estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da altura do prato ascendente (cm). .... 43
- Apêndice F. Análise de regressão de medida pós pastejo do tratamento amendoim forrageiro estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da altura do prato ascendente (cm). .... 43

## SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Pastagens avaliadas no experimento .....	5
2.1.1 Capim-elefante anão <i>cv.</i> BRS Kurumi .....	5
2.1.2 Amendoim forrageiro <i>cv.</i> Amarrilo.....	7
2.2 Vantagens das leguminosas forrageiras na bovinocultura .....	8
2.2.1 Benefícios zootécnicos da introdução de leguminosas em sistemas de produção .....	8
2.2.2 Benefícios ambientais e agronômicos da introdução de leguminosas em sistemas de produção.....	10
3. HIPÓTESES.....	13
4. OBJETIVOS .....	14
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
5.1 Local e período experimental.....	15
5.2 Preparação da área .....	16
5.3 Medidas sobre a pastagem .....	18
5.4 Medidas sobre os animais .....	19
5.5 Análises laboratoriais.....	20
5.6 Análises estatísticas.....	22
6. RESULTADOS.....	23

7. DISCUSSÃO.....	29
7.1 Efeito da inclusão de leguminosa sobre o consumo de forragem e o desempenho animal.....	29
7.2 Efeito da inclusão da leguminosa sobre a emissão de metano ....	31
7.3 Efeito da fonte de adubação sobre a produção primária do capim-elefante anão cv. BRS Kurumi.....	32
8. CONCLUSÕES.....	33
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
10. APÊNDICES.....	41
11. ANEXOS.....	44

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse pelo cultivo de leguminosas forrageiras com o objetivo de diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados, reduzir o impacto ambiental e aumentar os índices zootécnicos tem aumentado significativamente nas últimas décadas (ARCHIMÈDE et al., 2011; HAMMOND et al., 2013; JENSEN et al., 2012; KENNEDY et al., 2012; NIDERKORN & BAUMONT, 2009; RIBEIRO FILHO et al., 2003). Todavia, a maior parte das pesquisas estão centradas em misturas de gramíneas e leguminosas de clima temperado e utilizam, em geral, azevém perene (*Lolium perene*) e trevo branco (*Trifolium repens*) como modelos produtivos. Embora a pecuária brasileira possua destaque em quantidade produzida, é muito criticada do ponto de vista ambiental pela elevada emissão de gases do efeito estufa (GEE). Essas críticas fundamentam-se nos baixos índices zootécnicos da produção a pasto (MACHADO et al., 2011), ocasionando maior emissão por unidade de produto de origem animal (carne, leite, lã).

A busca por forragens tropicais de elevado valor alimentar leva a necessidade de se quantificar o potencial produtivo e as vantagens ambientais da introdução de leguminosas tropicais nos sistemas produtivos. Sugere-se que em 2050 a população mundial chegue a 9 bilhões de pessoas, com aumento na demanda por produtos de origem animal e consequente maior emissões de GEE (FAO, 2009). Embora não seja fácil atender as crescentes demandas da produção com a diminuição das emissões de GEE, pesquisas tornam-se fundamentais para a adequação dos sistemas produtivos às premissas de diminuição destes gases (McALLISTER et al., 2011). Neste sentido, misturas de gramíneas e leguminosas apresentam potencial de melhoria na produção primária, secundária e no ecossistema da pastagem. No entanto, necessitam de uma melhor compreensão da utilização e otimização de sua gestão (NIDERKORN & BAUMONT., 2009).

Do ponto de vista zootécnico, alguns trabalhos avaliando a introdução de leguminosas em pastos de gramíneas de clima tropical não tem observado vantagens. Crestani et al., (2013) trabalhando na mesma área e com as mesmas espécies forrageiras deste trabalho, observaram dificuldades na participação da leguminosa como forragem ingerida pelo animal. O mesmo autor salienta que a diferença na distribuição espacial das forragens fora o fator limitante da colheita em condição de pastejo. Neste contexto, Solomon et al., 2011, propõem maiores estudos e avaliações de áreas exclusivas de gramíneas e

leguminosas, em um mesmo ambiente de pastejo, favorecendo o desenvolvimento de ambas as espécies e facilitando a colheita pelo animal.

Considerando que as estratégias de gestão para aumentar a participação de leguminosas forrageiras na dieta dos animais em pastejo devem ser melhor estudadas e que os dados sobre a emissão de metano entérico por ruminantes ingerindo forragens de clima tropical são escassos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo de forragem, o desempenho animal e emissão de metano entérico por bovinos em pastos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi) com ou sem acesso a uma área exclusiva de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Maior atenção ao fato de que as leguminosas poderiam contribuir para a produção a pasto nos trópicos começou a ser dada a partir da década de 1960. Contribuiu para isso o conhecimento de que gramíneas de clima tropical, em geral, apresentam qualidade inferior às gramíneas de clima temperado, e que a introdução de leguminosas nos pastos poderia mitigar os problemas dos baixos níveis de nitrogênio nos solos tropicais e também reduzir a necessidade de suplementação proteica aos ruminantes (MACHADO et al., 2010).

Entre as leguminosas mais usadas e estudadas em ambiente tropical e subtropical, destacam-se as espécies do gênero: *Stylosanthes*, *Arachis*, *Trifolium* e *Lotus*. Entretanto, o tema continua sendo digno de pesquisas com o intuito de compreender o seu desenvolvimento tanto na forma consorciada com gramíneas como em cultivo estreme. Além disso, ainda é necessário maior número de avaliações de consumo, desempenho animal e impacto ambiental para a geração de conhecimento quanto ao potencial das leguminosas tropicais. Isto se justifica porque interações ingestivas e digestivas, com efeitos sinérgicos ou antagônicos sobre o desempenho animal e a emissão de gases de efeito estufa podem ocorrer quando os animais são alimentados com misturas de forragens em comparação ao seu fornecimento em monocultivo (NIDERKORN e BAUMONT., 2009).

### 2.1 Pastagens avaliadas no experimento

#### 2.1.1 Capim-elefante anão cv. BRS Kurumi

O capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea tropical, família das poáceas, que apresenta grande potencial de produção de matéria seca e elevado valor nutritivo, desde que tenha condições favoráveis de clima, solo e manejo. A cultivar BRS Kurumi foi desenvolvida pelo programa de melhoramento genético de capim-elefante da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), coordenado pela Embrapa Gado de Leite, em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/Ituporanga), a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF/RJ) e a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA/SP) (Figura 3). A cultivar originou-se da clonagem de um indivíduo da família “CNPGL 92-198” realizado em 1992. Essa família

teve como parentais os acessos BAGCE 19 ("Merkeron de Pinda") e BAGCE 57 ("Roxo"), que fazem parte do Banco Ativo de Germoplasma de capim-elefante da Embrapa - BAGCE (ALMEIDA et al., 2013). A cultivar BRS Kurumi foi registrada no Diário Oficial da União em 02/02/2012, página 09, seção 3 e no RNC/MAPA (Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) no dia 17/04/2012 sob número 28690. Os ensaios da Rede Nacional de Avaliação de capim-elefante (Renace) realizado pela Epagri foram iniciados no ano de 1997 com a avaliação de 50 genótipos, dos quais foram selecionados 15 materiais para um ensaio com animais em pastejo. A cultivar BRS Kurumi destaca-se pela alta aceitabilidade dos animais, valor nutritivo, relação folha: colmo e tolerância ao pastejo (ALMEIDA et al., 2013). Os mesmos autores comentam que a propagação da BRS Kurumi é vegetativa através de colmos e seu uso no Brasil é indicado nos biomas mata atlântica, amazônia e cerrado.



Figura 1. Pasto de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. BRS Kurumi em cultivo estreme, EPAGRI – Ituporanga/SC, 2012.

Fonte: do próprio autor

### 2.1.2 Amendoim forrageiro *cv.* Amarrilo

O gênero *Arachis* é nativo da América do Sul e contém 80 espécies distribuídas pela Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai, Peru e Uruguai (MACHADO et al., 2010). O *Arachis pintoi* pertence à família das fabáceas, popularmente conhecido por amendoim forrageiro e seu crescimento, no sul do Brasil, ocorre no período da primavera, verão e parte do outono. As principais cultivares produzidas são: Amarillo, Golden, Glory, Alquire 1, Porvenir, Belmonte e Atacambira (MACHADO et al. 2010). A cultivar utilizada no experimento é a Amarillo, que foi inicialmente registrada na Austrália no ano de 1987 (Figura 4), e vem sendo avaliada pela EPAGRI, Estação Experimental de Ituporanga, desde 1993 em produção estreme ou consorciada com grama missioneira- gigante (*Axonopus catharinensis*) e capim-elefante anão. Segundo Lascano (1994), o valor nutritivo do *Arachis pintoi* é mais alto que a maioria das leguminosas tropicais de importância forrageira, com teores de proteína bruta nas folhas entre 13 a 22%, digestibilidade *in vitro* da matéria seca entre 60 e 67% e digestibilidade da energia bruta entre 60 a 70%. Outra característica importante dessa forrageira é a capacidade de produção mesmo com níveis elevados de sombreamento, sendo este um fator importante para a consorciação com gramíneas de porte alto (VALENTIM et al., 2001). Os mesmos autores salientam sobre a capacidade adaptativa do amendoim forrageiro em pastagem consorciada com gramíneas, onde a leguminosa se adapta elevando suas folhas em longos pecíolos, permitindo a competição e sobrevivência com as gramíneas. Relacionado ao potencial fixador de nitrogênio atmosférico, diversos autores demonstraram que o *Arachis pintoi* é uma leguminosa capaz de nodular e fixar nitrogênio em simbiose com uma grande variedade de bactérias do gênero *Rhizobium* ou *Bradyrhizobium* (MACHADO et al., 2010; PINTO et al., 2004). Machado et al., 2010 salientam outras vantagens do *Arachis pintoi* que favorecem sua consorciação, quais sejam, crescimento prostrado, o qual favorece a proteção dos pontos de crescimento e elevada tolerância ao pisoteio e desfolha.



Figura 2. Amendoim forrageiro *cv.* Amarrilo em produção estreme e consorciado com capim-elefante anão *cv.* BRS Kurumi. EPAGRI – Ituporanga/SC, 2012.

Fonte: do próprio autor

## 2.2 Vantagens das leguminosas forrageiras na bovinocultura

### 2.2.1 Benefícios zootécnicos da introdução de leguminosas em sistemas de produção

O uso eficiente da consorciação entre leguminosas e gramíneas pode elevar os índices zootécnicos do sistema produtivo em função da melhoria no valor nutritivo da dieta ingerida, além de outros fatores principalmente os ligados ao aumento da ingestão. Em situações de pastejo o consumo de forragem é influenciado entre outros fatores pela velocidade de digestão da forragem e pela demanda por nutrientes associada à capacidade digestiva dos animais (HODGSON, 1990). Nesse aspecto, as leguminosas (C3) são digeridas mais rapidamente que as gramíneas tropicais (C4) e sua qualidade nutritiva varia menos com o avanço da idade, quando comparadas às gramíneas (PEYRAUD et al., 2009). Dessa forma, o uso de leguminosas permite incrementos no consumo de forragem e elevações de até 40% no ganho de peso vivo e de até 20% na produção de leite, quando associadas com gramíneas tropicais (LASCANO & ÁVILA, 1991). Três fatores associativos explicam as alterações nos padrões de consumo e digestibilidade com a inclusão de leguminosas na dieta. São eles, aumento da ingestão, aumento da digestão e modificações nos processos digestivos do rúmen

(NIDERKORN & BAUMONT., 2009). O aumento da ingestão está correlacionado com a rápida digestão da fração solúvel da leguminosa, pela maior taxa de degradabilidade e de passagem ruminal. O aumento da digestão com o uso de leguminosas é mais evidente quando a gramínea da mistura é de baixa qualidade, elevando o aporte ruminal de nitrogênio, o que se reflete em maior atividade microbiana. A modificação dos processos digestivos no rúmen pode incluir alterações na proteólise e a produção de metano entérico pela presença de metabólitos secundários bioativos (taninos e saponinas).

É bastante estudada a formação de metano entérico com enfoque ambiental, gás de efeito estufa (GEE) responsável por 15% do aquecimento global, porém esse gás também está correlacionado com a eficiência energética, visto que a sua liberação tem relação direta com a eficiência da fermentação ruminal. À medida que se eleva a produção de metano entérico, aumentam as perdas de carbono com diminuição da eficiência de uso da energia de origem alimentar e do desempenho animal (COTTON & PIELKE, 1995).

A utilização das leguminosas forrageiras vem sendo definida mundialmente como primordial e seus benefícios na produção agropecuária são bem documentados (SOLOMON et al., 2011). No entanto, os mesmos autores salientam que a adoção das leguminosas forrageiras em misturas com gramíneas permanece indefinida e deve ser melhor estudada. Em um sistema de consorciação de espécies forrageiras ocorrem diversos fatores que afetam a participação e o desenvolvimento das forragens. Dentre eles, Solomon et al. (2011) enfatizam a variabilidade espacial e a seleção de pastejo como exemplos de alterações em um ambiente misto de forragens, os quais podem desencadear alterações no ecossistema forrageiro, podendo reduzir a produção. A preferência dos animais por uma ou outra espécie forrageira, geralmente a leguminosa, diminui a participação da forragem selecionada devido à maior pressão de pastejo e desfolha. Esta maior seletividade ocasiona grandes dificuldades à planta mais pastejada, pois além da necessidade de obter maior energia para sua regeneração, ocorrem fatores ligados à competição por nutrientes em relação à espécie com menor aceitabilidade, diminuindo sua persistência e participação em uma determinada área. Essas características aumentam o custo energético para a produção de forragem, além do aumento da duração do tempo de pastejo necessário para suprir os animais (PARSON et al., 1994). A persistência das leguminosas em um

ambiente de consorciação é reconhecida como uma das principais limitações na produção forrageira mundial (SOLOMON et al., 2011).

## 2.2.2 Benefícios ambientais e agronômicos da introdução de leguminosas em sistemas de produção

Nas últimas décadas, autoridades reguladoras e grupos ambientalistas têm dado ênfase à participação da agropecuária na emissão de gases danosos à atmosfera, principalmente pelo potencial contaminante do óxido nítrico (298 vezes) e do metano (25 vezes), originados da adubação nitrogenada e da fermentação entérica dos ruminantes, quando comparados ao dióxido de carbono (1 vez) (McALLISTER, et al., 2011). Por outro lado, pouco se mensura o sistema como um todo avaliando os benefícios da produção de forragens na fixação de carbono e nitrogênio na biomassa e no solo, além de sua importância na segurança alimentar.

A disponibilidade de nutriente para a planta é um fator determinante para o aumento do potencial produtivo e do valor alimentar das forrageiras. O nitrogênio geralmente é o nutriente mais limitante para a produção de forragem e os fertilizantes nitrogenados representam um custo importante (SOLOMON et al., 2011). A fertilização nitrogenada apresenta correlação positiva com o crescimento e quantidade de folhas aumentando o valor alimentar das forragens. Por outro lado o uso inadequado desta fertilização provoca diversas alterações ambientais. Uma delas é o aumento da emissão de GEE além de outras contaminações do solo e água. Neste contexto, a introdução de leguminosas tem a importância pelos benefícios junto às questões ambientais: (1) reduzindo as emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ) em comparação ao uso de fertilizantes nitrogenados, (2) reduzindo a energia fóssil utilizada na produção de alimentos e de forragens e (3) contribuindo na fixação do carbono e nitrogênio nos solos (JENSEN et al., 2012). Além disso, alguns estudos têm demonstrado aumento na qualidade da forragem, com o uso de algumas leguminosas de clima temperado, resultando em queda na emissão de  $\text{CH}_4$  entérico pelos ruminantes (BEAUCHEMIN et al., 2008; ARCHIMÈDE et al., 2011).

A produção do fertilizante nitrogenado necessita de alta temperatura e pressão levando a um alto custo energético, estimado entre 1 a 2% do consumo total de energia mundial, além de envolver alta liberação de  $\text{CO}_2$  (JENKINSON, 2001). A uréia, um dos

fertilizantes mais utilizados, é oriunda da junção da amônia ( $\text{NH}_3$ ) e do  $\text{CO}_2$  com posterior desidratação. Uma vez aplicada ao solo é rapidamente hidrolisada pela enzima uréase liberando  $\text{NH}_3$  e o  $\text{CO}_2$  para o meio, com aumento da liberação de  $\text{CO}_2$  para a atmosfera (JENKINSON, 2001). Relacionando a liberação de  $\text{N}_2\text{O}$ , em geral, 65% das emissões deste gás são oriundos de processos microbianos de utilização desse nitrogênio, seja pela nitrificação (transformação aeróbica de amônio em nitrato) ou pela desnitrificação (transformação anaeróbica de nitrato em  $\text{N}_2$  na forma de gás) (JOHNSON et al., 2007). Além da emissão de  $\text{CO}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}$  os fertilizantes nitrogenados podem apresentar riscos de contaminações nos rios e lençóis freáticos, o que ocorre devido à lixiviação do excesso de nitrogênio presente ou não assimilado pelo solo. A utilização de leguminosas, por sua vez, reduz a necessidade de fertilizante nitrogenado pela capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico por parte das bactérias que habitam as raízes dessas plantas. Tornando essa característica benéfica no ponto de vista econômico e ambiental. Sugere-se que seja possível diminuir a emissão de GEE por produto final (GEE emitidos/kg de carne produzida), com o melhoramento da qualidade da forragem causada pela disponibilização de nutrientes às plantas. Nesse contexto, tanto a adubação nitrogenada quanto a fixação de nitrogênio atmosférico por parte das leguminosas desempenham papel semelhante no desenvolvimento produtivo primário das pastagens e podem resultar na redução efetiva da emissão destes gases.

A fermentação dos componentes da dieta pelos microrganismos ruminais resulta na formação de ácidos graxos voláteis (AGV's), utilizado pelos ruminantes como fonte energética, além da produção de outros gases como  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  eliminados via eructação e respiração (MARTIN et al., 2009). No que diz respeito ao metano entérico, as tecnologias atualmente estudadas para diminuir sua emissão abrangem três linhas principais: *manipulações no animal*, buscando o aumento da eficiência com o melhoramento animal e na gestão com diminuição de animais de baixa produção; *manipulação da dieta*, com a melhoria das forragens, uso de componentes secundários (taninos e saponinas), uso de suplementos e aditivos; e *manipulações no ambiente ruminal*. (ECKARD et al., 2010). No caso de animais exclusivamente em pasto de clima temperado, Beauchemin et al., 2008, observaram que o aumento da proporção de leguminosa na dieta diminui a emissão de metano entérico, devido ao menor teor de fibra, maior velocidade de passagem e em alguns casos, pela presença de taninos condensados.

Neste mesmo contexto, em trabalho de meta análise, Archimède et al. (2011) avaliaram o efeito de gramíneas C3, C4 e leguminosas de estação fria e quente na emissão de  $\text{CH}_4$  por ruminantes. As conclusões relacionadas às características da forragem e a emissão de  $\text{CH}_4$ , destacam que gramíneas C4 produzem 17% mais  $\text{CH}_4$  que gramíneas C3 e que as leguminosas de clima quente produzem 20% menos  $\text{CH}_4$  que gramíneas C4. Os autores ainda comentam que existe uma escassez de dados relacionados ao  $\text{CH}_4$  produzido por ruminantes ingerindo forragens de clima tropical e sugerem a necessidade de estudos adicionais, pois as leguminosas de estação quente podem ser úteis na redução da emissão de GEE advindos dos sistemas de produção animal das regiões de clima tropical e subtropical. Entretanto a relação entre a espécie forrageira e a produção de metano deve ser realizada com cuidado, visto que o aumento da produção de metano parece estar mais ligado com a digestibilidade, os teores protéicos e de fibra, além da presença ou não de compostos secundários das plantas, com variação entre plantas da mesma família.

### **3. HIPÓTESES**

**1** – O capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro adicionado de acesso a áreas com a leguminosa em monocultivo, tem a capacidade de melhorar a qualidade da dieta, o consumo e o desempenho por animal quando comparado à gramínea em cultivo estreme.

**2** – A introdução do amendoim forrageiro em dietas para bovinos tem a capacidade de mitigar a produção de gases de efeito estufa.

## **4. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

- Quantificar as possíveis vantagens da utilização de área exclusiva de amendoim forrageiro para bovinos em pastagem de capim-elefante anão.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o consumo de forragem e o desempenho animal em bovinos pastejando capim-elefante anão em monocultivo e/ou consorciado com amendoim forrageiro, acrescido de pastejo horário em áreas com presença exclusiva da leguminosa.
- Quantificar a emissão de metano entérico em bovinos submetidos a sistemas pastoris com ou sem a introdução de uma leguminosa tropical.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Local e período experimental

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental da Epagri localizada na cidade de Ituporanga/SC, 27°25' de latitude Sul e 49°38' de longitude Oeste, com 485 metros de altitude. O clima da região é classificado por Köeppen como tipo cfa (subtropical úmido) com temperatura média de 17,0°C e precipitação anual média total de 1500mm. O solo da área é do tipo Cambissolo Álico.

O estudo envolveu cerca de 1,5 ha divididos em dois tratamentos: capim-elefante anão cv. BRS Kurumi estreme (*Pennisetum purpureum* Schum.) com uso de adubação convencional (CEA) (0,64 ha) e capim-elefante anão cv. BRS Kurumi consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) (0,64 ha), com adubação orgânica, acrescido de uma área exclusiva de amendoim forrageiro (0,27 ha) para uso em pastejo horário (5h/dia), denominado CEL (Figura 3).



Figura 3. Área experimental (Epagri/Ituporanga-SC) — Capim-elefante anão cv. Kurumi (*Pennisetum purpureum*) em cultivo estreme (CEA); — Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em cultivo estreme, — Capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro.

O período de experimentação a campo ocorreu entre os meses de janeiro a abril de 2012, distribuídos em três ciclos de pastejo, sendo que o primeiro e segundo ciclos foram no verão (15/01/12 a 04/02/12 e 19/02/12 a 11/03/12) e o terceiro no outono (19/03/12 a 08/04/12). Os dados climáticos do período experimental encontram-se na Figura 5. O período experimental de cada ciclo de pastejo foi de 20 dias, sendo 16 dias de adaptação e quatro de medidas.

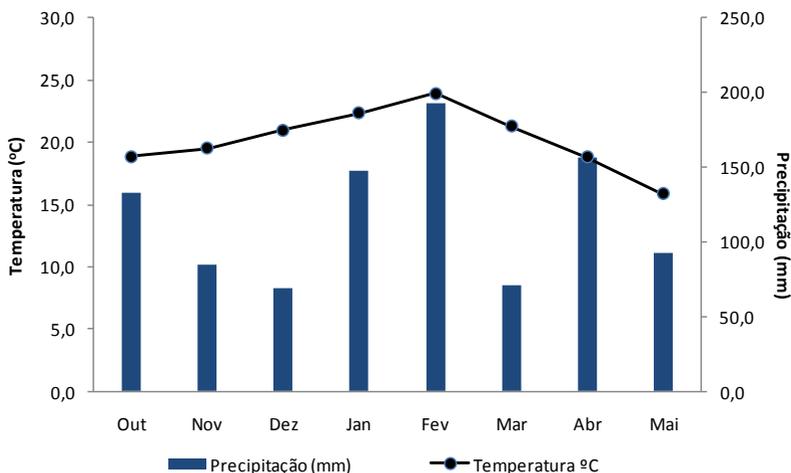


Figura 4. Dados pluviométricos (mm/mês) e de temperatura média mensal (°C) observados durante os meses de outubro de 2011 à maio de 2012.

Fonte: Epagri/Ciram – Estação Experimental de Ituporanga/SC

## 5.2 Preparação da área

As áreas de capim-elefante não estreme e consorciado com amendoim forrageiro receberam roçada de uniformização após o inverno (final de setembro de 2011). Cada área foi subdividida em 16 piquetes com aproximadamente 400m<sup>2</sup> cada.

A adubação de manutenção foi realizada em dezembro de 2011 de acordo com a análise de solo (Tabela 1), conforme recomendações do Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFSRS/SC, 2004).

Tabela 1. Análise de solo nas pastagens de capim-elefante anão cv. Kurumi estreme (Estreme) e de capim-elefante anão em consórcio com amendoim forrageiro (Consoiciado) na profundidade de 0 – 20 cm.

Tratamento	pH	P	K	Mg	Ca	Al	MO	V
		mg/ dm <sup>3</sup>	mg/ dm <sup>3</sup>	mg/ dm <sup>3</sup>	Cmol / dm <sup>3</sup>	Cmol / dm <sup>3</sup>	%	%
<b>Estreme</b>	5,3	2,6	152	3,0	5,2	0,6	4,0	44
<b>Consoiciado</b>	5,6	2,8	245	3,8	6,2	0,2	4,2	61
<b>Média</b>	5,4	2,7	198	3,4	5,7	0,4	4,1	52,5

Fonte: do próprio autor

Na área de capim-elefante anão estreme (adubação convencional) foram aplicados 25 kg/ha de nitrogênio na forma de nitrato de amônio, 100 kg/ha de fósforo na forma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo) e 50 kg/ha de potássio na forma de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), além de 150 kg/ha de nitrogênio na forma de nitrato de amônio, fracionado em três aplicações: após a roçada de uniformização e após cada um dos dois primeiros ciclos de pastejo. Na área do consórcio capim-elefante anão e amendoim forrageiro (adubação orgânica) foram utilizados, para correção do solo, por ha, 3200 kg de esterco de peru e 300 kg de fosfato natural, correspondendo a 100 kg de fósforo e 50 kg de potássio. No capim-elefante anão consoiciado não houve adição de nitrogênio mineral, considerando que o aporte de nitrogênio via fixação biológica do amendoim forrageiro acrescida do nitrogênio proveniente da adubação orgânica é capaz de manter a produtividade (CRESTANI et al., 2013). Foram utilizados 12 bovinos machos inteiros originados de cruz a Charolês, com idade entre 10 e 12 meses e peso médio inicial de 213 ± 8,9 kg. O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, sendo que os animais foram distribuídos em quatro lotes com duas repetições por tratamento. Os animais foram manejados em método de pastejo intermitente, com oferta de matéria seca de lâminas foliares de 6,0% do PV para ambos os tratamentos. Para isso, o número de animais permaneceu fixo variando o tamanho dos piquetes ou o período de ocupação.

### 5.3 Medidas sobre a pastagem

A altura da pastagem e a biomassa de lâminas foliares verdes (BLFV) foram quantificadas em medidas pré e pós-pastejo em todos os piquetes. A altura do capim-elefante foi avaliada a partir de 50 medições por piquete com régua graduada (sward stick). A BLFV foi quantificada por meio da técnica do rendimento visual comparativo (HAYDOCK & SHAW, 1975). Para isso, cinco quadrados de referência, com área de  $1\text{m}^2$ , constituíram a escala de rendimento. Dois quadrados (padrões 1 e 5) foram os extremos de menor e maior biomassa de lâminas foliares, respectivamente. O padrão número três foi alocado em local com quantidade de BLFV intermediária. O padrão dois foi designado em local com BLFV entre os padrões um e três. Para cada ponto da escala foram selecionados dois sítios com quantidade de BLFV semelhante. Um dos sítios foi cortado e a BLFV foi seca em estufa com ventilação forçada a  $60^\circ\text{C}$  por 72 h e pesada. O outro sítio permaneceu identificado no campo para calibração visual dos observadores, sempre que necessário. Equações de regressão foram obtidas para estimativa da BLFV em função dos padrões estimados visualmente. Na sequência, vinte pontos por piquete foram escolhidos de forma aleatória e pontuados por quatro avaliadores previamente treinados. No caso do amendoim forrageiro estreme a massa de forragem foi quantificada pela relação entre a altura comprimida, medida com o uso de prato ascendente (Farmworks®, F200, New Zealand) e a quantidade de matéria seca de peciolo + folíolo presente na área do prato ( $0,1\text{ m}^2$ ), com posterior produção das equações de regressão para ambos os ciclos pré e pós-pastejo.

Nos últimos quatro dias de cada período de avaliação foram coletadas amostras para quantificação da composição morfológica e bromatológica dos pastos. A composição morfológica foi efetuada em amostras obtidas pelo corte acima de 5 cm do solo de dois pontos representativos de um metro quadrado por piquete, em quatro piquetes por tratamento. O capim-elefante anão foi separado em lâmina foliar e colmo+bainha, enquanto o amendoim forrageiro foi separado em folíolo, peciolo e estolão. Além dessas frações, em ambos os tratamentos, foram quantificadas a porcentagem de material morto e outras espécies. Os diferentes constituintes das plantas foram secados em estufa de ar forçado a  $60^\circ\text{C}$  por 72 horas, moídos em peneira de 1 mm e armazenados para posteriores análises. A composição bromatológica foi determinada em amostras obtidas por simulação de

pastejo, duas vezes por dia (manhã e tarde) durante os períodos de maior concentração da atividade de pastejo dos animais.

Os dados de composição bromatológica da forragem selecionada pelos animais encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica (g/kg de matéria seca) da forragem selecionada do capim-elefante anão estreme capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*) e do amendoim forrageiro em cultivo estreme.

Parâmetros	Capim-elefante anão	Capim-elefante anão + amendoim forrageiro	Amendoim forrageiro
Matéria seca <sup>1</sup>	163	198	226
Matéria orgânica	890	885	920
Proteína bruta	170	152	216
FDN	529	524	414
FDA	255	239	213
LDA	13,3	19,9	73,0

<sup>1</sup>g/kg de matéria natural

Fonte: do próprio autor

#### 5.4 Medidas sobre os animais

O consumo individual da forragem foi medido por meio da técnica de alcanos (MAYES et al., 1986) utilizando o par de C<sub>31</sub>:C<sub>32</sub>. O n-dotriacontano (C<sub>32</sub>) foi administrado via oral, duas vezes por dia (às 6h e às 16h), por 12 dias consecutivos, na forma péletes de celulose contendo 175 mg de C<sub>32</sub>. Amostras de fezes foram coletadas diretamente do reto dos animais, duas vezes por dia, às 6h e às 16h, do 7º ao 11º dia após o início do fornecimento do indicador. Nas amostras da forragem obtidas por pastejo simulado foi determinado o perfil de alcanos.

O ganho médio diário (GMD) foi medido pela diferença entre as pesagens iniciais e finais de cada ciclo de pastejo, dividido pelo número de dias em que os animais permaneceram na pastagem. As pesagens foram precedidas por 12 horas de jejum hídrico e de sólidos. A quantificação da produção diária de metano foi realizada pela técnica do marcador de hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) (JOHNSON et al. 1994). Essa técnica é realizada inserindo em cada animal uma cápsula de liberação controlada de SF<sub>6</sub>, o qual é calibrado para liberar quantidade conhecida SF<sub>6</sub> a cada 24h (AMARAL, 2011). A cápsula de liberação foi inserida nos animais com o auxílio de uma sonda oral, sete dias antes de iniciar as coletas. Para a captação de amostras do gás emitido utilizou-se

tubos de aço inoxidável submetidos previamente à formação de vácuo em seu interior e ajustados em uma canga prendida na cabeça do animal. As válvulas fixadas na canga coletaram amostras do ar expelido pela via respiração e eructação, durante cinco dias (Figura 4). Também foram instalados três tubos, em diferentes locais da área experimental, para captação de amostras do ar e quantificação do metano presente no ambiente (branco). A coleta de gases foi realizada no segundo e terceiro ciclos de pastejo, sendo no verão entre os dias 06/03 e 11/03/2012 e no outono entre os dias 03/04 e 08/04/2012.



Figura 5. Animais com o equipamento de coleta do gás metano  
Fonte: do próprio autor

O tempo de pastejo, ruminação e outras atividades foram quantificados por meio de observações visuais a cada cinco minutos durante o dia (07 h às 19 h) e a cada 10 minutos durante a noite (19 h às 7 h), do 17º ao 20º dia de cada período experimental (ciclo de pastejo) (PENNING & RUTTER, 2004).

### 5.5 Análises laboratoriais

O teor de matéria seca (MS) nas amostras de forragem e fezes foi determinado por secagem em estufa a 105°C por pelo menos 12 horas. A matéria mineral (MM) foi determinada pela queima em mufla a 550°C durante 4 horas. O nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl (Método 984.13, AOAC, 1997). A fibra em detergente

neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas utilizando os métodos de Van Soest et al., (1991), sem a utilização de amilase e descontados os valores da cinza residual.

Para a análise das fezes (n-alcano) foram realizadas amostras compostas (dos quatro dias de coletas) por animal, em cada ciclo de pastejo. A produção das amostras foi realizada homogenizando a mesma quantidade de matéria seca de fezes colhida por animal em cada dia de coleta. A extração dos n-alcenos foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal CAV/UDESC, conforme protocolo descrito por Dove & Mayes (2006), com adaptações propostas por Oliveira & Tedeschi (2010). A identificação dos n-alcenos nas extrações das amostras da forragem, fezes e nos péletes foram realizadas por cromatografia gasosa no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia da EMBRAPA, Pecuária Sul – Bagé/RS. Para a identificação foi utilizado o cromatógrafo a gás SHIMADZU 14, com coluna capilar de sílica fundida com detector de ionização de chama.

As concentrações  $\text{CH}_4$  e do  $\text{SF}_6$  foram determinadas por meio de cromatografia gasosa. Para isso, após o período de coleta do ar expelido pelos animais os tubos de aço inoxidável foram pressurizados com nitrogênio puro e medidos a pressão final, posteriormente. A análise foi realizada utilizando o cromatógrafo a gás Shimadzu 2014 modelo “Greenhouse” equipado com injetores acoplados a duas válvulas automatizadas, com detectores de ionização de chama (leitura do  $\text{CH}_4$ ) e de captura de elétrons (leitura do  $\text{SF}_6$ ). As leituras da cromatografia das concentrações de  $\text{CH}_4$  e  $\text{SF}_6$  foram corrigidas para a diluição.

### **Cálculos:**

#### **Consumo de matéria seca**

O consumo de matéria seca de forragem (CMS, kg de MS/dia), foi calculado pela equação:

$$\text{CMS} = \text{Fi}/\text{Fj} \times \text{Dj}/\text{Hj} - \text{Fi}/\text{Fj} \times \text{Hi}$$

Fi = concentração do n-alceno de cadeia ímpar nas fezes (mg/kg de MS);

Fj = concentração do n-alceno de cadeia par nas fezes (mg/kg de MS);

Dj = quantidade do n-alceno sintético fornecido (mg/dia);

Hi = concentração do n-alceno de cadeia ímpar natural na forragem (mg/kg de MS);

Hj = concentração do n-alceno de cadeia par na forragem (mg/kg de MS).

### **Valor energético da forragem ingerida**

A energia metabolizável (EM) da forragem ingerida foi estimada conforme proposto pelo AFRC (1995), utilizando a equação:

EM (MJ/kgMS) = 0,0157\* digestibilidade da material orgânica (DMO, g/kg)

$$R^2 = 0,83$$

### **Digestibilidade da matéria orgânica (DMO)**

A DMO foi estimada a partir da concentração de PB na MO fecal (PB<sub>F</sub>, Boval et al., 1996), onde:

$$DMO = 0,983 - 4,002 / PB_F$$

$$R^2 = 0,84; \text{ desvio padrão residual} = 0,025; n = 38$$

### **Metano**

A emissão diária de metano liberado por animal foi calculada a partir do SF<sub>6</sub> emitido, conforme a equação:

$$QCH_4 = QSF_6 \times ((CH_4 - CH_{4B}) / (SF_6 - SF_{6B})) \text{ onde:}$$

QCH<sub>4</sub>: taxa de emissão de metano g/dia;

QSF<sub>6</sub>: taxa de liberação do SF<sub>6</sub> da cápsula de permeação;

CH<sub>4</sub> e SF<sub>6</sub>: concentrações medidas no tubo coletor;

CH<sub>4B</sub> e SF<sub>6B</sub>: concentrações medidas no tubo coletor “branco”.

## **5.6 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância considerando as medidas repetidas no tempo por intermédio do procedimento PROC MIXED do SAS versão 9.02. O modelo incluiu o efeito aleatório do animal e os efeitos fixos do tratamento (acesso à leguminosa), período (ciclo de pastejo) e da interação tratamento × ciclo de pastejo.

## 6. RESULTADOS

Não houve efeito da interação entre o tratamento (acesso à leguminosa) x ciclo de pastejo para as variáveis analisadas. Dessa forma, os resultados são apresentados considerando as médias dos tratamentos.

A biomassa de folhas verdes foi semelhante nos pastos CEA em comparação aos pastos CEL (Tabela 3). De outra forma, a altura pré-pastejo e a proporção de colmos foram superiores ( $P < 0,001$ ), a proporção de folhas inferior ( $P < 0,05$ ) e o material morto superior ( $P < 0,01$ ) nos pastos de gramínea estreme (CEA).

A oferta de forragem foi semelhante entre os tratamentos, mas a altura pós-pastejo foi inferior ( $P < 0,001$ ) e a biomassa residual de folhas verdes foi superior ( $P < 0,05$ ) nos pastos CEL em comparação aos pastos CEA (Tabela 4). A proporção de folhas verdes residuais presentes no dossel foi inferior ( $P < 0,05$ ) e a proporção de colmos após o pastejo foi superior ( $P < 0,001$ ) nos pastos CEA em comparação aos pastos CEL.

O ganho médio diário, a digestibilidade da matéria orgânica e a energia metabolizável da forragem ingerida foram superiores ( $P < 0,001$ ) nos animais que tiveram acesso à leguminosa em comparação aos que não tiveram acesso (Tabela 5). O consumo de forragem e a quantidade diária de metano de origem entérica produzido foram superiores ( $P < 0,05$ ) nos animais que tiveram acesso à leguminosa, mas a quantidades de metano emitido por kg de GMD e por kg/MS ingerida não foi influenciada pelos tratamentos.

Tabela 3. Características pré-pastejo do capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi) em cultivo estreme (CEA), do capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo) (CEL) e do amendoim forrageiro em cultivo estreme.

Parâmetros	Tratamentos		dpr	Efeito (P<)
	CEA	CEL		
<i>Capim-elefante anão estreme e/ou consorciado com amendoim forrageiro</i>				
BFV (kg MS/ha) <sup>1</sup>	2666	2630	79,0	NS
Altura (cm) <sup>2</sup>	95,6	86,9	1,2	***
Composição morfológica (g/kg MS)				
Folhas (g/kg MS)	375	428	20,6	*
Colmo (g/kg MS)	347	278	24,4	***
Material Morto (g/kg MS)	247	192	17,5	**
Outras espécies (g/kg MS)	31	34	11,3	NS
Estolão (g/kg MS)	-	68	11,2	-
<i>Amendoim forrageiro estreme</i>				
BFV (kgMS/ha)	-	3174	143,3	-
Altura (cm) <sup>3</sup>	-	34,9	1,41	-
Folíolo+peciolo (g/kgMS)	-	645	9,0	-
Estolão (g/kgMS)	-	349	9,0	-
Material Morto (g/kgMS)	-	6	2,0	-

\* = P<0,05; \*\* = P<0,01; \*\*\* = P<0,001; NS: não significativo (P>0,10); dpr: desvio padrão residual; CEA = pastejado por animais sem acesso à leguminosa; CEL = pastejado por animais com 5 h/d de acesso à leguminosa; <sup>1</sup>biomassa de folhas verdes: para os pastos CEA = lâminas foliares do capim-elefante + folíolo e pecíolo da leguminosa; para os pastos CEL = folíolo + pecíolo da leguminosa); <sup>1</sup>BFV = biomassa de folhas verdes; <sup>2</sup> Altura = medida com régua graduada (sward stick); <sup>3</sup>Medida com prato ascendente.

Fonte: do próprio autor

Tabela 4. Oferta de forragem e características pós-pastejo do capim-elefante anão (cv. BRS Kurumi) em cultivo estreme (CEA), do capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro (cv. Amarello) (CEL) e do amendoim forrageiro em cultivo estreme.

Parâmetros	Tratamentos		dpr	Efeito (P<)
	CEA	CEL		
Oferta BFV (kg MS/100 kg PV) <sup>1</sup>	6,8	6,8	0,29	NS
<i>Capim-elefante anão estreme e/ou consorciado com amendoim forrageiro</i>				
BFV (kg MS/ha)	1403	1553	90,8	*
Altura (cm) <sup>2</sup>	62,8	59,1	0,50	***
Coefficiente de desaparecimento (cm)	0,35	0,32	0,008	**
Coefficiente de desaparecimento (biomassa)	0,47	0,41	0,044	0,06
Composição morfológica (g/kg MS)				
Folhas	257	316	26,6	*
Colmo	444	316	28,3	***
Material Morto	281	265	26,2	NS
Outras espécies	18	30	5,7	*
Estolão	-	73	16,2	-
<i>Amendoim forrageiro estreme</i>				
BFV (kg MS/ha)	-	2335	111,7	-
Altura (cm) <sup>3</sup>	-	26,8	1,21	-
Coefficiente de desaparecimento (cm)	-	0,23	0,024	-
Coefficiente de desaparecimento (biomassa)	-	0,26	0,005	-
Foliolo+peciolo (g/kg MS)	-	556	32,9	-
Estolão (g/kg MS)	-	422	28,7	-
Material morto (g/kg MS)	-	22	13,4	-

\* = P<0,05; \*\* = P<0,01; \*\*\* = P<0,001; NS: Não significativo (P>0,10); dpr: desvio padrão residual; CEA = pastejado por animais sem acesso à leguminosa; CEL = pastejado por animais com 5 h/d de acesso à leguminosa; <sup>1</sup> biomassa de folhas verdes: para os pastos CEA = lâminas foliares do capim-elefante + folíolo e pecíolo da leguminosa; para os pastos CEL = lâminas foliares do capim-elefante + folíolo e pecíolo da leguminosa; <sup>2</sup> medida com régua graduada (sward stick); <sup>3</sup> medida com prato ascendente.

Fonte: do próprio autor

Tabela 5. Consumo de forragem, desempenho animal, energia da pastagem, digestibilidade da pastagem e emissão de metano entérico por bovinos de corte inteiros, cruza charolês, em pastos de capim-elefante anão estreme cv. Kurumi (CEA) ou consorciado e em pastejo horário com amendoim forrageiro cv amarillo (CEL).

Parâmetro	Tratamento		Dpr	Efeito (P<)
	CEA	CEL		
<i>Consumo e desempenho animal</i>				
Consumo (kg/dia) <sup>1</sup>	6,7	7,8	1,43	*
Consumo (%PV) <sup>1</sup>	2,7	3,1	0,73	0,08
Ganho de peso (kg/dia)	0,70	0,97	0,174	***
<i>Energia e digestibilidade da pastagem</i>				
Digestibilidade da MO	0,77	0,79	0,010	***
EM da forragem (MJ/kgMS) <sup>3</sup>	12,1	12,4	0,15	***
<i>Emissão de metano entérico</i>				
g/dia	145,7	179,5	23,49	*
Energia Perdida (MJ/dia) <sup>4</sup>	8,2	9,6	2,34	*
Energia Perdida (%EB ingerida) <sup>5</sup>	13,0	15,5	4,88	NS
g/kg MS ingerida	22,9	25,3	5,40	NS
g/kg GMD	254,0	230,5	64,25	NS

\* = P<0,05; \*\* = P<0,01; \*\*\* = P<0,001; NS: Não significativo (P>0,10); dpr: desvio padrão residual; <sup>1</sup>Consumo pelo n-alceno (Mayes et al., 1986); <sup>2</sup> Estimada pela equação: DMO = 0,983 - 4,002/Proteína bruta fecal (Boval et al., 1996), R<sup>2</sup> = 0,84 ; <sup>3</sup>Energia metabolizável da forragem: EM (MJ/kgMS) = 0,0157\*MO digestível (g/kg de MS)) (AFRC., 1995), R<sup>2</sup> = 0,83; <sup>4</sup>Energia perdida (MJ/dia) = (g/metano animal/dia\*13,334)\*4,18/1000; <sup>5</sup>Energia perdida (%ED ingerida) = Energia perdida (MJ/dia) \* 100 / Energia exigida total conforme BAKER (2004).

Fonte: do próprio autor

O tempo alocado para atividade de pastejo no momento em que os animais do tratamento CEL estavam pastejando a leguminosa (manhã) foi inferior ( $P < 0,001$ ) e o tempo destinado à ruminação foi superior ( $P < 0,05$ ) no tratamento CEL em comparação ao CEA (Tabela 6, Figura 6). O tempo alocado para a atividade de pastejo nos períodos da tarde e noite não foi influenciado pelos tratamentos, mas o tempo total de pastejo dos animais que tiveram acesso à leguminosa foi inferior ( $P < 0,001$ ) ao dos animais que tiveram acesso exclusivo aos pastos de capim-elefante.

Tabela 6. Tempo de pastejo e de ruminação por bovinos de corte inteiros, cruzados charolês, em pastos de capim-elefante anão estreme cv. Kurumi (CEA) ou consorciado e em pastejo horário com amendoim forrageiro cv amarillo (CEL).

Parâmetro	Tratamento		dpr	Efeito (P<)
	CEA	CEL		
<i>Tempo de pastejo (minutos)</i>				
Total	594	535	44,6	***
Manhã (6:00-12:00)	191	136	25,8	***
Tarde (12:00-18:00)	184	187	29,3	NS
Noite (18:00-0:00)	151	155	13,4	NS
Madrugada (0:00-6:00)	68	57	12,3	*
<i>Tempo de ruminação (minutos)</i>				
Total	396	428	41,7	*

\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; NS: Não significativo ( $P > 0,10$ ); dpr: desvio padrão residual

Fonte: do próprio autor

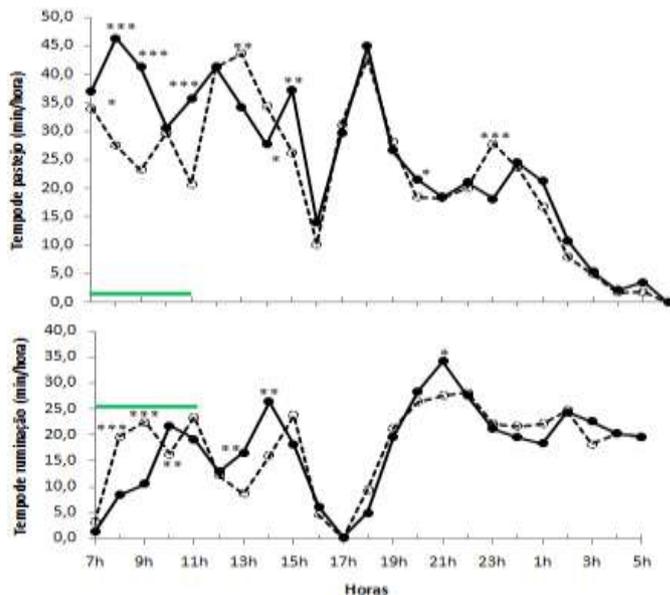


Figura 6. Tempo de pastejo e ruminação (minutos/hora) médio de bovinos de corte inteiros, cruza charolês, durante os três ciclos de pastejo nos tratamentos: capim-elefante anão cv. Kurumi estreme (—●— CEA) e capim-elefante anão consorciado e em pastejo horário com amendoim forrageiro cv. amarillo (---○--- CEL). (■) tempo de permanência dos animais do tratamento CEL no amendoim forrageiro estreme – 07h às 12.

Fonte: do próprio autor.

## 7. DISCUSSÃO

O objetivo do experimento foi avaliar as alterações decorrentes da inclusão de leguminosa (*Arachis pintoii*), em área exclusiva, para bovinos de corte em pastos de capim-elefante anão cv. BRS Kurumi (*Pennisetum purpureum*), sobre o consumo de forragem, o desempenho animal e a emissão de metano quando comparado à produção estreme da gramínea.

### 7.1 Efeito da inclusão de leguminosa sobre o consumo de forragem e o desempenho animal

Os incrementos observados no consumo de forragem e no desempenho animal nos animais que tiveram acesso ao amendoim forrageiro em pastejo horário podem ser atribuídos a diferenças na composição químico-bromatológica das dietas, bem como a possibilidade de interações digestivas e à distribuição espacial preconizada. Os efeitos da composição bromatológica sobre a maior ingestão de MS nos animais recebendo a leguminosa podem ser parcialmente atribuídos ao menor teor de carboidratos fibrosos, os quais afetam a taxa de esvaziamento do rúmen (NORTON & POPPI, 1995). O menor tempo de retenção das leguminosas no rúmen seria provocado pelo formato e arranjo das células destas espécies, além da sua menor proporção de tecidos vasculares (BARCELLOS et al., 2008). Neste trabalho, o capim-elefante anão apresentou maiores teores de FDN quando comparado ao *Arachis pintoii* ( $526 \times 414$  g/kg MS).

Sobre a existência de possíveis interações digestivas, destaca-se que quando gramíneas e leguminosas são componentes de uma mesma dieta, pode ocorrer algum tipo de sinergia no ambiente ruminal (NIDERKORN et al., 2011). Estas interações afetam a resposta animal de forma que o desempenho é diferente dos valores observados quando as forragens são ingeridas separadamente. Além disso, as interações digestivas podem provocar efeitos associativos alterando as taxas de ingestão e digestão, além de modificar os processos metabólicos (NIDERKORN & BAUMONT, 2009). Esta abordagem difere da descrita por Minson (1990), o qual atribui a existência de efeitos sinérgicos da mistura gramínea-leguminosa somente quando a gramínea é deficiente em energia ou proteína. O teor médio de proteína bruta no

capim-elefante não foi de 170 g/kg MS, ou seja, muito acima do preconizado para evitar deficiência de N para o crescimento microbiano ruminal (VAN SOEST, 1994). Da mesma forma, o teor de energia metabolizável da forragem ingerida foi somente 0,3 MJ/kg MS inferior nos animais ingerindo a gramínea pura em comparação aos que tiveram acesso à leguminosa.

O efeito da distribuição espacial preconizada pode ser evidenciado pelo fato de que em experimento anterior, Crestani et al. (2013), utilizando o capim-elefante não consorciado com *Arachis pintoi*, em um mesmo ambiente forrageiro, identificaram dificuldades no consumo da leguminosa por parte dos animais, o que se refletiu em semelhante desempenho quando comparado aos animais em pastos da gramínea em cultivo estreme. Dessa forma, pode-se afirmar que a presença da leguminosa em estratos mais baixos do dossel dificultou sua colheita no processo de pastejo. Paris et al. (2009), por sua vez, utilizando gramínea de porte baixo, coastcross (*Cynodon dactylon*), atribuíram a inexistência de efeito da leguminosa à baixa proporção de *Arachis pintoi* no dossel.

Os benefícios da maior facilidade de colheita da forragem pelos animais que tiveram acesso à área exclusiva de leguminosa podem ser evidenciados pelo fato de que os maiores consumos foram obtidos com menor tempo de pastejo. A queda no tempo de pastejo diário (-11,0%) dos animais que tiveram acesso à leguminosa pode ser explicada pela facilidade da ingestão e apreensibilidade por parte da leguminosa. Orr et al. (2004) atribuíram o menor tempo de pastejo, bem como o maior consumo dos animais com acesso à leguminosas a diferenças estruturais das plantas, sendo que os estolões da leguminosa permanecem junto ao solo em camada inacessível, diferente do colmo e pseudocolmo das gramíneas. No mesmo sentido, Chapman et al. (2007) atribuíram o aumento na taxa de ingestão de pastos com leguminosas puras à diferença da composição morfológica dos estratos desfolhados, quando comparado aos pastos de gramínea pura. Além disso, é conhecido que a redução na relação folha/colmo das gramíneas reduz a taxa de consumo instantâneo de forragem, devido à barreira física imposta pela presença de colmos no estrato pastejado (BENVENUTTI et al., 2006; DRESCHER et al., 2006), e/ou pela procura por partes de plantas de maior qualidade, por exemplo, lâminas foliares (SODER et al., 2009).

Estes resultados evidenciam a potencialidade da introdução de leguminosas de clima tropical para a manutenção de elevado desempenho animal ao longo de toda a estação de crescimento da

gramínea, sendo comparáveis aos observados em situações onde bovinos de corte, em pasto de gramínea de clima tropical, têm recebido suplementação com alimento concentrado (VAZ et al., 2013). Evidencia-se, portanto, que o uso de leguminosas de clima tropical, comparado a gramíneas puras, pode proporcionar vantagens equivalentes àquelas observadas em pastos de clima temperado. Neste sentido, o efeito de leguminosas de clima temperado é bem conhecido. Estudos com vacas lactantes demonstraram aumento na produção de leite com a inclusão de *Trifolium repens* em pastos de azevém perene (*Lolium perenne*) na ordem de 15 a 25%, quando comparados a pastos de gramínea em monocultivo (PEYRAUD et al., 2009, STEINSHAMN, 2010). O maior ganho animal/dia, para os animais com acesso à gramínea-leguminosa, pode ser explicado pelo aumento no consumo de matéria seca provocado pela inclusão da leguminosa (RIBEIRO FILHO et al., 2003; DEWHURST et al., 2009).

## **7.2 Efeito da inclusão da leguminosa sobre a emissão de metano**

O aumento da produção diária de metano nos animais que tiveram acesso ao amendoim forrageiro pode estar atribuído ao maior consumo diário de forragem. Eckard et al. (2010), relatam que a melhoria na qualidade da dieta pode elevar a ingestão de matéria seca por animal e resultar em aumento na produção diária de metano. Os mesmos autores comentam sobre a necessidade de pesquisas e modelagens para compreender melhor as possíveis relações entre a melhoria da qualidade da dieta e do consumo voluntário, bem como da alteração da taxa de lotação e produção de gases de efeito estufa nos diversos sistemas produtivos. Blaxter e Clapperton, 1965, verificaram que a melhoria na qualidade da dieta tende a aumentar a ingestão voluntária do animal, reduzindo o tempo de retenção no rúmen, promovendo uma digestão pós ruminal mais eficiente, com redução da perda energética da dieta convertida em metano.

Quando a produção de metano entérico foi expressa em relação à unidade de forragem consumida e/ou de produto animal gerado (g CH<sub>4</sub>/kg de MS consumida ou g CH<sub>4</sub>/kg GMD) não houve diferença entre os animais que tiveram ou não acesso à leguminosa. Dessa forma, pode-se afirmar que a introdução da leguminosa não foi suficiente para mitigar a emissão de gases de efeito estufa. Estes resultados corroboram

com observações de Kennedy e Charmelay (2012), os quais avaliaram várias combinações de gramíneas e leguminosas tropicais, verificando que a produção de metano por unidade de matéria seca ingerida foi variável entre as dietas, mas está fortemente relacionada com a digestibilidade da MO das forragens. Da mesma forma, a introdução de leguminosas tropicais em dietas para ovinos não foi capaz de reduzir a emissão de metano por kg de MS consumida (MOREIRA et al., 2013). Hammond et al. (2011) avaliando pastos de clima temperado para ovinos, observaram que a introdução de leguminosas não diminuiu a produção de metano entérico por unidade de forragem consumida.

### **7.3 Efeito da fonte de adubação sobre a produção primária do capim-elefante anão cv. BRS Kurumi**

A semelhança da massa de lâminas foliares do capim-elefante anão estreme com adubação nitrogenada e do capim-elefante anão consorciado com amendoim forrageiro sem o uso de adubação química,, evidencia a importância da leguminosa para assegurar a produção primária do pasto consorciado. Esses resultados estão de acordo com Paris et al. (2009) e Crestani et al. (2013), os quais avaliando o *Arachis pinto* consorciado com gramíneas tropicais, identificaram a potencialidade do amendoim forrageiro na redução do aporte de fertilizantes nitrogenados.

Destaca-se, contudo, que a altura do pasto e o seu teor proteico foram influenciados pelo tratamento, sendo que a adubação nitrogenada aumentou a altura do capim-elefante anão e a quantidade de proteína bruta. Esta maior altura do CEA (9,7cm) pode ser explicada pela maior elongação de colmos nos pastos que receberam o fertilizante nitrogenado. Crestani et al. (2013) encontrou, no mesmo local, resultados semelhantes, onde o pasto em produção estreme com aporte de nitrogênio mineral, obteve uma altura pré-pastejo média de 7 cm superior ao capim-elefante consorciado com *Arachis pinto*, além de um teor proteico maior. Como esperado, a leguminosa apresentou maiores teores de proteína bruta e lignina, mas menor teor de FDN. Segundo Barcellos et al. (2008), as leguminosas tropicais apresentam, via de regra, maior teor de proteína bruta e menor proporção de parede celular, embora os teores de lignina sejam superiores.

## **8. CONCLUSÕES**

Bovinos pastejando capim-elefante anão com acesso horário a pastos de amendoim forrageiro melhoram o consumo de forragem e seu desempenho, sem aumentar a produção de metano por kg de matéria seca ingerida.

O fornecimento do amendoim forrageiro na forma de pastejo horário possibilitou maior eficiência do tempo utilizado para a atividade de pastejo.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC, 1995. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingfords, Oxon, UK, 159p.

AOAC (Association of official analytical chemists). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Arlington: AOAC, 1995.

ALMEIDA, E.X ; RIBEIRO FILHO, H. M. N. ; CRESTANI, S. ; ANDRADE, E. A. ; KOLLING, A. ; LEDO, F. J. S. . BRS Kurumi: nova cultivar de capim-elefante para pastejo em Santa Catarina. Agropecuária Catarinense, 2012.

AMARAL, G.A. Consumo de forragem e emissão de metano por ovinos em ambientes pastoris. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. 2011. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

ARCHIMÈDE, H.; EUGÈNE, M.; MAGDELEINE, C.M.; et al. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. **Animal Feed Science and Technology**. v.166-167, p.59-64, jun 2011.

BAKER, R. D. Estimating herbage intake from animal performance. In: PENNING, P. D. (Ed.). **Herbage intake handbook**. The british grassland Society, 2, 95-120, 2004.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L., et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 37, suplemento especial, p.51-67, 2008.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; et al. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, 48, 21-27, 2008.

BENVENUTTI, M.A.; GORDON, I.J.; POPPI, D. P.; The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour

and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass Forage Science**, 61, 272–281, 2006.

BLAXTER, K.L., CLAPPERTON, L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.* 19, 511–522, 1965. doi:10.1079/BJN19650046.

BOVAL, M. et al., Évaluation d'indicateurs fécaux pour prédire la digestibilité et les quantités ingérées de *Dichanthium* sp par des bovins creoles. **Annales de Zootechnie**, v. 45, n. 2, p. 121– 34, Mar, 1996.

CHAPMAN, D.F; PARSONS, A.J; COSGROVE, G.P.; BARKER, D.J.; MAROTTI, D.M; VENNING, K.J; RUTTER, S.M; HILL, J. Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake, and performance. **Crop Science**, v.47, p.399-415, 2007.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC (2004). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, SBCS/NRS. 400p.

COTTON, W.R.; PIELKE, R.A. **Human impacts on weather and climate**. Cambridge: Cambridge University, 1995. 288 p.

CRESTANI, S.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; MIGUEL, M. F. et al. Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. **Tropical Animal Health and Production**. 2013, doi: 10.1007/s11250-013-0371-x.

DEWHURST, R.J.; DELABY, L.; MOLONEY, A.; BOLAND, T.; LE WIS, E. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.48, p.167-187, 2009.

DOVE, J., MAYES, R.W. Protocol for the analysis of n- alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. **Nature Protocols**, 1: 1680-1697, 2006.

DRESCHER, M; HEITK'ONIG, I. M. A; RAATS, J. G; HERBERT, H. T. P; The role of grass stems as structural foraging deterrents and their effects on the foraging behaviour of cattle. **Applied Animal Behavior Science**, 101, 10-26, 2006.

ECKARD, R.J.; GRAINGER, C.; DE KLEIN, C.A.M. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. **Livestock Science**, 130 47-56, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance. Roma: FAO, 2009. 166 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>>. Acessado em: 13 de janeiro de 2013.

HAMMOND, K.J.; BURKE, J.L.; KOOLAARD, J.P. et al. Effects of feed intake on enteric methane emissions from sheep fed fresh white clover (*Trifolium repens*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) forage. **Animal Feed Science and Technology** 179:121-132, 2011.

HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.**, 15(76): 663-700, 1975.

HODGSON, J. The grazed animal. In: **Grazing management: Science into practice**. New York: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203 p.

JENSEN, E.S.; PEOPLES, M.B.; BODDEY, R.M.; et al. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries: A review. **Agronomy for Sustainable Development**. 32: 329-364, 2012.

JENKINSON, D.S. The impact of humans on the nitrogen cycle, with focus on temperate agriculture. **Plant Soil**., 228:3 – 15, 2001.

JOHNSON, K.; HUYLEYER, M.; WESTBERG, H.; et al., Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF<sub>6</sub> tracer technique. **Environmental Science and Technology**. vol.28:2, 1994.

JOHNSON, J.M.F.; FRANZLUEBBERS, A.J.; WEYERS, S.L.; REICOSKY, D.C. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. **Environmental Pollution**. vol.150: 107-124p, 2007.

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

LASCANO, C.E.; ÁVILA, P. Long-term producción de leche em pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. **Pasturas Tropicales**, Cali, V.13, n.1, p.10-20, 1991.

KENNEDY, P.M.; CHARMLEY, E. Methane yields from Brahman cattle fed tropical grasses and legumes. **Animal Production Science**, 52, 225–239, 2012.

MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R; GUIMARÃES JUNIOR, R.; et al. **Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011, 92p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos 147).

MACHADO, L.A.Z.; LEMPP, B.; VALLE, C.B. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. In: PIRES, A.V (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ.v. I, p.375-417, 2010.

MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. *Animal*, v. 4, n. 3, p. 351-365, 2009.

MAYES, R.W.; LAMB, C.S.; COLGROVE, P.M. The use of dosed and herbage n-alkanes as marker for the determination of herbage intake. **Journal Agricultural Science**, v.107, p.161-170. 1986.

McALLISTER, T.A.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M.; HAO, X.; ROBINSON, P.H. Greenhouse gases in animal agriculture – Finding a balance between food production and emissions. **Animal Feed Science and Technology**. v.166-167, p.1-6, jun 2011. Minson, 1990

MOREIRA, G. D; LIMA, P.M.T; BORGES, B.O; PRIMAVESI, O; LONGO, C; McMANUS, C; ABDALLA, A; LOUVANDINI, H. Tropical tanniniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. **Tropical Animal Health and Production**, 45, 879–82, 2013

NIDERKORN, V.; BAUMONT, R.; LE MORVAN, A., et al. Occurrence of associative effects between grasses and legumes in binary mixtures on in vitro rumen fermentation characteristics. **Journal of Animal Science.**, 89: 1138-1145, 2011. doi: 102527/jas.2010-2819.

NIDERKORN, V., BAUMONT, R. Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants. **Animal**, 3:951–960, 2009.

NORTON, B. W.; POPPI, D. P. Composition and nutritional attributes of pasture legumes. In: D’MELLO, J. P. F.; DEVENDRA, C, (eds). **Tropical legumes in animal nutrition**. CAB International Wallingford. p.23-48, 1995.

OLIVEIRA, D. E. ; TEDESCHI, L. O. Comparing plastic syringes and disposable columns to extract n-alkanes in forage and concentrate feeds. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1844-1847, 2010.

ORR, R.J.; RUTTER, S.M.; YARROW, N.M. et al. Changes in ingestive behavior of yearling dairy heifers due to changes in sward state during grazing down of rotationally stocked ryegrass or white clover pastures. **Applied Animal Behavior Science**, v.87, p.205–222, 2004.

PARIS, W. et al. Produção de novilhas de corte em pastagem Coastercross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.1, p.122-129, 2009.

PARSONS, A. J.; NEWMAN J. A.; PENNING P. D.; HARVEY, A. & ORR R, J. 1994. Diet preference of sheep: Effects of recent diet, physiological state and species abundance. **J. Anim. Ecol.** 63:465–478, 1994. doi:10.2307/5563.

PENNING, P.D.; RUTTER, S.M. Ingestive behavior. In: PENNING, P. D. (Ed.). **Herbage intake handbook**. The british grassland Society, 2, 95-120, 2004.

PEYRAUD J.L.; LE GALL A.; LÜSCHER A. Potential food production from forage legume-based systems in Europe: an overview. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, 48: 115-135, 2009.

PINTO, P.P.; PAIVA, E.; PURCINO, H.; et al. Characterization of rhizobia that nodulate *Arachis pintoii* by RAPD analysis. **Brazilian Journal of Microbiology**. vol.35, n.3, São Paulo Julho/Setembro, 219-223p, 2004.

POPPI, D. P.; GILL, M.; FRANCE, J.; Integration of theories of intake regulation in growing ruminants. **J. theor. Biol.** 167, 129-145, 1994.

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.

SODER, K.J.; SANDERSON, M. A; GREGORINI, P. ORR, R. J; RUBANO, M. D, ROOK, A. J; Relationship of bite mass of cattle to sward structure of four temperate grasses in short-term grazing sessions. **Grass and Forage Science**, 64, 421-431, 2009.

SOLOMON, J.K.; MACOON, B.; LANG, D.J.; et al. A novel approach to grass-legume management. **Crop Science**, vol. 51, Jul-Aug, p. 1865-1876, 2011.

SOUSSANA, J. F.; ALLARD, V.; PILEGAARD, K. et al. Full accounting of the greenhouse gas (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) budget of nine European grassland sites. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 121, 121-134, 2007.

STEINSHAMN, H. Effect of forage legumes on feed intake, milk production and milk quality – a review. **Animal Science Papers and Reports**. 28:195-206, 2010.

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 – CPAF Acre. 18p. 2001 (Circular Técnica, 43).

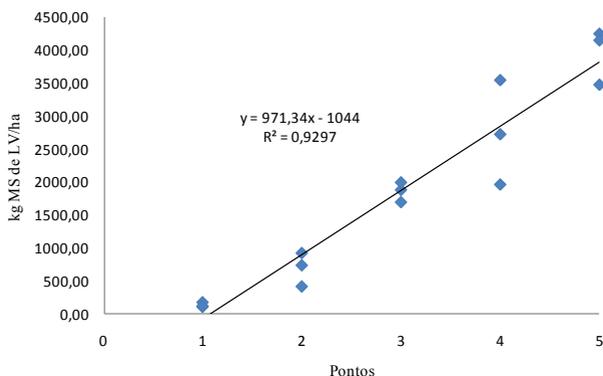
VAN SOEST P. J.; ROBERTSON J.B.; LEWIS B.A. Methods for dietary fibre, neutral-detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, 74, 3583–3597, 1991.

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

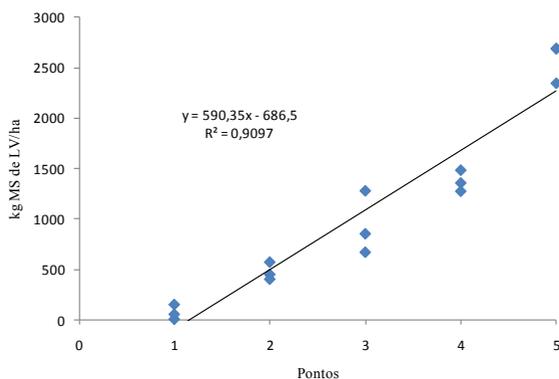
VAZ, R. Z.; LOBATO, J.F.P.; PACHECO, P.S. Performance of Braford steers grazing on cultivated pastures and fed or not fed an energy supplement. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.2, p.130-136, 2013.

## 10. APÊNDICES

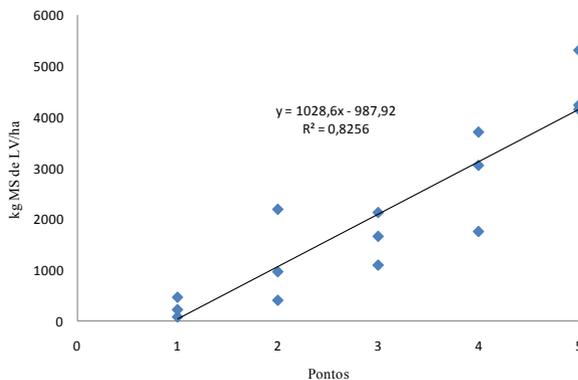
Apêndice A. Análise de regressão de medida pré pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo.



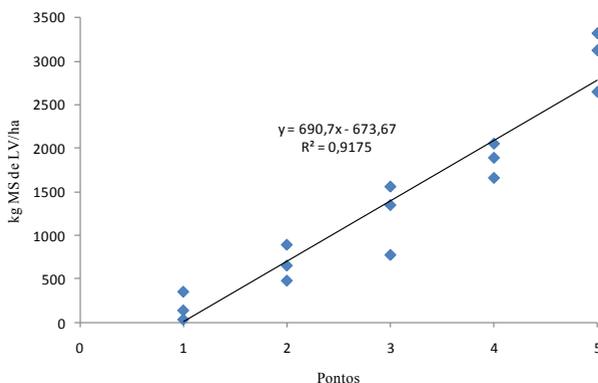
Apêndice B. Análise de regressão de medida pós pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo.



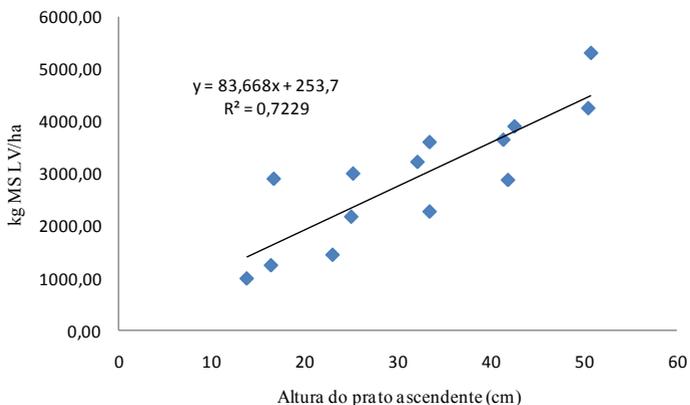
Apêndice C. Análise de regressão de medida pré pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi consorciado com amendoim forrageiro em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo.



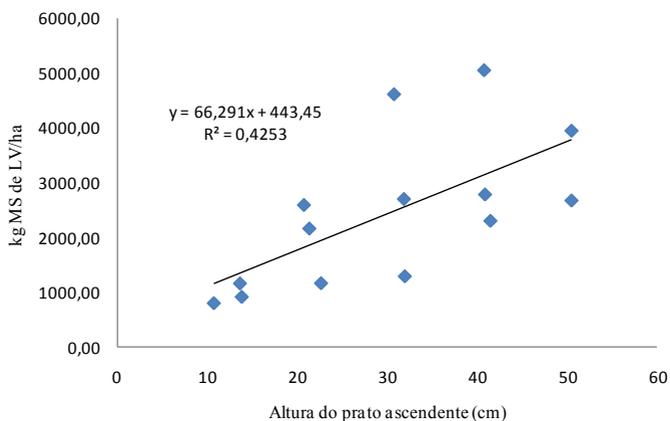
Apêndice D. Análise de regressão de medida pós pastejo do tratamento capim-elefante anão cv. Kurumi consorciado com amendoim forrageiro em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da pontuação pelo método de estimativa visual comparativo.



Apêndice E. Análise de regressão de medida pré pastejo do tratamento amendoim forrageiro estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da altura do prato ascendente (cm).



Apêndice F. Análise de regressão de medida pós pastejo do tratamento amendoim forrageiro estreme em três ciclos de pastejo, kg de matéria seca de lâmina verde por hectare em função da altura do prato ascendente (cm).



## 11. ANEXOS

Anexo 1. Equações da exigência e consumo pelo desempenho animal (BAKER, 2004).

### Exigência de manutenção (F)

$$F \text{ (MJ d}^{-1}\text{)} = C1 (0,53 (W/1.08)^{0,67})$$

C1= 1,15 para touros e 1,0 para outras categorias

W = Peso corporal

### Exigência para atividade (A)

$$A \text{ (kJ d}^{-1}\text{)} = (HM+VM+S+BPC)W/1000$$

HM = Movimento horizontal (2,0 J /m)

VM = Movimento vertical (28 J /m)

S = Em estação por 24 horas = 10 kJ

BPC = Mudanças de posição do corpo por dia (26 J / mudança)

### Exigência manutenção total (Mt)

$$MJ \text{ d}^{-1} = (F + A) / k$$

k = eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção

$$k = 0,35 \times qm + 0,503$$

qm = Metabolizabilidade para manutenção = 0,61

### Exigência para ganho de peso (GDP)

$$G \text{ (MJ/kg)} = \frac{C2 (4,1 + 0,0332W - 0,000009W^2)}{(1 - C3 \times 0,1475 \Delta W)}$$

C2 = Correção para precocidade (maturidade por grupo racial) e sexo

C3 = plano nutricional

$\Delta W$  = ganho diário de peso

### Ajuste pelo nível de alimentação

$$\text{Fator de Correção} = 1 + 0,018 \times (L - 1)$$

L = Exigência de energia metabolizável para a manutenção

### Cálculo do consumo pelo desempenho animal

$$\text{CMS (kg/dia)} = \frac{\text{Exig. Manutenção} + \text{Exig. GDP}}{\text{Energia metabolizável da forragem (MJ/kg)}} \times \text{Fator de correção}$$

Anexo 2. Exemplo entradas SAS animal (ganho médio diário).  
 Tratamento 1 = capim-elefante-anão estreme; Tratamento 2 = capim-elefante-anão consorciado e em pastejo horário com amendoim forrageiro

**data** exp1201animal;

**input** trat periodo animal resp;

**cards**;

1	1	7	0.737
1	1	8	0.842
1	1	9	0.858
1	1	10	0.842
1	1	11	0.789
1	1	12	0.974
2	1	1	1.211
2	1	2	1.039
2	1	3	-
2	1	4	1.421
2	1	5	1.434
2	1	6	1.211
1	2	7	0.706
1	2	8	0.618
1	2	9	0.691
1	2	10	0.738
1	2	11	0.735
1	2	12	0.941
2	2	1	0.706
2	2	2	0.882
2	2	3	1.000
2	2	4	0.824
2	2	5	1.206
2	2	6	1.015
1	3	7	0.412
1	3	8	0.647
1	3	9	0.529
1	3	10	0.441
1	3	11	0.588
1	3	12	0.529
2	3	1	0.824
2	3	2	0.794
2	3	3	0.647
2	3	4	0.647
2	3	5	0.765
2	3	6	0.618

;

```

run;
proc mixed method= reml;
class trat periodo animal;
model resp = trat periodo periodo*trat;
repeated / type = vc sub = animal(trat);
lsmeans trat / diff adjust = tukey;
lsmeans periodo / diff adjust = tukey;
lsmeans trat*periodo / diff adjust = tukey;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
ods listing exclude diffs lsmeans;
run;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=.05,sort=no);
run;

```

Anexo 3. Exemplo entradas SAS capim-elefante año cv.Kurumi (biomassa de matéria seca de lâmina verde, kg/ha, pré pastejo)  
 Tratamento 1 = capim-elefante-año estreme; Tratamento 2 = capim-elefante-año consorciado com amendoim forrageiro

```

data exp1201kurumi;
input trat periodo lote resp;
cards;
1 1 1 2405.2
1 1 2 2557.6
2 1 3 2994.6
2 1 4 2954.6
1 2 1 2796.7
1 2 2 2925.6
2 2 3 2266.1
2 2 4 2223.2
1 3 1 2662.4
1 3 2 2652.4
2 3 3 2759.5
2 3 4 2582.2
;
run;
proc mixed method= reml;
class trat periodo lote;
model resp = trat periodo periodo*trat;
repeated / type = vc sub = lote(trat);

```

```

lsmeans trat / diff adjust = tukey;
lsmeans periodo / diff adjust = tukey;
lsmeans trat*periodo / diff adjust = tukey;

```

```
run;
```

Anexo 4. Exemplo entradas SAS Amendoim forrageiro estreme  
((biomassa de matéria seca de lâmina verde, kg/ha, pré pastejo)

```

data exp1201arachis;
input trat periodo lote resp;
cards;
2      1      3      3161.2
2      1      4      2939.4
2      2      3      3265.7
2      2      4      3315.9
2      3      3      3048.2
2      3      4      3315.9
;
run;
proc mixed method= reml;
class periodo;
model resp = periodo ;
repeated / type = vc;
lsmeans periodo / diff adjust = tukey;

run;

```