

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DO
CAPIM-TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES**

WILSON GONÇALVES DE FARIA JÚNIOR

Belo Horizonte/2012

WILSON GONÇALVES DE FARIA JÚNIOR

**VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DO CAPIM-TIFTON 85
EM DIFERENTES IDADES.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição e Alimentação Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Carlos Gonçalves.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO –
ESCOLA DE VETERÍNARIA/UFMG

F224v Faria Júnior, Wilson Gonçalves, 1983-

2012 Valor nutricional de silagens do capim-tifton 85 em diferentes idades / Wilson Gonçalves de Faria Júnior. - 2012.

198f. : il.

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves

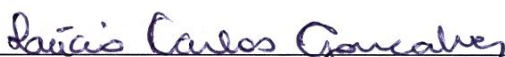
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui Bibliografia.


1. Silagem-Qualidade- Teses. 2. Ensilagem – Teses. 3. Valor nutricional – Teses.
4. Ovino-Alimentação e rações –Teses I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Universidade
Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.2

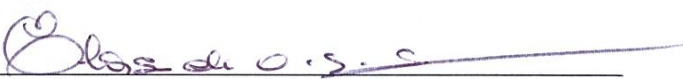
Tese defendida e aprovada em 05 de março de 2012 pela comissão examinadora constituída por:



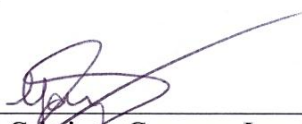
Prof. Dr. Lúcio Carlos Gonçalves
(Orientador) EV/UFMG



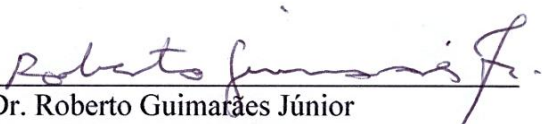
Prof. Dr. Diogo Gonzaga Jayme
EV/UFMG



Prof. Dra. Eloísa de Oliveira Simões Saliba
EV/UFMG



Prof. Dr. Cristiano Gonzaga Jayme
Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais



Dr. Roberto Guimarães Júnior
Embrapa Cerrados

Belo Horizonte, 05 de março de 2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
- C E T E A -**

CERTIFICADO

Certificamos que o **Protocolo nº 41/2009**, relativo ao projeto intitulado "**Novas opções de suplementação forrageira para a cadeia produtiva do leite do Estado de Minas Gerais**", que tem como responsável(is) **Lúcio Carlos Gonçalves**, está(ão) de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **17/06/2009**.

Este certificado expira-se em **17/06/2014**.

CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 41/2009**, related to the project entitled "**New options of forage suplain for the milk productive chain in Minas Gerais**", under the supervisors of **Lúcio Carlos Gonçalves**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the **Ethics Committee In Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **June 17, 2009**.

This certificate expires in **June 17, 2014**.

Belo Horizonte, 23 de Junho de 2009.

Prof. Humberto Pereira Oliveira
Coordenador do CETEA/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha
Unidade Administrativa II - 2º Andar, Sala 2005
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
Telefone: (31) 3499-4516 - Fax: (31) 3499-4592
www.ufmg.br/ibicetica/cetea - cetea@ppq.ufmg.br

“A dúvida é o principio da sabedoria” Aristoteles

e

“A simplicidade é o último degrau da sabedoria” Khalil Gibran

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, que tanto lutaram por esse sonho, *“in memória”*.

AGRADECIMENTOS

À minha querida família que sempre me apoiou e vibrou com as minhas conquistas.

Agradeço ao Professor e amigo Lúcio Carlos Gonçalves pela orientação, confiança, conselhos, ensinamentos e amizade, obrigado.

À Juliana Colodo pelo amor, companheirismo e compreensão.

Aos professores Iran Borges, Eloísa de Oliveira Simões Saliba, Norberto Mario Rodriguez pelos ensinamentos, amizade e disponibilidade em esclarecer minhas dúvidas.

Aos Pesquisadores Hugo Eduardo Laborde e Martín J. Arzadún, pela orientação durante o intercâmbio na Universidad Nacional Del Sur, em Bahia Blanca, Argentina.

Aos Professores Cristiano Gonzaga Jayme, Diogo Gonzaga Jayme e Dr. Roberto Guimarães Júnior pelos ensinamentos e colaboração.

Aos amigos de grupo Alex, Frederico, Gabriel, Wellington, Otaviano, Filipe, Fernando, Flavinha, Fernandinha e Pedro pela amizade e ajuda durante todo o trabalho.

Aos amigos Toninho, Carlos e Kelly pela amizade, presteza e colaboração imprescindíveis dentro do laboratório de Nutrição.

Ao Departamento de Zootecnia da EV-UFMG, pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao Colegiado de Pós-graduação em Zootecnia pela presteza.

A Fazenda Santa Helena pela disponibilidade da área, equipamentos e funcionários.

A FAPEMIG pelos recursos financeiros concedidos para realização deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado

A CAPES/SECYT pelo convênio e intercambio de Doutorado Sanduiche na Universidad Nacional Del Sur.

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO GERAL	15

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA.....	17
1.1. <i>O capim-tifton (Cynodon dactylon)</i>	17
1.2. <i>Produtividade e relação lâmina foliar:colmo</i>	18
1.3. <i>Efeito do estágio fenológico no valor nutricional</i>	20
1.4. <i>Qualidade da silagem e perfil de fermentação</i>	21
1.5. <i>Fatores determinantes do consumo voluntário</i>	26
1.6. <i>Digestibilidade aparente</i>	30
1.7. <i>Eficiência no uso de nitrogênio da dieta</i>	31
1.8. <i>Técnicas in vitro para avaliação nutricional de forrageiras</i>	34
1.9. <i>Partição da energia dos alimentos, calorimetria e respirometria</i>	38
1.10. <i>Produção de metano entérico por ruminantes</i>	46
1.11. <i>Referências Bibliográficas</i>	51

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE	74
2.1. <i>Introdução</i>	74
2.2. <i>Material e Métodos</i>	75
2.3. <i>Resultados e Discussão</i>	78
2.3.1. <i>Características agronômicas</i>	78
2.3.2. <i>Valor nutricional</i>	83
2.4. <i>Conclusões</i>	96
2.5. <i>Referências Bibliográficas</i>	96

CAPÍTULO 3

CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL <i>IN VITRO</i> DO CAPIM-TIFTON 85 EM CINCO IDADES DE CORTE	103
3.1 <i>Introdução</i>	103
3.2. <i>Material e Métodos</i>	104
3.3. <i>Resultados e Discussão</i>	107

3.4. Conclusões.....	112
3.5. Referências Bibliográficas	113

CAPÍTULO 4

QUALIDADE DAS SILAGENS DE CAPIM-TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES..... 116

4.1. Introdução	117
4.2. Material e Métodos.....	118
4.3. Resultados e Discussão	121
4.3.1. Composição bromatológica.....	121
4.3.2. Parâmetros fermentativos.....	131
4.4. Conclusões.....	137
4.5. Referências Bibliográficas	137

CAPÍTULO 5

PERFIL DE FERMENTAÇÃO DAS SILAGENS DE CAPIM-TIFTON 85 PRODUZIDAS AOS 45 E 74 DIAS DE REBROTA..... 143

5.1. Introdução	143
5.2. Material e Métodos.....	144
5.3. Resultados e Discussão	148
5.4. Conclusões.....	156
5.5. Referências Bibliográficas	156

CAPÍTULO 6

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE E METABOLISMO DE NITROGÊNIO E ENERGIA DAS SILAGENS DE CAPIM-TIFTON 85 OBTIDAS EM DIFERENTES IDADES DE REBROTA..... 160

6.1. Introdução	161
6.2. Material e Métodos.....	162
6.3. Resultados e Discussão	168
6.3.1 Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca.....	168
6.3.2 Consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta e balanço de nitrogênio. 170	
6.3.3 Consumo e digestibilidade das frações fibrosas	173
6.3.4 Partição e balanço de energia.....	177
6.3.5. Eficiência de utilização da energia	181
6.3.6. Teores de energia nas silagens.....	183
6.3.7. Respirometria	184
6.3.8. Produção de metano entérico.....	185

6.4. Conclusões.....	188
6.5. Referências Bibliográficas	188

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES	195
---	------------

ANEXOS	196
---------------------	------------

<i>Anexo 1. Modelos de curvas de produção de gases $G = Y_{S_0} * \Phi$.....</i>	<i>196</i>
---	------------

<i>Anexo 2. Pontuação da fermentação da silagem com relação aos valores de pH, associado ao conteúdo de matéria seca (MS), níveis de amônia e ácidos butírico e acético.....</i>	<i>197</i>
--	------------

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, %), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, %), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN; %) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA,%) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade..... 87

Tabela 2. Carboidratos totais (CT), açúcares, Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade..... 88

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Degradabilidade da matéria seca e degradabilidade efetiva do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 111

Tabela 2. Relação entre produção de gases (mL) e degradação da matéria seca (g/g MS) do capim-tifton 85 nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias e dos dados em conjunto. 112

CAPÍTULO 4

Tabela 1. Matéria seca (g/kg) na forragem fresca e na silagem para capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. 122

Tabela 2. Valores de proteína bruta (g/kg MS) e proteína insolúvel em detergente ácido (%PB) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 123

Tabela 3. Valores de fibra em detergente neutro (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 125

Tabela 4. Valores de fibra detergente ácido (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 126

Tabela 5. Valores de hemiceluloses (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 127

Tabela 6. Valores de celulose (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 128

Tabela 7. Valores de lignina (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 129

Tabela 8. Valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (g/g MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 130

Tabela 9. Valores de carboidratos solúveis (g/kg MS) da forragem fresca e silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 131

Tabela 10. Classificação do padrão de fermentação das silagens de capim-tifton 85 ensilado aos 28, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota 137

CAPÍTULO 5

Tabela 1. Efeito do período de fermentação na composição química e na digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 45 dias de rebrota.	148
Tabela 2. Efeito do período de fermentação na composição química e na digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 74 dias de rebrota.	149

CAPÍTULO 6

Tabela 1. Composição química, parâmetros fermentativos e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas, em tambores, aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.....	168
Tabela 2. Consumos de matéria seca, digestibilidade aparente da matéria seca e consumos de matéria seca digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.	169
Tabela 3. Consumo de proteína bruta, digestibilidade aparente da proteína bruta e consumo de proteína bruta digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.	171
Tabela 4. Consumo, perda fecal e urinária de nitrogênio, nitrogênio retido, balanços de nitrogênio, eficiências de uso do nitrogênio retido das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.	172
Tabela 5. Consumo de fibra detergente neutro, digestibilidade da fibra detergente neutro e consumo de fibra detergente neutro digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.	174
Tabela 6. Consumo de fibra detergente ácido, digestibilidade da fibra detergente ácido e consumo de fibra detergente ácido digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.	174
Tabela 7. Consumos de hemiceluloses, celulose e lignina, digestibilidade das hemiceluloses e celulose e consumos de hemiceluloses e celulose digestíveis das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.....	176
Tabela 8. Consumos e perdas de energia das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em kcal/PV ^{0,75}	178
Tabela 9. Perdas de energia nas fezes, na urina, como metano e incremento calórico em relação a energia bruta das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos em manutenção.	178
Tabela 10. Digestibilidade aparente da energia bruta, metabolizabilidade da energia bruta (<i>qm</i>), eficiência de conversão da energia metabolizável em energia líquida (<i>Km</i>) e proporção de energia líquida na energia bruta das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos em manutenção.	181
Tabela 11. Concentração de energia bruta, digestível, metabolizável e líquida (Mcal/kg MS) nas silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota e ofertada a ovinos em manutenção.....	183

Tabela 12. Consumos de oxigênio, produções de dióxido de carbono, de metano, de calor e coeficiente respiratório de ovinos em manutenção consumindo silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. 184

Tabela 13. Produções de metano de ovinos em manutenção consumindo silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. 186

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Partição da energia do alimento no ruminante 39

CAPÍTULO 2

Figura 1. Curvas de produção de matéria natural, produção de matéria seca e produção de matéria seca digestível do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 56 dias de idade..... 79

Figura 2. Proporções de folhas, colmos e material morto no capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade..... 81

Figura 3. Produções de matéria seca digestível das folhas e dos colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 56 dias de idade 82

Figura 4. Conteúdos de matéria seca na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade 84

Figura 5. Conteúdos de matéria mineral na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. 85

Figura 6. Estimativas dos conteúdos de proteína bruta na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade..... 86

Figura 7. Conteúdos de fibra detergente neutro na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. 89

Figura 8. Conteúdos de fibra detergente ácido na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. 90

Figura 9. Conteúdos de celulose na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade..... 92

Figura 10. Conteúdos de hemiceluloses na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. 93

Figura 11. Conteúdos lignina na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade..... 94

Figura 12. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca na planta, folhas e colmos do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade..... 95

CAPÍTULO 3

Figura 1. Produção acumulada de gases (A) e produção de gases por hora (B) do capim-tifton 85 nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota..... 108

Figura 2. Degradação da matéria seca (A) e taxa fracional de degradação (B) do capim-tifton 85 nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. 110

CAPÍTULO 4

Figura 1. Conteúdos de nitrogênio amoniacal e pH das silagens de capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.	132
Figura 2. Conteúdos de ác. acético, ác. propiônico, ác. butírico das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.....	134
Figura 3. Perdas de matéria seca, densidade e recuperação de matéria seca das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.....	136

CAPÍTULO 5

Figura 1. Efeito do período de fermentação no conteúdo de carboidratos solúveis, nitrogênio amoniacal e valor de pH das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 45 dias de rebrota.....	152
Figura 2. Efeito do período de fermentação no conteúdo de carboidratos solúveis, nitrogênio amoniacal e valor de pH das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 74 dias de rebrota.....	152
Figura 3. Efeito do período de fermentação no conteúdo de ác. acético, ác. propiônico e ác. láctico das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 45 dias de rebrota.....	154
Figura 4. Efeito do período de fermentação no conteúdo de ác. acético, ác. propiônico e ác. láctico das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 74 dias de rebrota	154

RESUMO

FARIA JÚNIOR, W.G. Valor nutricional de silagens de capim-tifton 85 em diferentes idades. 2012. 198f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Escola de Veterinária- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Objetivou-se determinar o potencial de ensilabilidade do capim-tifton 85 e indicar o momento de colheita que garanta equilíbrio entre produtividade, qualidade nutricional e fermentativa das silagens, consumo e retenção proteica e energética pelos ovinos. O capim-tifton 85 foi cultivado na Fazenda Santa Helena, município de Bom Despacho, MG, entre outubro e dezembro de 2007 e os cortes foram realizados nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. A produção de matéria seca variou entre as idades e as máximas produções de matéria seca e matéria seca digestível foram observadas aos 45 dias de rebrota (9,2 e 5,9 t/ha). O avanço na idade de rebrota comprometeu a qualidade nutricional e a cinética de fermentação da planta, sendo os efeitos mais pronunciados a partir de 74 dias. Houve redução linear na relação folha:colmo como o avanço da idade ($\hat{Y} = 0,7845 - 0,0041**x$, onde x é a idade de rebrota). A qualidade fermentativa e nutricional das silagens também foram influenciadas pelo momento de ensilagem, com os melhores padrões fermentativos obtidos nas idades de 45 e 56 dias. As silagens produzidas nos extremos de idade (27 e 90 dias) apresentam indícios de fermentações indesejáveis com comprometimento nutricional da fração proteica e perdas de matéria seca. O consumo de matéria seca não diferiu entre as silagens (média de 2,27 g/100g peso vivo (PV) e 59,04 g/kg PV^{0,75}), mas o consumo de matéria seca digestível foi superior para a idade de 45 dias (29,49 g/kg PV^{0,75}). O consumo médio de fibra detergente neutro foi de 1,38 g/100g PV. O balanço de nitrogênio foi positivo para as silagens produzidas aos 45, 74 e 90 dias de rebrota (3,26; 0,32 e 2,83 g/dia, respectivamente) e as perdas urinárias foi a principal perda de nitrogênio. O consumo de energia metabolizável foi inferior e superior, respectivamente, para as silagens produzidas aos 27 dias (101,26 kcal/PV^{0,75}) e 45 dias (162,19 kcal/PV^{0,75}) de rebrota. As silagens produzidas entre 45 e 90 dias apresentaram consumos de energia líquida semelhantes entre si e superiores à silagem de 27 dias (89,59 vs. 51,24 kcal/PV^{0,75}), resultando em balanços positivos de energia. As perdas de energia na urina, metano e incremento calórico não diferiram entre as silagens, com valores médios de 2,43; 4,35 e 14,66 kcal/100 kcal de energia bruta consumida. A produção de metano foi semelhante entre as silagens (17,33 g/dia; 16,90 g/kg matéria seca consumida). Os conteúdos de energia líquida das silagens foram semelhantes, com média de 1,33 Mcal/kg de matéria seca. A ensilagem do capim-tifton 85 deve ocorrer os 45 dias de rebrota.

Palavras-chave: fermentação, incremento calórico, metabolismo, metano, produção, respirometria

ABSTRACT

FARIA JÚNIOR, W.G. Nutritional value of silages Tifton 85 Bermudagrass at different ages. 2012. 198f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Escola de Veterinária- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

The objective was to determine the potential of ensilage of Tifton 85 Bermudagrass and indicate the moment of harvest to ensure balance between productivity, nutritional and fermentation quality of silage, intake and protein and energy retention by sheep. The Tifton 85 Bermudagrass was grown at Santa Helena farm, Bom Despacho, MG, between October and December 2007 and was harvested at ages 27, 45, 56, 74 and 90 days of regrowth. There was a variation of dry matter production among the ages and highest production of dry matter and digestible dry matter were observed at 45 days of age (9.2 and 5.9 t/ha). The increasing age of regrowth jeopardized the nutritional quality and fermentation kinetics of the plant. The effects were more pronounced after 74 days. There was a linear decrease in leaf: stem ratio with increasing age ($\hat{Y} = 0.7845 - 0.0041 \cdot x$, where x is the age of regrowth). The nutritional and fermentation quality of silages were also influenced by the moment of ensiling, with the best fermentative pattern obtained at ages 45 and 56 days. The silage produced at the extremes age (27 and 90 days) showed signs of undesirable fermentation affecting the nutritional protein fraction and dry matter losses. The dry matter intake did not differ between silages (mean of 2.27 g/100g body weight (BW) and 59.04 g/kg BW^{0.75}), but the intake of digestible dry matter was superior to the age of 45 day (29.49 g / kg BW^{0.75}). Nitrogen balance was positive for silage produced at 45, 74 and 90 days of age (3.26, 0.32 and 2.83 g/day, respectively) and urinary losses was the main nitrogen loss. The energy intake was lower and higher, respectively, for the silage produced at 27 days (101.26 kcal/BW^{0.75}) and 45 days (162.19 kcal/BW^{0.75}) regrowth. The silage produced between 45 and 90 days showed similar net energy intake and highest than silage 27 days (89.59 vs. 51.24 kcal/BW^{0.75}), resulting in positive energy balance. Energy losses in urine, methane and caloric increment did not differ between treatments with mean values of 2.43, 4.35 and 14.66 kcal/100kcal gross energy consumed. Methane production was similar between silages (17.33 g/day, 16.90 g/kg dry matter intake). The net energy content of silages was similar, with an average of 1.33 Mcal/kg dry matter. The ensiling of Tifton 85 should occur 45 days of regrowth.

Keywords: caloric increment, fermentation, methane, net energy, production, respirometry

INTRODUÇÃO GERAL

As gramíneas do gênero *Cynodon* são forrageiras de alta produtividade e valor nutritivo, com destaque para os capins-tifton 68, 78 e 85 que são amplamente utilizados em sistemas de produção na forma de pastejo ou como campos de produção de fenos. Entretanto, em condições tropicais há estacionalidade na produção de forrageiras, com elevada produção no período chuvoso e escassez no período seco, promovendo desajustes na oferta e demanda de forragem ao longo do ano e conseqüentemente acarreta baixas taxas de lotação e produtividade nos sistemas produtivos.

Atualmente, as produções de silagens de capins veem ampliando em sistemas de produção baseados em pastagem. A conservação do excedente produzido no período chuvoso para suplementação durante o período seco equaliza a disponibilidade de forragem e permite elevado potencial de exploração. A escolha pela ensilagem em comparação a fenação deve-se a familiaridade do produtor com a produção e uso de silagens, menor influencia do clima e comparativamente menor custo. Entretanto, para obtenção de silagens de capins de alta qualidade nutricional e fermentativa é importante determinar o momento ideal de corte de cada forrageira, pois o estágio fenológico influencia na composição química, estrutural e anatômica da forragem, além de determinar a produção por área.

Geralmente, o avanço na idade de corte reflete em maior produção por hectare, mas pode reduzir a produção de matéria seca digestível, devido ao aumento nas proporções das frações fibrosas, com concomitantes reduções nos valores de proteína e a digestibilidade aparente da matéria seca. Além disso, o estágio fenológico influencia nos teores de matéria seca e nos conteúdos de carboidratos solúveis da planta, os quais são determinantes do perfil de fermentação e do potencial de conservação da forragem fresca. Portanto, o momento de ensilagem influencia na qualidade de fermentação e no valor nutricional, ambos moduladores do consumo e do aproveitamento proteico e energético das silagens.

Nesse sentido, o conhecimento das perdas e das retenções de nitrogênio e de energia provenientes do alimento, assim como da cinética de fermentação dos constituintes nutricionais no rúmen são fundamentais em sistemas atuais de alimentação. Pois, estes são fatores imprescindíveis para permitir melhor balanceamento da dieta e maximização da produção animal, mas com menor poluição ambiental (produção de metano e excreção de compostos nitrogenados). Atualmente, a compreensão dos fatores determinantes dessas

perdas tem evoluído graças à associação de diferentes técnicas de avaliação dos alimentos. Nesse sentido, a técnica de respirometria indireta permite mensurar as produções de metano (método padrão), o incremento calórico e os conteúdos de energia metabólica e líquida dos alimentos.

Vale ressaltar, contudo, a escassez de dados sobre o uso do capim-tifton 85 para produção de silagens. Dessa forma, o objetivo geral com este estudo foi determinar o potencial de ensilabilidade do capim-tifton 85 e indicar o momento de colheita que garanta equilíbrio entre produtividade, qualidade nutricional e fermentativa das silagens, consumo e retenção proteica e energética pelos animais. Para tanto foram realizados experimentos para mensurações das características agronômicas e do valor nutritivo do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota (Capítulo 2 e 3), com avaliação da qualidade nutricional e fermentativa de suas silagens (Capítulo 4 e 5) e determinação do consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio e energia dessas silagens (Capítulo 6).

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1.1. O capim-tifton (*Cynodon dactylon*)

As gramíneas do gênero *Cynodon* são plantas com via fotossintética C4 e apresentam seu crescimento maximizado em temperaturas entre 30 a 35°C, mas com boa tolerância a condições de menor temperatura (4°C), prestando produção de forragem em regiões tropicais e subtropicais, desde que sejam cultivados em solos de boa fertilidade e bem drenados (VILELA & ALVIM, 1998). De um modo geral, são forrageiras de alta produtividade e valor nutritivo. Dentro deste gênero, tem se destacado as gramíneas do grupo dos Tiftons. Estes híbridos foram desenvolvidos pela equipe do Doutor Glen W. Burton na “Georgia Coastal Plain Experiment Station”, a partir de estudos realizados desde 1953, sendo os de maior importância os capins-tiftons 68, 78 e 85 (BURTON, 2001).

Os capins-tifton são gramíneas perenes, estoloníferas, com hastes variando de finas a grossas, folhas podendo ser pequenas, largas, compridas e/ou pilosas, de coloração verde escuro a verde clara, tendo o capim-tifton 85 a coloração mais escura dos híbridos. Todos os híbridos possuem boa relação lâmina foliar:colmo sendo o capim-tifton 85 considerado o melhor deles. Podem apresentar estolões robustos, presença ou ausência de rizomas sendo que a espessura do mesmo varia de acordo com o híbrido (HILL *et al.*, 2001). Alguns cultivares produzem sementes, mas suas características produtivas e nutricionais são inferiores comparados aos citados anteriormente cuja propagação é feita por mudas.

O capim-tifton 68 foi obtido pelo cruzamento de duas introduções, originárias do Quênia – África (PI255450 e PI293606), caracterizadas dentro da coleção de 500 gramíneas do gênero *Cynodon*, como as de maiores digestibilidades, sendo liberado em 1984. Posteriormente, com o cruzamento entre o capim-tifton 44 (hastes finas e raízes rizomatosas) e o cultivar callie (*Cynodon dactylon*, de digestibilidade superior produzido pela *Mississippi State University*) foi obtido o capim-tifton 78, que foi liberado para plantio em 1984 (HANCOCK *et al.*, 2010). Já o capim-tifton 85 é o resultado da seleção de produtos obtidos pelo cruzamento do capim-tifton 68 com capim-tifton 292 (PI 290884), uma introdução proveniente da África do Sul (BURTON, 2001). Dentre os 31 híbridos avaliados entre 1987 a 1989, o híbrido13 mostrou-se superior aos demais nos aspectos de

produção de matéria seca, digestibilidade *in vitro* e desempenho animal, sendo então nomeado capim-tifton 85. Este híbrido foi liberado para plantio em 1993, sendo considerado o melhor híbrido até o momento. Este ganhou importância pela maior produtividade de matéria seca, maior resposta à adubação, maior digestibilidade, maior teor de proteína bruta e boa relação cálcio:fósforo. Estas características favorecem a produção animal, sendo utilizado nos mais diversos sistemas produtivos (HILL *et al.*, 1993; HANCOCK *et al.*, 2010).

1.2. Produtividade e relação lâmina foliar:colmo

Santos *et al.* (2008) observaram produções de matéria verde (PMV) de 26,2; 25,7 e 23,4 t/ha para o capim-tifton 85 (28 dias de rebrota), capim-tanzânia (35 dias de rebrota) e capim-marandu (35 dias de rebrota) sob irrigação. Já Oliveira *et al.* (2009) observaram PMV médias de 16,5 t/ha para capim-tifton 85 irrigado e submetido a pastejo com intervalo de 21 dias de descanso entre novembro de 2008 a janeiro de 2009.

As taxas de acúmulo de matéria seca (MS) das forrageiras variam ao longo do ano principalmente em função da disponibilidade de água e da carga de radiação fotossinteticamente ativa, sendo observado para o capim-tifton 85, capim-florakirk e capim-coastcross valores variando de 28,5; 31,0 e 37,6 kg MS/ha/dia, no período do inverno, e de 100,9; 82,4 e 93,1 kg MS/ha/dia, no período das chuvas, respectivamente (CARVALHO *et al.*, 2001). Isto é reflexo de um conjunto de fatores, dentre eles a menor taxa de aparecimento de folhas e conseqüentemente maiores valores de filocrono (dias/folha) e menor taxa de expansão de folhas durante o período de inverno. Entretanto o acúmulo de forragem do capim-tifton 85 também é fortemente influenciado pela altura de utilização, adubação, fertilidade do solo (CARVALHO *et al.*, 2000). A estacionalidade observada nas forrageiras em regiões tropicais torna-se consistente justificativa para a técnica de ensilagem de gramíneas para minimizar as discrepâncias de oferta de forragem ao longo do ano.

Produções de matéria seca de capim-tifton 85 na ordem de 17,6 17,6; 17,6 e 21,5 t MS/ha foram observadas por Carnevalli *et al.* (2001) para alturas de 5, 10, 15 e 20 cm, respectivamente, em solos de alta fertilidade em Piracicaba/SP. Já Hill *et al.* (1993) observaram valores de 25,0 t MS/ha/ano, enquanto Gomide (1996) cita produções de 2,25 e 1,55 t MS/ha para folhas e hastes, respectivamente. A maior tolerância a temperaturas inferiores durante o período de inverno tem permitido boa resposta a irrigação do capim-

tifton 85 tanto no incremento da produção anual quanto na qualidade nutricional da massa produzida, refletida na maior proporção de folhas e nos teores de proteína das partes da planta e menores valores de fibra detergente ácido (BALIEIRO NETO *et al.*, 2007).

Aumentos nas produções de MS também ocorrem com o avanço da idade de corte ou aumento na altura de pastejo. Lima *et al.* (2002a) registraram incremento quadrático na produção de matéria seca com o avanço do estágio de maturidade dos 28 aos 70 dias de idade, obtendo valores de 2,15 a 11,09 t MS/ha. Já Oliveira *et al.* (2000c) observaram aumentos lineares, na ordem de 164 kg MS/ha/dia, entre 28 e 70 dias de rebrota, com produções entre 3,1 a 12,3 t/ha. De modo geral, as gramíneas tendem a apresentar curva de crescimento com formato sigmoidal, com crescimento mais lento na fase inicial de rebrota, o que pode ser associado ao menor índice de área foliar (OLIVEIRA *et al.* 2000a; PINTO *et al.*, 2001). O menor crescimento na fase inicial pode refletir em produções de MS (5,7 t/ha) e composição química (9% proteína bruta-PB; 76,6% fibra detergente neutro-FDN; 36,0% fibra detergente ácido-FDA) similares entre 22 e 36 dias de rebrota do capim-tifton 85 (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Contudo maiores produções de MS podem ser acompanhadas por alterações na composição morfológica da planta (OLIVEIRA *et al.*, 2000b).

A relação entre folha:colmo dos *Cynodons* sofrem influência da idade, cultivar, fertilidade, nível de adubação e manejo da pastagem. Reduções quadráticas são observadas com o avanço da idade (1,39 e 0,45 aos 14 e 70 dias)(OLIVEIRA *et al.*, 2000b). Relações inferiores a 1 podem comprometer a qualidade da forragem e o desempenho animal, sendo que tal condição tem sido observada a partir de 28 dias para o capim-tifton 85 (GOMIDE, 1996; OLIVEIRA *et al.*, 2000b; RIBEIRO & PEREIRA, 2010). A interação idade de rebrota e adubação indica que maiores níveis de adubação refletem em maior comprometimento da relação folha:colmo com o avanço da idade (RIBEIRO & PEREIRA, 2010), pois a adubação apesar de aumentar a produção de folhas, os colmos tendem a predominar em idades mais avançadas, sendo necessário o corte em menores intervalos de idade (PEREIRA *et al.*, 2012). Em contrapartida, a adubação nitrogenada pode melhorar o valor nutritivo das frações de folhas e colmos, aumentando os teores de PB e reduzindo a FDN, embora as respostas sejam bastante variáveis e influenciadas pelo estágio fenológico (RIBEIRO & PEREIRA, 2010).

1.3. Efeito do estágio fenológico no valor nutricional

O estágio fenológico da planta interfere diretamente na composição química e na qualidade das gramíneas. Com o avanço da idade, geralmente ocorrem acréscimos nos teores de carboidratos estruturais e lignina, o que muitas vezes resulta em redução da digestibilidade da forragem. Além disso, observam-se alterações nas relações folha: colmo, a qual reduz em plantas mais velhas com maior participação do colmo na MS total em comparação as lâminas foliares que tendem a ser mais digestíveis (REIS e RODRIGUES, 1993).

A composição química do capim-tifton 85 pode variar conforme o estágio fenológico e em resposta as condições de fertilidade, adubação, época do ano, temperatura e pluviosidade. Mandebvu *et al.* (1999) estudaram o capim-tifton 85 colhido entre 14 e 49 dias de rebrota e observaram reduções lineares nos conteúdos de PB (de 208 para 111 g/kg MS) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (de 640 para 560 g/kg MS) neste período, sem diferença nos conteúdos de FDN, FDA e lignina, os quais apresentaram valores médios de 692, 307 e 48 g/kg MS, respectivamente. Já Oliveira *et al.* (2000c) avaliaram o capim-tifton 85 entre 14 e 70 dias de rebrota e observaram aumentos lineares nos conteúdos de MS (de 200 para 320 g/kg) e lignina (de 41 para 92 g/kg MS), com reduções lineares de proteína bruta (de 156 para 46 g/kg MS) com o avanço da idade. Os valores de FDN e FDA apresentaram comportamento quadrático positivo com o avanço da idade de rebrota, cujos valores variaram de 646 a 793 g/kg MS e 311 a 422 g/kg MS, respectivamente. Nesse estudo, os coeficientes de DIVMS descreveram reduções quadráticas variando de 768 a 456 g/kg MS durante o período avaliado. Segundo Jung & Deetz (1993) e Grabber (2005) mesmo quando os valores de lignina mostram-se inalterados pode haver reduções na digestibilidade da forragem devido às alterações na composição da lignina (relação dos compostos hidroxibenzaldeído, vanilina e siringaldeído). Hatfield (1993) afirma que a vanilina (derivada o ácido ferúlico) é a maior responsável pelas ligações da lignina com as hemiceluloses e pela redução da digestibilidade das forrageiras. Por outro lado, Velásquez *et al.* (2010) avaliaram o capim-tifton 85 entre 28 e 42 dias de rebrota e encontraram semelhança nos conteúdos de PB, FDN, FDA e DIVMS, cujas médias foram de 115, 690, 316 e 493 g/kg MS, respectivamente.

Regiões ou épocas do ano com maiores temperaturas podem resultar em maiores teores de parede celular e maiores níveis de lignina na planta. Já a deficiência hídrica retarda o crescimento e apresenta resposta inversa, com manutenção do valor nutritivo da planta por

períodos mais longos (BUXTON & CLASLER, 1993), pois são mecanismos de defesa da planta ao estresse ambiental.

O avanço da idade de corte altera os componentes nutricionais das folhas e colmos do capim-tifton 85 de formas diferentes. Os colmos tendem a apresentar menores conteúdos de MS e PB e superiores de FDN, FDA e lignina comparados as folhas. Entretanto, a partir de certa idade, que varia em resposta as condições do ambiente, manejo e adubação, essas diferenças nos conteúdos de MS e FDN são eliminadas, como observado por Oliveira *et al.* (2000bc). Isso ocorre em razão de acréscimos superiores desses componentes na fração de colmo em idades mais avançadas. Esses mesmos pesquisadores relataram que os valores DIVMS não diferiram entre as frações, embora os conteúdos de lignina e FDA tenham sido sempre superiores no colmo independente da idade de rebrota.

Comparações entre os *Cynodon* (capim-tifton 68, capim-tifton 85, capim-coastal bermuda capim-coastcross, capim-estrela) com avanço estágio fenológico revelam superioridade do capim-tifton 85. Mandebvu *et al.* (1999) observaram maiores concentrações de FDN e FDA para o capim-tifton 85 vs. capim-coastal bermuda entre 14 e 49 dias, mas os valores de digestibilidade aparente e degradabilidade *in situ* dessas frações foram superiores para o capim-tifton 85. Este resultado foi atribuído a maior concentração de lignina e menor concentração de açúcares neutros totais, arabinose, glicose e xilose no capim-coastal. Já Lima *et al.* (2002b) relataram semelhança na composição química entre capim-tifton 85 e capim-tifton 68, os quais foram superiores ao capim-coastcross entre 28 e 70 dias de rebrota. Gonçalves *et al.* (2002) estudando a DIVMS e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) das gramíneas capim-tifton 44, capim-tifton 85 e capim-coastcross em três idades diferentes de corte, obtiveram os melhores coeficientes de DIVMS e DIVMO com a idade de 21 dias de rebrota. Cendenõ *et al.* (2003) compararam os capim-tifton 68, capim-tifton 85 e capim-coastcross com idades de 28, 42, 56, 70 dias e relataram que as reduções nos valores de PB foram mais intensas no capim-tifton 68.

1.4. Qualidade da silagem e perfil de fermentação

O processo de ensilagem consiste na conservação anaeróbica da qualidade da forrageira por meio de fermentação ácida, o que pressupõem a restrição da ação de bactérias indesejáveis (Clostrídios, Enterobactérias e Listeria), leveduras, fungos e da atividade enzimática de plantas, assim como o mínimo no aquecimento e ocorrência de reações de *Maillard*. As bactérias epifíticas ácido lácticas representadas principalmente pelos gêneros

Lactobacillus, *Pediococcus*, *Leuconostocs*, *Enteronostoc*, *Lactococcus* e *Streptococcus* são anaeróbicas facultativas, mesofílicas (crescimento ótimo entre 25 e 40°C) e osmotolerantes, o que permite rápido crescimento à medida que inicia a queda do pH e aumento da osmolaridade do meio (STEFANIE *et al.*, 2000). Essas bactérias podem ser homofermentadoras (obrigatórias ou facultativas) ou heterofermentadoras obrigatórias e convertem os carboidratos solúveis em ácido láctico ou ácido láctico e acético, respectivamente, reduzindo o pH para valores entre 4,0 e 5,0 conforme as condições de ensilagem e características intrínsecas da forrageira. (McDONALD *et al.*, 1991).

Os parâmetros comumente utilizados para prever a qualidade do processo fermentativo e a conservação da forragem associa o valor de pH ao teor de matéria seca da silagem. Este exerce maior efeito sobre o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium* sp que a acidez, pois esses microrganismos são mais sensíveis ao teor de umidade ou pressão osmótica que as bactérias produtoras de ácido láctico (McDONALD *et al.*, 1991). Portanto, é considerado como o fator de maior importância no processo de fermentação, além de determinar o grau de perdas por lixiviação via produção de efluentes. Segundo McDonald *et al.* (1991) valores de MS do material a ser ensilado devem ser superiores a 250 g/kg e inferiores a 400 g/kg, para reduzir as perdas por fermentações indesejáveis e a produção de efluentes. Entretanto, silagens produzidas com valores elevados de matéria seca dificultam a compactação e resultam em maior presença de oxigênio tanto durante o processo de ensilagem quanto posteriormente durante o período de utilização, com excessiva produção de ácido acético e perdas de matéria seca (produção de gases).

Tomich *et al.* (2003) propõem a utilização dos valores de pH, matéria seca, nitrogênio amoniacal em relação ao teor de nitrogênio total e os ácidos acético e butírico, como indicadores da qualidade de fermentação das silagens (Anexo 2). A qualificação do padrão de fermentação estabelece cinco níveis: excelente (90-100); Bom (70-89); Regular (50-69); Ruim (30-49) e Péssima (0-29 pontos). A qualificação excelente corresponde a perdas insignificantes de matéria seca e de energia e manteve a qualidade da fração proteica da forragem fresca durante a armazenagem. Silagens de boa fermentação apresentam perdas mínimas de matéria seca e/ou de energia e/ou pequena alteração na qualidade da fração proteica, sem prejuízo significativo no valor nutritivo da forragem, na sua forma conservada. Já silagens de qualidade regular sofrem perdas de matéria seca ou alteração no valor da fração proteica, que comprometem o valor nutritivo da silagem em relação à forragem fresca. A fermentação ruim reflete considerável alteração no valor nutritivo da

forrageira fresca, com perdas importantes de matéria seca e considerável proteólise e desaminação, podendo ter o seu consumo comprometido. Por fim, a qualificação péssima corresponde às silagens que apresentaram processo fermentativo totalmente inadequado à conservação da forragem, além de baixo valor nutritivo, provavelmente, uma silagem que não será consumida pelos animais. Esses parâmetros em associação aos valores de digestibilidade e teores de constituintes da parede celular fornecem uma estimativa do valor nutritivo da silagem e se relacionam ao consumo e desempenho dos animais (VAN SOEST, 1994).

As gramíneas tropicais durante a fase de melhor valor nutricional geralmente apresentam elevada umidade (>750 g/kg), que associada aos típicos teores de 50 a 100 g/kg MS de carboidratos solúveis podem ser insuficientes para promover a redução do pH a valores próximos a 4,2 (NUSSIO *et al.*, 2002). Nessas situações, podem ocorrer perdas de matéria seca e comprometimento da qualidade nutricional, devido ao crescimento de microrganismos indesejáveis com enterobactérias e leveduras, os quais fermentam os carboidratos solúveis produzindo gases (CO₂), calor, ácido acético e etanol, além favorecer a proteólise na massa ensilada (McDONALD, 1991; NUSSIO, 2005). A elevada umidade e alto pH (>5,0) também favorecem o crescimento de *Clostridium* spp., que promovem um padrão de fermentação caracterizado pelos elevados teores de nitrogênio amoniacal (> 150g/kg nitrogênio total) e ácido butírico (>8 g/kg MS). Isto indica excessiva proteólise e deaminação de aminoácidos com possível formação de isócidos e diaminas como histamina, cadaverina e putrescina (NUSSIO & SCHMIDT, 2010). Nessas silagens, a degradação proteolítica envolve o consumo de ácido láctico e acético para produção de ácido butírico, o que favorece o aumento do pH da silagem e intensa perda de MS, energia e valor nutritivo, que irão limitar o consumo e predispor a riscos a saúde do animal (VAN SOEST, 1994).

Adesogan *et al.* (2004) avaliaram a qualidade das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 50 dias de rebrota sem uso de aditivos ou emurchimento. Esses autores encontraram conteúdos de matéria seca de 216 g/kg e valores FDN, FDA, DIVMO e carboidratos solúveis residuais de 834, 494, 326 e 4 g/kg MS, respectivamente. Os parâmetros fermentativos indicaram predomínio de fermentações indesejáveis, com altos valores de nitrogênio amoniacal (376 g/kg nitrogênio total), ácido acético (50 g/kg MS), ácido butírico (23 g/kg MS) e etanol (6,6 g/kg MS) e ausência de láctico, embora os valores de pH tenham sido baixos (4,08). A recuperação da matéria seca foi de 867 g/kg MS ensilada e a

avaliação da população microbiana indicou a presença de leveduras e fungos (2,11 e 2,22 log UFC/g matéria natural da silagem) correspondendo a 34% da microbiota da silagem.

Já Quaresma *et al.* (2010) também avaliando silagens de capim-tifton 85 colhido aos 50 dias de rebrota sem ou com emurchecimento (1, 2, 3 ou 4 horas) observaram conteúdos de MS variando de 314,5 a 376,4 g/kg, com aumento linear com o aumento do tempo de exposição ao sol. Os valores de PB, FDN e recuperação da matéria seca não diferiram com o emurchecimento e apresentaram valores médios de 84,4; 794,5 e 919,8 g/kg MS, respectivamente. Os valores de pH e nitrogênio amoniacal também foram semelhantes entre as silagens com médias de 4,87 e 73,4 g/kg NT.

Entretanto, é necessário também compreender o perfil da fermentação, visto que a velocidade de queda do pH da silagem é tão ou mais importante que a extensão de queda (ZIERENBERG *et al.*, 2001), pois determina a extensão das fases de ensilagem e consequentemente a intensidade das alterações nutricionais e permite intervir nos fatores determinantes para a qualidade final da fermentação após estabilização do processo.

As principais alterações no valor nutricional da forragem que podem ocorrer durante a ensilagem correspondem a redução nos teores de matéria seca em decorrência a produção de água durante a fermentação aeróbia (McDONALD, 1991) e perda de matéria seca pela produção de gases, cuja extensão é dependente do tempo da fase aeróbia da ensilagem. Quase a totalidade dos carboidratos solúveis é convertida em ácidos orgânicos permanecendo valores residuais inferiores a 10 g/kg MS (ZOPOLLATTO *et al.*, 2009). Em condições de baixo conteúdo de carboidratos solúveis partes dos carboidratos estruturais, como hemiceluloses, podem fornecer substrato energético adicional para fermentação, podendo ocorrer consumo de até 40% dessa fração durante o processo de ensilagem. Segundo Henderson (1993) e Van Soest (1994) os teores de celulose permanecem praticamente inalterados, exceto quando há extenso desenvolvimento de fungos.

Já as frações de proteína são drasticamente alteradas, embora o teor de proteína bruta permaneça praticamente inalterado, exceto quando há intensa produção de efluente. Durante a ensilagem o aumento da temperatura (30-37°C) eleva a atividade das proteases vegetais (GUO *et al.*, 2007; TAO *et al.*, 2011), que juntamente com as enzimas bacterianas promovem a quebra da proteína verdadeira (70 a 90% nitrogênio total) em peptídeos, aminoácidos e amônia que juntamente com a pequena fração (10-15%) de nitratos, amidas, nucleotídeos e clorofila passam a compor o nitrogênio não proteico solúvel que pode corresponder por até 60% do nitrogênio total em silagens (KUNG JR & BEDROSIAN,

2010). Dessa fração, o nitrogênio amoniacal pode representar até 50% do nitrogênio solúvel em silagens mal preservadas (OHSHIMA & McDONALD, 1978), reflexo da intensa desaminação causada por clostrídios. A elevada proporção de nitrogênio solúvel não é interessante, pois compromete a eficiência de síntese de proteína microbiana e reflete em elevadas taxas de absorção de amônia, devido ao assincronismo no aporte de energia e proteína e comprometimento do balanço de nitrogênio e da energia metabolizável e líquida, devido aos gastos de energia com a excreção de nitrogênio na urina e atividade hepática (HUHTANEN *et al.*, 2008).

Castro *et al.* (2006ab) avaliaram a composição química, o perfil de fermentação e o perfil microbiológico de silagens de capim-tifton 85 colhidas aos 35 dias de rebrota e emurhecidas para diferentes teores de matéria seca e aditivadas. As silagens não emurhecidas e não aditivadas apresentaram valores médios de MS, PB, FDN, FDA e lignina, respectivamente, de 250, 70, 677, 469 e 69 g/kg MS, sem variação ($P > 0,05$) entre 0, 8, 32 e 180 dias de ensilagem. Nessas silagens, os valores de pH reduziram com o tempo de ensilagem de 6,16 para 4,72 entre 6 horas e 180 dias de ensilagem, mas o nitrogênio amoniacal aumentou de 37,8 para 217 g/kg NT no mesmo período. Os valores de nitrogênio insolúvel em FDN (NIDN) ou em FDA (NIDA) reduziram com o tempo de ensilagem de 605 para 251 g/kg NT e de 194 para 59 g/kg NT, respectivamente. Esses autores observaram reduções dos microorganismos aeróbicos e enterobactérias com tempo de ensilagem, com valores de 7,96; 7,07 e 5,69 log UFC/g silagem fresca e 7,36; 3,16 e 0,00 log UFC/g silagem fresca respectivamente com 0; 32 e 180 dias de ensilagem.

As pesquisas na área de conservação anaeróbia de capins têm empenhado seus esforços em três principais linhas de pesquisas: 1) estudos de momento de ensilagem que associem bom valor nutricional e teores de matéria seca que permitam satisfatória conservação; 2) Utilização de aditivos–nutritivos/absorventes, moduladores da fermentação ou enzimático-bacterianos; 3) elevação do teor de matéria seca por emurchimento. A determinação do momento ideal de colheita das diferentes gramíneas utilizadas para confecção de silagens, desde os tradicionais milho e sorgo, mas principalmente para os capins tropicais, parece ser um caminho promissor e sólido para o melhor aproveitamento do potencial e obtenção da melhor qualidade possível dentro das características de cada material. Uma vez que o valor nutricional da silagem produzida é determinado pela composição química da forragem fresca, torna-se fundamental a ensilagem da forragem com bom valor nutricional. A acumulação de nutrientes é peculiar de cada espécie, mas sofre influência de fatores como

temperatura, luminosidade, disponibilidade de água, adubação, tipo de solo e variação quanto ao híbrido. Isso reforça a necessidade do conhecimento a respeito do comportamento de cada opção forrageira nas diversas condições de manejo e estágio de maturação para que seja possível obtenção de silagens com bom padrão de fermentação e qualidade nutricional, que permita adequados consumos e desempenho, associado a produtividades que tornem sua utilização interessante economicamente.

As gramíneas tropicais apesar de apresentarem características que possam interferir no processo fermentativo apresentam vantagens de uso como elevada produção, perenidade, menor custo, baixo risco de perda e maior flexibilidade de colheita, as quais favorecem seu uso na forma de silagem como reserva de volumoso para a seca (CORREA & POTT, 2001; REIS *et al.*, 2004). Além disso, a ensilagem de capins pode ser uma saída para equalizar a disponibilidade de volumoso durante todo o ano, permitindo racionalizar o manejo intensivo das pastagens durante as águas (NUSSIO *et al.*, 2000). Sistemas intensivos são caracterizados pelo pastejo rotacionado, no qual permite a exclusão de que piquetes do ciclo de pastejo para serem ensilados ou ainda há a possibilidade de isolamento de áreas exclusivas para corte. A integração de pastejo e conservação do excedente na formar de silagem tem permitido manter a lotação da propriedade mais estável e elevada durante o ano todo (NUSSIO, 2004; PEREIRA *et al.*, 2006). As silagens de capim mesmo quando utilizadas como único alimento podem garantir consumos capazes de atender as exigências de manutenção dos animais (CASTRO, 2008; RIBEIRO JÚNIOR, 2009; LOBATO, 2010; JAYME *et al.*, 2011; RIBEIRO, 2011), em razão dos valores mais altos de componente da parede celular.

1.5. Fatores determinantes do consumo voluntário

A ingestão de matéria seca (IMS) é de fundamental importância, pois estabelece a quantidade de nutrientes potencialmente disponíveis para o animal e é o primeiro passo para a formulação de dietas. O desempenho dos ruminantes mostra-se mais dependente do consumo que da digestibilidade ou eficiência de conversão de energia digestiva em energia metabolizável ou líquida (MERTENS, 1994). A ingestão voluntária em ruminantes é resultado de uma complexa interação entre estímulos químicos, metabólicos, hormonais, efeitos físicos e respostas nervosas, os quais não são completamente compreendidos (FORBES, 1995; 2000; 2007). Didaticamente, pode-se distinguir o controle fisiológico e físico do consumo, mas é sabido que os sinais metabólicos e físicos agem simultaneamente

mais que independentemente no controle da ingestão (FISHER, 2002; NOUSIAINEN, 2004). O primeiro prevalece em dietas de alta energia (ricas em grãos) com digestibilidade superior a 667 g/kg MS, nas quais estímulos metabólicos e químicos reconhecidos por quimiorreceptores e osmoreceptores, presentes na parede ruminal e em órgãos centrais do metabolismo, como fígado e pâncreas, são estimulados pelos produtos da fermentação ruminal, metabólicos e aminoácidos, sinalizando ao centro da saciedade (no hipotálamo), o atendimento às exigências energéticas e proteicas (ELLIS *et al.*, 1999; 2000).

Por outro lado, o controle físico, predominante em dietas ricas em forragem e com digestibilidade inferior a 667 g/kg MS, ocorre por enchimento ruminal e restrição física do trato gastrointestinal limitando o consumo mesmo que a demanda energética não seja atendida. A distensão do rúmen estimula receptores de pressão (mecanoreceptores) presentes na parede ruminal, principalmente no retículo e na região dorso anterior do rúmen (FORBES & PROVENZA, 2000), informado ao SNC o grau de distensão ruminal. Nessa situação, a ingestão de matéria seca depende da interação entre taxa e extensão de digestão vs. taxa de passagem da forragem pelo retículo-rúmen (TAHIR *et al.*, 2008).

Segundo Mertens (1992), a fração de FDN (fibra do alimento ou da dieta) correlaciona-se muito bem com o potencial de consumo voluntário, pois está positivamente relacionada com o enchimento ruminal e negativamente associada à concentração energética da dieta. Entretanto é fundamental maximizar o consumo de FDN, pois geralmente é associado a alimentos de menor custo e proporcionam melhor condição de ambiente ruminal (ALLEN, 1996; 2000). Tal meta pode ser obtida com o uso de forrageiras novas com melhor qualidade da fibra, as quais apresentam maior digestibilidade da FDN, devido a menor associação das hemiceluloses a lignina (JUNG & ALLEN, 1995) e menor espessura da parede celular. Segundo Wilson e Hatfield (1997) a barreira física da parede celular exerce maior limitação a digestão que a concentração da lignina.

Portanto, consumos diferentes entre forrageiras e cultivares com teores semelhantes de FDN podem ocorrer em respostas às diferenças nas proporções de folha e haste, pois a extensão e as taxas de fermentação ruminal da fibra são distintas devido às diferenças nos arranjos da parede celular (JUNG *et al.*, 1994; WILSON & MERTENS, 1995). O avanço da idade da planta pode comprometer o consumo ao aumentar a proporção de colmo e a proporção e espessura da parede celular da célula vegetal (PACIULLO *et al.*, 2002), resultando em maior teor e pior qualidade da fibra. Concomitantemente, há aumento na

porção da proteína que fica retida nesses tecidos (PIDA) comprometendo a disponibilidade da proteína no rúmen.

Não obstante, o consumo de silagens mostra-se ainda mais complexo em razão dos efeitos dos produtos da fermentação interferindo na ingestão de matéria seca. Os fatores tidos como de maior impacto no consumo são os teores de matéria seca e as proporções das frações proteicas. A alta umidade da silagem, resultante da água intracelular, limita a ingestão de matéria seca por enchimento do rúmen (volume e carga) (McDonald *et al.*, 1991). Já a elevada concentração de nitrogênio solúvel pode resultar em desconforto metabólico proporcionado pela alta absorção de amônia ruminal, devido ao assincronismo nutricional (nitrogênio: energia) (Forbes, 2007). Contraditoriamente, pode haver falta de nitrogênio disponível para a microbiota ruminal mesmo em condições de elevados níveis de proteína bruta, pois o “clearce” do nitrogênio solúvel é muito alto (absorção e saída do rúmen junto a fase líquida) e considerável parte do nitrogênio não solúvel podem estar indisponível (PIDA), devido ao aquecimento da massa ensilada em condições desfavoráveis (GIVENS & RULQUIN, 2004).

Além disso, os níveis de amônia e ácido acético são particularmente importantes, pois interferem na aceitabilidade da forragem conservada (HUHTANEN *et al.*, 2007; 2008; 2011), devido ao cheiro/sabor ou por interferência no metabolismo intermediário (KEADY & MURPHY, 1998; KRIZSAN & RANDBY, 2007; KRIZSAN *et al.*, 2007). Outros compostos produzidos durante a ensilagem como as aminas (cadaverina, putrescina, histamina, tiamina, ácido γ -amino butírico-GABA) foram sugeridos como possíveis limitantes do consumo, contudo tal teoria não foi comprovada pelos resultados de Buchanan-Smith (1990), Dawson e Mayne (1995, 1997) e Van Os *et al.* (1997). Do mesmo modo, a baixa concentração de carboidratos solúveis prontamente fermentáveis no rúmen foi sugerida como causa do menor consumo, uma vez que a menor taxa de crescimento e atividade microbiana resultaria em menor fermentação e quebra de partículas aumentando o tempo de retenção ruminal (DAWSON & STEEN, 2000). Ao mesmo tempo, Chamberlain (1985) sugere que silagens com valores de pH muito baixo (elevada concentração de ácidos orgânicos) também podem limitar o consumo, possivelmente por efeito osmótico estimulando receptores no rúmen e proporcionando redução da atividade motora do retículo-rúmen.

Enfim, a depressão no consumo de silagem comparada a sua forragem fresca não pode ser justificada por um fator isolado, mas acredita-se que haja integração e aditividade de todos

esses fatores, embora ainda não seja suficientemente compreendida (HUHTANEN *et al.*, 2002) a ponto de esclarecer as amplas variações na depressão do consumo (1 a 64%) e as diferenças entre as espécies (ovinos mais sensíveis que bovinos) ou as variações no dia-a-dia (FORBES, 2003, 2007). Krizsan e Randby (2007) propuseram um modelo de regressão múltipla com características nutricionais (FDA e lignina) e fermentativas (MS, ácido láctico, propiônico, butírico, ácidos totais, relação ácido láctico: ácido total, amônia, histamina, triamina, cadaverina e aminas totais) que foi capaz de explicar 75 a 84% da variação na ingestão de matéria seca de silagens de gramíneas temperadas, sugerindo que 16 a 25% da variação são associada a outros fatores desconhecidos. A ingestão de matéria seca de forragens frescas por carneiros varia entre 40 e 100 g/kg PV^{0,75}, enquanto para silagens varia de 20 a 75 g/kg PV^{0,75} (McDonald *et al.*, 1991). Reis e Silva (2011) concluíram que o consumo de forragens conservadas é o resultado da interação entre o valor nutricional da planta antes da ensilagem com a extensão da fermentação, as perdas nutritivas durante sua utilização (estabilidade aeróbia) e as características do animal, ajustando a teoria do desconforto total mínimo (FORBES & PROVENZA, 2000).

Já Huhtanem *et al.* (2007) propuseram um índice de valor nutritivo da silagem para prever a ingestão de matéria seca e indicou a digestibilidade da matéria orgânica como principal determinante do consumo, seguido pela qualidade da fibra (FDN potencialmente fermentável), concentração de MS e qualidade de fermentação (principalmente ácidos totais e nitrogênio amoniacal). Esses autores sugeriram que o impacto da qualidade da fermentação na restrição do consumo apresentou menor importância para vacas leiteiras de maior demanda energética (maior apetite e menos seletivos), embora o banco de dados apresentasse poucos dados de silagem de baixa qualidade fermentativa (predomínio de silagens de milho).

Coelho (2002) avaliou o consumo de dietas completas (20% concentrado), a base de silagens de capim-tifton 85 emurchecidas (conteúdos de matéria seca variando de 200 a 650 g/kg), por bovinos de corte. As silagens foram produzidas com a planta aos 35 dias de crescimento vegetativo. Esse autor não observou diferença nos consumos de matéria seca das dietas, os quais apresentaram valores médios de 1,88 kg/100 kg de peso vivo, correspondendo ao consumo de matéria seca da silagem de 1,5 kg/100 kg de peso vivo.

Já Jayme *et al.* (2011) avaliaram silagens de capim-marandu produzidas aos 56 dias de rebrota com ou sem aditivos e encontraram consumos médios de matéria seca de 47,70 g/kg PV^{0,75}, em ovinos. Já Castro (2008) relatou consumos médios de MS de 58,07 g/kg

PV^{0,75}, em ovinos, para silagens de capim-tanzânia, sem diferença para as idades de 42, 56, 84 e 107 dias de rebrota. Consumos médios de MS de 65,60 e 71,32 g/kg PV^{0,75}, em ovinos, foram relatados por Ramirez (2010) e Cavalcanti (2010) para fenos de braquiária decumbens e capim-andropogon, sem diferenças entre as idades de 56 e 84 dias de rebrota. Já Machado *et al.*(2011a) observaram consumos de MS de 45,90 a 59,99 g/kg PV^{0,75} para silagens de sorgo, enquanto Freitas *et al.*(2003) encontraram valores variando de 54,86 a 67,00 g/kg PV^{0,75}. Já Cruz *et al.*(2010) observaram consumos médios de 77,0 g/kg PV^{0,75} em ovinos alimentados com a braquiária decumbens entre 56 e 84 dias de rebrota e Teixeira (2009) obteve consumos variando de 81,12 a 65,39 g/kg PV^{0,75} para o capim-elefante entre 56 e 84 dias de rebrota.

1.6. Digestibilidade aparente

O consumo e a digestibilidade são parâmetros interdependentes e a digestibilidade pode responder por 10-40% (30%) do consumo (VAN SOEST, 1994). A fibra parece ser o exemplo mais simples dessa relação, no qual o consumo correlaciona-se a concentração da fibra (FDN) na forragem e a digestibilidade ao aproveitamento desta (FDA e Lignina). A digestibilidade obtida por meio de estudos *in vivo* é o método mais preciso para determinar o valor nutricional dos alimentos, entretanto são métodos onerosos, trabalhosos e de longa duração comparados aos métodos *in vitro*. Durante a digestão *in vivo* os alimentos sofrem ação de fenômenos físicos e químicos. Os processos físicos compreendem a motilidade do trato gastrointestinal, mistura do conteúdo, mastigação, deglutição e ruminação. O processo químico corresponde à fermentação microbiana no retículo-rúmen e a digestão enzimática no abomaso e intestino delgado pela ação das enzimas, secreções ácidas e glandulares do animal (CHURCH, 1988).

A digestibilidade da silagem depende de características intrínsecas do alimento, mas também está sujeita aos efeitos da interação entre os alimentos da dieta (tipo e níveis de carboidratos prontamente fermentáveis), da taxa de passagem, do nível de consumo, da atividade microbiana, manejo alimentar e espécie animal (VALDÉS *et al.*, 2000). Níveis de proteína bruta da dieta inferiores a 70 g/kg MS são considerados insuficientes para manter o crescimento microbiano e podem comprometer a digestibilidade do alimento (MILFORD & MINSON, 1965).

Por definição "a digestibilidade de um alimento é a porção do alimento ingerido que não é excretado com as fezes e que, portanto, se supõe ter sido absorvido" (McDONALD *et al.* ,

1988). Os ensaios de digestibilidade fornecem uma noção do aproveitamento das diversas frações do alimento, indicando com melhor acurácia a proporção apta a ser utilizada pelo animal (MINSON, 1990).

Ataíde Jr *et al.* (2000) estudaram o valor nutricional dos fenos de capim-tifton 85 produzidos entre 28 e 56 dias de rebrota, em ovinos. Esses autores observaram reduções lineares na digestibilidade aparente da matéria seca com o avanço da idade, variando de 0,628 a 0,587 g/g MS, respectivamente. Da mesma forma, reduções lineares na digestibilidade da PB (de 0,716 para 0,623 g/g PB) e da FDN (de 0,693 para 0,643 g/g FDN) foram observadas no mesmo período. Comportamento semelhante foi relatado por Gonçalves *et al.* (2003) que encontraram reduções lineares nos valores de digestibilidade da MS, PB e FDN de fenos de capim-tifton 85 entre 28 e 84 dias de rebrota, com valores entre 0,605 a 0,538 g/g MS, 0,608 a 0,481 g/g PB e 0,612 a 0,561 g/g FDN, respectivamente.

Já Coelho (2002) avaliou a digestibilidade dos nutrientes de dietas completas a base de silagens de capim-tifton 85 emurchecidas (conteúdos de matéria seca variando de 200 a 650 g/kg) e acrescidas de 20% de concentrado, em bovinos de corte. As digestibilidades aparentes da MS e PB das dietas variaram de 0,678 a 0,718 g/g MS e 0,680 a 0,718 g/g PB, respectivamente. Já os valores de digestibilidade da FDN variaram de 0,670 a 0,734 g/g FDN.

A redução na digestibilidade dos nutrientes com o avanço do estágio fenológico também foi relatado por Castro (2008) ao estudar silagens de capim-tanzânia, produzidas entre 42 e 107 dias de rebrota da forrageira. Esse autor reportou reduções nos valores de digestibilidade da MS, PB e FDN, os quais variaram de 0,584 a 0,454 g/g MS, 0,519 a 0,222 g/g PB e 0,614 a 0,498 g/g FDN, respectivamente. Já Machado *et al.* (2011a) avaliando silagens de híbridos de sorgo (BRS 610, BRS 655 e BR 700) nos estádios de grãos leitoso, pastoso e farináceo observaram valores de digestibilidade da MS, PB e FDN variando de 0,485 a 0,567 g/g MS, 0,192 a 0,457 g/g PB e 0,350 a 0,489 g/g FDN, respectivamente.

1.7. Eficiência no uso de nitrogênio da dieta

Outro aspecto importante na nutrição de ruminantes diz respeito à degradação de compostos nitrogenados no rúmen, a síntese de proteína microbiana e a retenção corporal de nitrogênio. Para aumentar a retenção de nitrogênio corporal, deve-se maximizar a

síntese de proteína microbiana e reduzir as excreções de nitrogênio (BRODERICK *et al.*, 1991). A maximização da síntese de proteína microbiana é atingida quando a dieta apresenta níveis suficientes de proteína degradável no rúmen e há sincronização ruminal da degradação de proteína e fermentação de carboidratos (SNIFFER *et al.*, 1992; GIVEN & RULQUIN, 2002). Por outro lado, se o nível de proteína degradável no rúmen for baixo ocorre comprometimento da síntese de proteína microbiana e do aporte de aminoácidos para absorção no intestino delgado. Já as perdas de nitrogênio, particularmente a elevada excreção urinária ocorre quando o aporte de proteína e/ou amônia supera a taxa de captação pela microbiota ruminal ou quando há falta de energia disponível para o crescimento microbiano no momento do aporte proteico (YAN *et al.*, 2007). Desta forma, o balanço de nitrogênio pode ser indicativo do metabolismo proteico do animal e mostra-se como ferramenta útil na avaliação nutricional de alimentos, pois evidência o aproveitamento das fontes nitrogenadas do alimento pelo organismo (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990).

As diferentes fontes proteicas alimentares podem ser divididas em proteína verdadeira (aminoácidos e peptídeos) e nitrogênio não proteico (NNP), proveniente principalmente de amidas, com menor proporção de ureícos, aminas, nucleotídeos, clorofila e nitratos. O processo de ensilagem pode comprometer a qualidade da proteína alterando a taxa e a extensão da degradabilidade ruminal da PB. A proteólise durante a ensilagem aumenta a fração de proteína solúvel, reduz a fração associada ao FDN (lenta degradação) e/ou aumenta a fração indigestível (em resposta ao aquecimento da massa ensilada) (HARRISON *et al.*, 1994; NUSSIO, 2004). O estudo de meta-análise conduzido por Huhtanen *et al.* (2008) demonstrou que o aumento da fração solúvel da proteína de silagens e principalmente da amônia estão associados a redução na síntese de proteína microbiana e na eficiência de utilização do nitrogênio, com significativo aumento nas perdas urinárias e no leite. Desta forma, segundo esse autor, para maximizar a eficiência de uso do N em dietas a base de silagens é necessário primeiramente reduzir a produção de amônia adotando técnicas de ensilagem eficazes (momento de colheita, agilidade no processo, compactação, vedação). Além disso, reduzir a absorção de amônia pela parede ruminal, por meio de suplementação com carboidratos de rápida e média fermentação, visando promover o sincronismo no aporte de energia: proteína e maximizar a fixação de nitrogênio amoniacal como proteína microbiana (WALLACE, 1994). A menor síntese de

proteína microbiana e a perda de proteína indigestível (PIDA) compromete a síntese de proteína metabolizável, resultando em balanços negativos de retenção de nitrogênio.

Em dietas desbalanceadas de 35 a 60% do pool de amônia ruminal pode ser absorvido pela parede ruminal, correspondendo por 30-50% do nitrogênio ingerido e representando mais de 50% da amônia que chega ao fígado (REYNOLDS & HUNTINGTON, 1988; HUNTINGTON *et al.*, 1996; THEURER *et al.*, 2002). Dietas exclusivas de silagens de capins geralmente resultam em elevada absorção de amônia devida a baixa disponibilidade de energia prontamente fermentável (níveis residuais de carboidratos inferiores a 1%), e a valores mais elevados de pH ruminal (6,0-6,8) que favorecem a forma não protonada da amônia, cuja permeabilidade à membrana é maior, acelerando a taxa de passagem pela parede ruminal (ABDOUN *et al.*, 2006; MUSCHER *et al.*, 2010). Nessas condições há elevada atividade hepática para conversão da amônia em ureia (metabólico menos tóxico), resultando em maior consumo de oxigênio e energia que reflete em maior produção de calor, maior gasto de energia para manutenção e menor eficiência energética (REYNOLDS & KRISTENSEN, 2008). Huhtanen *et al.* (2008) observaram relação positiva entre concentração de nitrogênio amoniacal das silagens e excreção de nitrogênio na urina e no leite.

Além disso, para a excreção de um mol de N proveniente da amônia via ureia é necessário a doação de um mol de N proveniente de aminoácidos (mol/mol), levando a menor disponibilidade de aminoácidos para síntese proteica (WALT, 1993). Embora parte da ureia seja reciclada via saliva e parede ruminal, esse processo só terá benefício caso seja fixada em proteína microbiana, caso contrário será novamente reabsorvida e sobrecarregando o fígado (SANTOS *et al.*, 2001). A proporção de ureia que é reciclada ao rúmen ou perdida pela urina depende da taxa de salivação e do fluxo sanguíneo pela parede ruminal. Vale ressaltar que esse mecanismo é fundamental para ao ruminante, principalmente em dietas com deficiência proteica permitindo manter o consumo de alimentos de baixa qualidade proteica (VAN SOEST, 1994).

Jayme *et al.* (2011) observaram balanço de nitrogênio positivo (4,66 a 8,15 g/dia) para ovinos consumindo exclusivamente silagens de capim-marandu com ou sem aditivo microbiano, as quais apresentaram conteúdos médios de matéria seca de 212 g/kg, proteína bruta de 75,9 g/kg MS; pH de 4,90 e nitrogênio amoniacal de 156,7 g/kg NT. Segundo os autores, a retenção de nitrogênio ocorreu devido a elevada digestibilidade aparente da proteína bruta e da energia bruta, reforçando a importância do sincronismo entre energia e

proteína, para redução nas perdas de nitrogênio urinário (0,199 g/dia). Já Castro (2008) avaliando silagens de capim-tanzânia, entre 42 e 107 dias de idade em ovinos, indicou perdas de nitrogênio que foram intensificadas com o avanço da idade. Segundo o autor, nas idades mais jovens a perda urinária foi a principal fonte de perda de nitrogênio dos animais e decorrente da deficiência de energia ou ao assincronismo na degradação carboidratos fibrosos e proteína. Por outro lado, com o avanço da idade a redução nos teores e digestibilidade da PB comprometeu o consumo de proteína digestível, o que pode ter limitado o crescimento microbiano e o aporte de proteína metabolizável.

Teles *et al.* (2010) avaliaram silagens de capim-elefante colhido aos 70 dias de rebrota, sem ou com adição de níveis crescentes de pedúnculo de caju (40, 80, 120, 160 g/kg da forragem fresca), em ovinos. Esses autores observaram que a silagem sem adição de pedúnculo de caju resultou em balanço negativo do nitrogênio em razão dos baixos conteúdos de PB (58,8 g/kg MS) e valores medianos de PIDA (182,6 g/kg PB), o que segundo os autores podem ter limitado a quantidade de proteína disponível para o crescimento microbiano. A adição de pedúnculo a silagem permitiu aumento no consumo de proteína bruta e balanços positivos de nitrogênio (0,43 a 1,04 g/dia).

1.8. Técnicas *in vitro* para avaliação nutricional de forrageiras

Os ensaios *in vivo* envolvendo a produção animal e a digestibilidade são os métodos mais precisos para determinar o valor nutricional dos alimentos. Entretanto, o custo financeiro destes estudos é elevado, pois requerem o uso de animais, grande quantidade de alimentos, mão-de-obra e tempo, tornando-se laboriosos e dispendiosos. Com o intuito de superar essas limitações às metodologias *in vitro* de avaliação de alimentos foram desenvolvidas e têm se tornado cada vez mais populares, viabilizando o estudo de grande número de amostras simultaneamente e permitindo rápida obtenção de resultados. As técnicas *in vitro* que utilizam microrganismos e/ou enzimas buscam reproduzir as condições do trato digestivo dos ruminantes. Elas são relativamente simples de serem executadas e apresentam baixo custo, com boa acurácia e alta correlação com dados obtidos *in vivo* (WILLIAMS, 2000). A avaliação da digestibilidade de uma forrageira torna-se importante, baseando-se na necessidade de comparar diferentes materiais considerando-se que os mais digestíveis podem apresentar melhor retorno econômico e produtivo.

O método de digestibilidade de duplo estágio proposto por Tilley e Terry (1963) é um dos mais utilizados para avaliação da digestibilidade de forragens. Já em 1963, a técnica de

Tilley e Terry era capaz de estimar a digestibilidade *in vitro* da MS com boa precisão, no entanto com uma referência mínima à dinâmica da fermentação ruminal (MINSON, 1990). Com o intuito de permitir maior rapidez e a utilização rotineira da técnica na avaliação de forrageiras, Holden (1999) realizou adaptações para a utilização do simulador de rúmen que permite a avaliação simultânea de grande número de amostras. Segundo Holden (1999), Mabweesh *et al.*, (2000) e Wilman e Adesogan (2000) o simulador de rúmen Daisy II Ankom®, estimou com acurácia os valores de digestibilidade *in vitro* em comparação ao método tradicional e de referência proposto por Tilley e Terry (1963), mostrando, ainda, menos laboriosa e com menor demanda de tempo. Alguns estudos avaliaram a utilização de tecidos TNT para confecção de sacos para redução de custos, mas as estimativas foram superestimadas para digestibilidade aparente da matéria seca e da fração fibrosa em gramíneas e leguminosas tropicais (CICHOSKI *et al.*, 2009).

Embora as técnicas discutidas anteriormente sejam eficientes na determinação da digestibilidade final do alimento, elas não fornecem informações sobre a cinética da fermentação, ou seja, as taxas com que esses alimentos são degradados pelos microrganismos ruminais. O conhecimento da cinética de fermentação dos alimentos é fundamental para permitir o balanceamento de dietas que visem o sincronismo de nutrientes no rúmen e estimar o potencial aproveitamento do alimento levando em consideração a taxa de passagem. O método inicialmente utilizado para obtenção desses dados foram ensaios *in situ*, mas como discutido para ensaios *in vivo* envolvem o uso de animais, o que limita o número de amostras e torna os estudos mais onerosos e trabalhosos. A técnica de mensuração da produção de gases para avaliação de alimentos foi introduzida como método de rotina após o trabalho de Menke *et al.* (1979), que mostrou a elevada correlação entre a produção de gases *in vitro* e a digestibilidade aparente *in vivo*. Blummel e Orskov (1993) adaptaram a técnica e passaram a fazer leituras periódicas de produção cumulativa de gases, iniciando os estudos sobre a cinética de fermentação dos alimentos pela produção de gases (RYMER *et al.*, 2005). Diferentes metodologias são usadas para determinação da produção de gases dentre elas o teste das seringas de vidro graduadas (MENKE *et al.*, 1979); a técnica do transdutor manual (THEODOROU *et al.*, 1994); sistemas automáticos (PELL & SCHOFIELD, 1993), e semi-automáticos (MAURÍCIO *et al.*, 1999).

O sistema semi-automático proposto Maurício *et al.* (1999) estima o volume de gases por equação, a partir de leituras manuais de pressão. Essa equação é obtida para cada

laboratório mediante leituras simultâneas de pressão e volume de gases produzidos. O sistema apresenta menor custo comparado aos sistemas automáticos (PELL & SCHOFIELD, 1993), é de fácil manutenção e adaptabilidade e com redução considerável no tempo de mensuração comparado ao método proposto por Theodorou *et al.* (1994).

Segundo Getachew *et al.* (1998) as avaliações de produção *in vitro* de gases podem ser utilizadas para predição do consumo voluntário de matéria seca ($r=0,88$) e matéria seca digestível ($r=0,93$) (BLUMMEL & ORSKOV, 1993; BLUMMEL *et al.*, 1997; RODRIGUES *et al.*, 2002). Contudo, deve-se associar a produção de gases à degradação dos substratos após 24 horas de incubação para o cálculo do fator de partição do substrato, permitindo uma estimativa da proporção de energia incorporado como massa microbiana, por meio de cálculos estequiométricos (ácidos orgânicos) (WILLIAMS, 2000; PASHAEI *et al.*, 2010). Alguns substratos apresentam diferenças na eficiência na síntese microbiana, com altos volumes de gases, porém, apresentando comparativamente baixa produção de biomassa (RYMER *et al.*, 1998; 1999).

Outro aspecto fundamental na técnica de produção de gases é o adequado ajuste dos dados ao modelo (FONDEVILLA & BARRIOS, 2001) para a obtenção dos parâmetros cinéticos que regem a fermentação, a fim de estimar adequadamente as degradabilidades efetivas e garantir a correta interpretação e associação dos resultados obtidos *in vitro* para processos que ocorre *in vivo* (FRANCE *et al.*, 2000; LÓPEZ, 2005). Considerando constante a relação de produção de gases e degradação ($Y=\Delta G/\Delta S$; mL/g MS), a taxa fracional (μ) indica a proporção MS fermentada por hora (g/h). Vários modelos não-lineares, exponencial ou sigmoide, uni ou multi-compartimental, têm sido avaliados e a escolha depende do ajustamento as características de cada alimento, o que varia entre diferentes forrageiras, concentrados e subprodutos (LÓPEZ *et al.*, 2011; SAHIN *et al.*, 2011).

A princípio, as equações exponenciais propostas para experimentos *in situ* como as de Orskov e McDonald (1979) e McDonald (1981) foram empregadas na técnica *in vitro* de produção de gases pela simplicidade e popularidade do modelo e devido à similaridade entre as curvas de produção de gases e de degradabilidade. Continuamente vários outros modelos principalmente sigmóides foram avaliados (Anexo 1), buscando maior flexibilidade das curvas. O primeiro modelo sigmoide amplamente utilizado foi proposto por France *et al.* (1993), um modelo generalizado de Mitscherlich (unicompartimental), que assume uma taxa fracional de degradação variável ao longo do processo de degradação. As funções sigmóides são divididas em dois grupos: 1) com ponto de inflexão

fixo, como o modelo logístico clássico e o modelo de gompertz; e 2) ponto de inflexão flexível (variável) que pode ocorrer em qualquer proporção da assíntota e/ou tempo de incubação, sendo capazes de representar curvas com ou sem ponto de inflexão, a exemplo dos modelos de France *et al.*(1993), Richards e Morgan (FRANCE *et al.*, 2000). Noguera *et al.* (2004) ressalta que o modelo de gompertz não apresenta um tempo de colonização, mas determina um fator de eficiência microbiana que varia com o tempo à medida que a quantidade de substrato potencialmente fermentável diminui, reduzindo a taxa de fermentação ao longo do tempo de incubação.

Os estudos de digestibilidade *in vitro* e cinética de fermentação de forrageiras tropicais têm sugerido redução da fermentabilidade e degradabilidade da MS com o avanço do estágio fenológico da planta. Velásquez *et al.* (2009) avaliaram o capim-tifton 85, colhido a 15 cm do solo, nas idades de 28, 35 e 42 dias de rebrota, nos períodos de janeiro-março e abril-junho, pela técnica *in vitro* de produção de gases (MAURÍCIO *et al.*, 1999). Esses autores utilizaram o modelo de France *et al.* (1993) e observaram que no período de janeiro-março houve semelhança entre as idades de corte para as produções de gases às 48 e 96 horas de incubação (216 e 250 mL/g MS). Já a idade de 28 dias, no período de abril-junho, apresentou menor produção de gases às 96 horas de incubação comparada às idades de 35 e 42 dias (221,8 vs. 240,9 mL/g MS), mas não houve diferença para as produções de gases às 48 horas de incubação (162,5 mL/g MS). As taxas de fermentação do capim-tifton 85 foram inferiores no período de abril-junho comparado ao período de janeiro-março para todas as idades avaliadas e houve variação entre as idades de corte. As degradabilidades efetivas (0,02/h) não foram influenciadas pela idade de rebrota, mas foram superiores para o período de janeiro-março comparado a abril-junho (0,453 vs. 0,415 g/kg MS).

Castro *et al.* (2010) avaliaram o capim-tanzânia entre 42 e 126 dias de rebrota e observaram reduções nas produções cumulativas de gases com o avanço da idade de corte, a partir de 24 horas de incubação. Os valores encontrados para 48 e 96 horas de incubação variaram de 186 a 128 mL/g e 232 a 173 mL/g, respectivamente, entre 42 e 126 dias. As taxas de fermentação também reduziram com o avanço da idade de corte, resultando em menores degradabilidades efetivas (0,02/h) nos estágios fenológicos mais avançados (0,465 a 0,338 g/kg MS entre 42 e 126 dias).

Já Castro *et al.* (2007) avaliando o capim-marandu, colhido aos 28, 56, 84 e 112 dias de rebrota, e Faria Jr *et al.* (2010) avaliando silagens de sorgo BRS-610, colhidos em oito estágios de maturação do grão (leitoso a seco), não observaram efeito do estágio de

maturação no potencial máximo de produção de gases, com valores médios de 235 mL/g MS e 170 mL/g MS, respectivamente. Contudo esses autores observaram reduções nas taxas de fermentação que refletiram em menores degradabilidades efetivas da fibra com o avanço da idade de corte. O processo fermentativo mais lento apresenta impacto negativo nas degradabilidades efetivas, resultando em perda de material potencialmente fermentável em razão da saída do rúmen com o aumento da taxa de passagem (SOUSA *et al.*, 2011).

1.9. Partição da energia dos alimentos, calorimetria e respirometria.

A energia não é considerada um nutriente, mas o produto de processos metabólicos (reações de oxido-redução) durante a oxidação de carboidratos, proteínas e lipídeos, sendo parcialmente retida na forma de ATP e parte perdida na forma de calor (ex: $C_6H_{12}O_6 + O_2 = 6 CO_2 + 6H_2O + 31 ATP$ (53% da energia liberada) + $\Delta G^o -2.840$ kJ/mol), que irá compor o incremento calórico. Esse também é produzido durante processos de anabolismo advindo da quebra do ATP, uma vez que as reações para ocorrerem necessitam de liberação de energia ($\Delta G^o < 0$) (Nelson e Cox, 2011). Dessa forma, os carboidratos, proteínas e lipídeos dos alimentos atuam como combustível para os processos vitais dos seres vivos e cada um desses nutrientes é considerado pelo seu potencial em produzir energia na combustão (RESENDE *et al.*, 2011).

Em virtude da lei de conservação de energia (1ª Lei da termodinâmica) e da lei de Hess (conversão de energia em calor) foi possível o estudo da transformação da energia no meio biológico. Essas leis são aplicadas nos estudos de nutrição animal e a primeira indica que a energia presente ou acrescida num tecido é proveniente da matéria orgânica (alimento) que foi absorvida. Já a associação das leis da termodinâmica e de Hess permitem obter a energia contida no substrato (alimento, fezes, produtos) por determinação do calor de combustão liberado em uma câmara adiabática, o qual é igual àquela liberada no processo biológico. Essas leis regem que todas as formas de energia podem ser convertidas a calor, e que a liberação de calor (energia da quebra de ligações) em uma reação química independe dos caminhos da conversão (FERREL & OLTJEN, 2008).

A partir da determinação da energia contida em um alimento houve considerável avanço nos estudos de fracionamento da energia (Figura 1), buscando descrever a utilização, as perdas e as eficiências energéticas pelo animal para os diferentes alimentos, dietas, níveis de consumo e produção (CHWALIBOG, 2004). Com o avanço da pesquisa, ensaios de metabolismo foram empregados para determinar primeiramente a energia aparentemente

digestível (ED), pela diferença entre energia bruta (EB) ingerida (alimento) e aquela excretada (Perda fecal formada por resíduo alimentar e perda endógena). As perdas fecais podem representar de 10% a 70% EB ingerida, sendo o principal fator determinante do valor nutricional do alimento (BLAXTER, 1962).

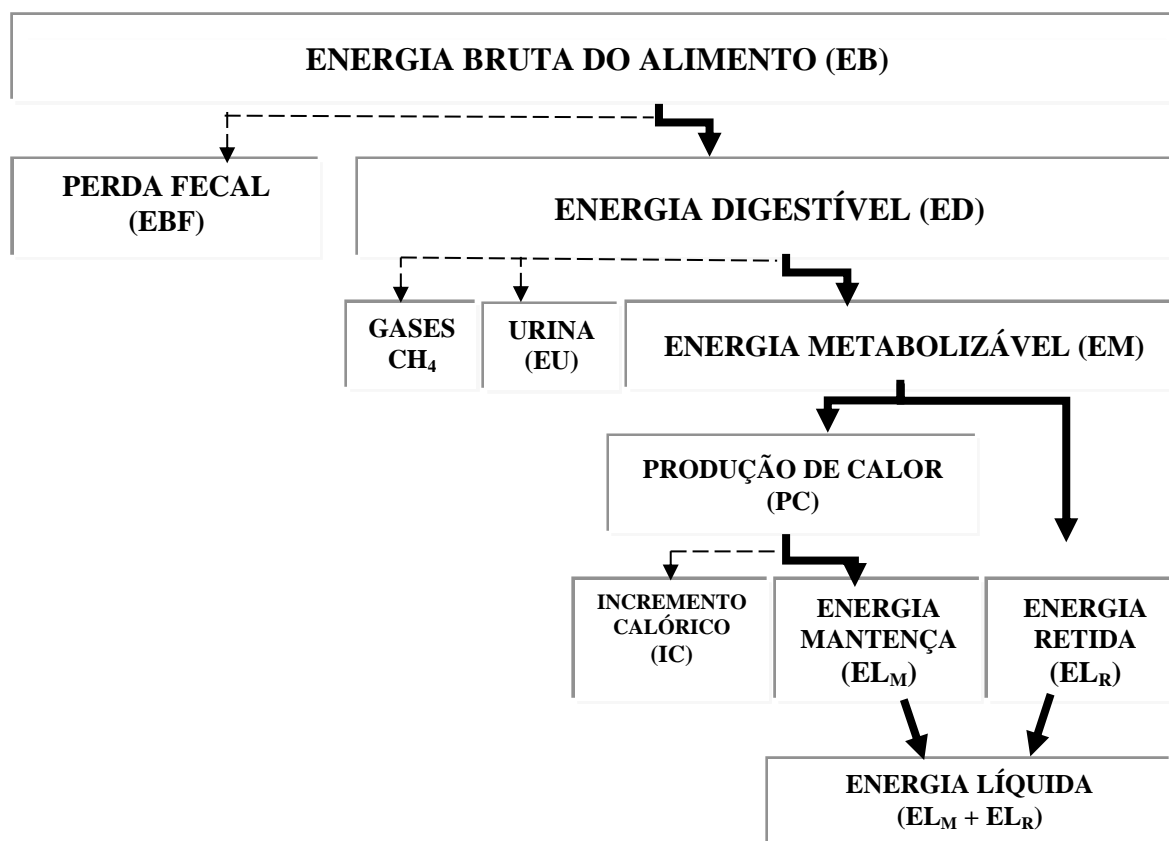


Figura 1. Partição da energia do alimento no ruminante. Linhas sólidas indicam uso da energia; Linhas tracejadas indicam perda de energia. (Adaptado de AGNEW & YAN, 2005)

A energia digestível fornece uma superestimativa da energia aparentemente absorvida, pois não contabiliza a perda energética do calor de fermentação e provenientes dos gases produzidos resultante da fermentação (CO_2 , CH_4 e outros), eliminados por eructação. Dentre eles destaca-se o metano pela grande perda energética para o animal e significativo impacto ambiental (calor de combustão de -802 kJ/mol ; 6-8% da energia do alimento). Dietas ricas em forragens em comparação a dietas ricas em concentrados resultam em maior produção de metano e conseqüentemente maiores superestimativas (VAN SOEST, 1994).

A perda urinária representa a energia absorvida que foi eliminada na forma de compostos não utilizados, metabolitos (ureia) e produtos endógenos. Nos ruminantes, as perdas

urinárias podem adquirir proporções importantes em dietas desbalanceadas, seja pelo excesso de proteína (total ou degradável no rúmen) ou pelo assincronismo e deficiência de energia para o aproveitamento da amônia ruminal. Nessa situação, quantidades consideráveis de energia são perdidas como ureia comprometendo a energia metabolizável. Além disso, as perdas se estendem para a energia retida, uma vez que parte da energia metabolizável é utilizada para sustentar o maior metabolismo do fígado (2 mol ATP: 1 mol ureia sintetizada), aumentando o incremento calórico e a energia de manutenção.

A energia metabolizável corresponde à energia efetivamente disponível para o metabolismo do animal (manutenção, crescimento e produção) e em média corresponde por 82% da energia digestível (NRC, 2001), mas é variável de acordo com a dieta e espécie (bovinos: 0,81; ovinos: 0,73 e caprinos: 0,86) (RESENDE *et al.*, 2011). Prioritariamente, a energia metabolizável é utilizada para atendimento da exigência basal, que reflete a mínima produção de calor necessária para que ocorram os processos vitais de um animal saudável, em jejum e em repouso (BLAXTER, 1967). Gastos adicionais de energia para termorregulação, atividade muscular (ingestão, movimento, reprodução) e gasto energético extra após alimentação irão complementar as exigências metabólicas de manutenção do animal (FERREL, 1993; POSADA *et al.*, 2011).

Assim, a energia metabolizável para manutenção pode ser mensurada pela produção de calor (PC) do animal, mantido em ambiente termoneutro, quando a ingestão de energia metabolizável está em balanço com a perda de calor (BLAXTER & BOYNE, 1978; ORTIGUES *et al.*, 1993), ou seja não há alteração do peso ou condição corporal do animal. A diferença entre a produção de calor do animal alimentado em nível de manutenção e em jejum fornece o incremento calórico proporcionado pela ingestão do alimento (JOHNSON *et al.*, 2003).

A magnitude do incremento calórico (IC) depende da quantidade de alimento ingerido e da composição da dieta. O aumento do consumo resulta em maior IC, em razão do maior gasto de energia associado à digestão, absorção e anabolismo dos tecidos (EMMANS, 1994). Por exemplo, quando são fornecidos 30 MJ de energia metabolizável para bovinos, o IC representa cerca de 20% desse valor, e quando o suprimento de EM é de 90MJ, o IC passa para cerca de 30%. O IC também depende da composição da dieta. Para alimentos concentrados, o IC varia de 15% a 25% da EM, enquanto que para forragens, a variação situa-se entre 35% a 60% da EM (CHWALIBOG, 2004). O IC é composto pelo calor de fermentação produzido pela microbiana ruminal, sendo principal componente nos

ruminantes (YOUSEF *et al.*, 1968); pelo metabolismo de nutrientes, resultante das ineficiências energéticas na conversão do substrato a ATP; pelo calor de digestão e absorção, resultante da ação enzimática e do transporte ativo nas membranas (ex. bomba de sódio e potássio)(ORSKOV & MACLEOD, 1990); pelo calor de formação de produto, o qual é produzido nos processos anabólicos a partir dos substratos absorvidos (ex: glicogênese, síntese proteica) (McBRIDE & KELLY, 1990); e finalmente pelo calor de excreção, associado à síntese e excreção de produtos finais, como por exemplo, a síntese de uréia a partir da amônia no fígado e a atividade dos rins (COCK *et al.*, 1967; BONDI, 1987). Em condições de estresse térmico pelo frio, parte do calor do IC pode ser utilizado para termorregulação, proporcionando economia energética ao animal.

Assim, a diferença entre a energia metabolizável ingerida e a produção de calor resulta na energia retida ($ER=EM-PC$) ou balanço de energia (BE), ou seja, disponível para crescimento e produção (feto, leite, carne ou lã)(CHWALIBOG, 2004). A energia retida (ER) corresponde à energia líquida retida (EL_R) na forma de proteína, gordura e carboidratos. O grande problema do uso do sistema de energia líquida para descrever o balanço energético tem sido para animais em manutenção, porque não há um produto a ser mensurado, além da produção de calor (LOFGREEN & GARRET, 1968). Assim, todos os sistemas que usam energia líquida utilizam a produção de calor em jejum como base para estimar a exigência de energia líquida para manutenção ($EL_m = PC$ jejum). O jejum é realizado por 48 a 144 horas, resultando em ausência de produção de metano e quociente respiratório (QR) próximo a 0,7. O quociente respiratório é a relação entre a quantidade de oxigênio consumido e a quantidade de gás carbônico produzido e pode ser empregada para conhecer o tipo de substrato que está sendo oxidado pelo animal. Os coeficientes respiratórios de carboidratos, proteína e gorduras são 1,0; 0,8 e 0,7, respectivamente (DIENER, 1997).

Portanto a energia líquida (EL) equivale à energia utilizada para a realização de diferentes funções, sejam essas funções a retenção de substâncias nos tecidos e produtos ou a produção de calor liberado durante os processos de manutenção. O conteúdo de EL de um mesmo alimento varia em função da espécie e condição fisiológica do animal para a qual o alimento é fornecido e em função da finalidade para a qual a energia será utilizada (manutenção ou ganho) (CHWALIBOG, 2004). Isso ocorre porque as perdas de energia durante os processos digestivos e metabólicos iram influenciar na eficiência de fluxo de energia no animal. Assim, fatores que alterem o ambiente ruminal (nível de consumo,

frequência de alimentação, nível e tipo de concentrado, aditivos) e comprometam a digestibilidade do alimento (tamanho de partícula, processamento, taxa de passagem) iram alterar os valores de energia líquida, em razão de flutuações na produção de metano, digestibilidade e metabolismo dos tecidos. Assim a determinação da energia líquida deve ser realizada o mais próximo das condições de uso (FERREL & OLTJEN, 2008).

As perdas de energia podem ser utilizadas para avaliar a qualidade do alimento. Dessa forma, conceitos como metabolizabilidade (q) e eficiência de utilização da energia metabolizável (k) foram estabelecidos. A metabolizabilidade representa a relação entre a energia metabolizável e a energia bruta do alimento ($q = EM/EB$), indicando a proporção da energia bruta que foi convertida em energia metabolizável. Para animais em manutenção é referida como q_m e para níveis acima da manutenção com q_L , onde L é o múltiplo da manutenção. A metabolizabilidade é diretamente influenciada pela digestibilidade, assim aumentos no nível de consumo podem resultar em decréscimos na metabolizabilidade, associado ao aumento na taxa de passagem e redução na digestão dos carboidratos, com consequente aumento das perdas fecais (GEAY, 1984; NRC, 2007).

Já a eficiência de utilização da energia metabolizável reflete quanto desta ficou disponível para o animal. Assim como a maioria dos sistemas nutricionais usam como ponto de partida a energia metabolizável, a eficiência parcial de utilização da energia metabolizável pode ser estimada como a razão entre consumo de EL e o consumo de EM no nível de manutenção ($k_m = EL/EM$), ou pelo coeficiente de regressão da energia retida vs. EM ingerida, quando o balanço de energia é negativo ($ER < 0$) (VAN SOEST, 1994). Entretanto, é amplamente aceito que a eficiência de utilização da energia em animais alimentados em nível de manutenção é maior comparado àqueles alimentados acima da manutenção para produção, reflexo do maior custo energético para síntese de produtos (carne, leite, lã) (AGNEW & YAN, 2005). De fato, a energia líquida e a eficiência parcial de utilização são influenciadas pelo nível de ingestão no qual a mensuração é feita (GARRET & JOHNSON, 1983). Logo, a ideia de separar os custos energéticos para manutenção dos custos para produção, estabelecendo distintas taxas de eficiências (K_m , K_g , K_p ou K_L para uso da energia para manutenção, ganho peso, lã e lactação, respectivamente). Por outro lado, a eficiência do uso da EM para manutenção é relativamente constante e independe da composição do alimento (ARMSTRONG & BLAXTER, 1961). O AFRC (1993) adota a fórmula: $K_m = 0,35 q_m + 0,503$, o qual considera que a metabolizabilidade dos alimentos esteja entre 0,35 a 0,80 kcal/kcal EB, resultando, portanto, em valores de K_m entre 0,65 a

0,78 kcal/kcal EM. Já Fox *et al.* (2003; 2004)(CNCPS) utilizam os valores de K_m de 0,576; 0,651 e 0,686 kcal/kcal EM para dietas com concentrações de energia metabolizável de 2,0; 2,6 e 3,2 Mcal/Kg MS, respectivamente.

Os sistemas nutricionais atuais como AFRC (Britânico) e CSIRO (Australiano) utilizam energia metabolizável para manutenção (EM_m) ou produção (EM_L , EM_g). Já o INRA (Frances) e NRC (Americano) utilizam valores de energia líquida de manutenção (EL_m) e ganho (EL_g). Atualmente, o critério mais adequado e amplamente utilizado para expressar os requerimentos de energia dos animais e o valor energético dos alimentos, nos cálculos de ração, é o sistema de energia líquida (FONTES *et al.*, 2005ab). Entretanto, os valores de energia digestível, metabolizável e líquida dos alimentos utilizados por esses sistemas são estimados por equações. O NRC (2001) utiliza as seguintes equações: ED (Mcal/kg) = $0,04409 \cdot NDT(\%)$; EM (Mcal/kg) = $1,01 \cdot ED$ (Mcal/kg) - 0,45; EL (Mcal/kg) = $0,0245 \cdot NDT(\%)$ - 0,1. Como observado essas equações são derivadas a partir de valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) (1g NDT=3,9 kcal EM), que são calculados pela composição química dos alimentos, incorporando erros acumulativos das análises químicas, desvios de predição das equações e sem avaliação direta do efeito do animal. Por essa razão, a determinação da energia líquida dos alimentos a partir da produção de calor do animal (calorimetria) ou via produtos retidos (abate comparativo) são os métodos de escolha para avaliar a disponibilidade de energia do alimento e a sua eficiência de utilização (AGNEW & YAN, 2005).

Métodos de abate comparativo são onerosos e laboriosos, embora sejam opções para avaliações sob condições de pastejo (FONTES *et al.*, 2005ab). Por outro lado, a associação de ensaios de metabolismo e calorimetria indireta utilizando câmeras respirométricas permite a determinação dos valores de energia metabolizável e líquida de manutenção e ganho contida nos alimentos, além de quantificar a produção de metano pela fermentação ruminal do alimento (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Na calorimetria indireta a produção de calor total é inferida por meio de mensurações quantitativas de subprodutos do metabolismo do animal (CO_2 , urina e metano) e consumo de oxigênio (RESENDE *et al.*, 2011), baseando-se no princípio de que a produção de calor metabólico é resultado da oxidação de compostos orgânicos e de perdas incompletas como a ureia e o metano. Para tanto, usa-se a equação de Brouwer (1965): H (kj) = $16,18 \times O_2$ (L) + $5,02 \times CO_2$ (L) - $5,88 \times Nu$ (g) - $2,17 \times CH_4$ (L), onde H é a produção de calor, Nu é o nitrogênio urinário.

Os sistemas de respirometria podem ser de circuito fechado ou aberto. No primeiro o ar é recirculado e a produção de CO₂ retida em absorventes, cuja determinação é feita por diferença de peso inicial e final, enquanto o consumo de O₂ corresponde a quantidade volumétrica injetada para manter a concentração deste na câmara. O metano é aferido em amostras do ar. Devido, suas características esse sistema é usado predominantemente em humanos e pequenos animais (menor produção de CO₂), sendo pouco utilizados em grandes animais. Nas câmaras de circuito aberto, o ar externo passa através da câmara sendo amostrado na entrada e na saída e suas composições analisadas. Conhecendo-se a quantidade de ar que passa através da câmara e as composições dos gases, pode-se calcular as quantidades de CO₂ e CH₄ produzidas e a quantidade de O₂ consumida (RESENDE *et al.*, 2011). Atualmente, os sistemas utilizam analisadores de gases eletrônicos, com alta precisão e as suas descrições encontradas em Rodríguez *et al.*, (2007), Grainger *et al.* (2007) e Odongo *et al.*(2007).

A quantidade de dados disponível na literatura nacional referente aos valores de energia bruta e digestível de alimentos utilizados na alimentação de ruminantes é considerável, mas a disponibilidade de valores de energia metabolizável e líquida obtidas por aferições das perdas de energia de gases e produção de calor é escassa. A maioria dos resultados de pesquisas encontrados na literatura foi estimada por equações, as quais foram desenvolvidas em condições diferentes daquelas observadas nacionalmente. A fórmula de Blaxter e Clapperton (1965) é utilizada para estimar a produção de metano para obtenção das concentrações de energia metabolizável dos alimentos. Esta fórmula estima a produção de metano a partir da digestibilidade aparente da energia dos alimentos, mas foi obtida com gramíneas temperadas (menor teor de FDN) e dietas completas (com concentrados). Primavesi *et al.*, (2004) concluíram que a produção de metano é superior em animais consumindo gramíneas tropicais vs. temperadas e em bovinos zebuínos vs. europeus. Portanto, a fórmula de Blaxter e Clapperton (1965) poderia subestimar a perda energética como metano e superestimar os valores de energia metabolizável e líquida das forrageiras tropicais utilizando esta metodologia.

Castro (2008) avaliou a partição de energia de silagens de capim-tanzânia em diferentes idades de rebrota (63, 84, 107 dias). Esse autor observou valores de ED, EM e EL variando de 2,05 a 1,74 kcal/kg MS, 1,85 a 1,58 kcal/kg MS e 1,1 a 1,42 kcal/kg MS, respectivamente, com reduções (P<0,05) nos valores de ED e EM entre 84 e 107 dias e aumento (P<0,05) nos valores de EL entre 63 e 84 dias. A metabolizabilidade da energia

bruta ($q_m=0,43$ kcal/kcal EB) e eficiência de utilização da energia metabolizável ($k_m=0,66$ kcal/kcal EM) não diferiram com o avanço da idade de corte.

Já Gonçalves *et al.* (2011) avaliando silagens de capim-andropogon observaram reduções ($P<0,05$) nos valores ED (2,63 vs. 2,12 Mcal/kg MS), EM (2,30 vs. 1,89 Mcal/kg MS) e EL (1,93 vs. 1,54 Mcal/kg MS) entre 56 e 84 dias de rebrota, com estabilização nas concentrações a partir desta idade até 112 dias. Por outro lado, Ribas (2010) avaliando forragens frescas de híbridos de capim-sudão com sorgo (35 dias de crescimento vegetativo) encontrou concentrações de ED, EM e EL 2,92; 2,78 e 1,65 Mcal/kg MS. Os valores médios de q_m e k_m encontrados por esse autor foram de 0,62 kcal/kcal EB e 0,63 kcal/kcal EM, respectivamente.

Velasco (2011) e Ramirez (2011) avaliaram a braquiária decumbens na forma fresca e fenada, respectivamente, em diferentes idades de rebrota (56, 84 e 112 dias). Esses autores não observaram influência do estágio fenológico nas concentrações de ED, EM e EL. Os valores médios obtidos para a forragem fresca foram de 2,52; 2,26 e 1,74 Mcal/kg MS, respectivamente, enquanto para os fenos foram de 2,20; 1,87 e 1,37 Mcal/kg MS, respectivamente. Da mesma forma, os valores de q_m (0,55 e 0,44 kcal/kcal EB) e k_m (0,77 e 0,72 kcal/kcal EM) não diferiram entre as idades. Velasco (2011) observou semelhança nas perdas de energia como IC entre as idades (média de 12,6 kcal/100 kcal EB ingerida), mas houve redução nas perdas de energia na urina entre 56 e 84 dias (1,66 vs. 0,50 kcal/100 kcal EB ingerida) e as perdas como metano variaram entre as idades (6,2 a 4,1 kcal/100 kcal EB ingerida). Já Ramirez (2011) não observou diferença nas perdas de energia na urina para o feno de braquiária decumbens entre as idades avaliadas (média de 1,61 kcal/100 kcal EB ingerida), mas houve reduções significativas ($P<0,05$) nas perdas de energia como metano (6,9 para 4,9 kcal/100 kcal EB ingerida) e IC (16,7 para 8,8 kcal/100 kcal EB ingerida) entre as idades de 84 e 112 dias e 56 e 84 dias, respectivamente.

Machado (2010) avaliou a partição de energia de silagens de sorgo (BRS610, BR700, BRS655) em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) em ovinos. Esse autor encontrou conteúdos de ED e EM variando de 1,98 a 2,44 Mcal/kg MS e 1,78 a 2,20 Mcal/kg MS, respectivamente, sem efeito do estágio de maturação e semelhança entre os híbridos durante os estádios de grãos leitosos e farináceos. Já os valores de EL variaram de 0,94 a 1,69 Mcal/kg MS, com efeito significativo do estágio de maturação e interação entre híbridos e estágio de maturação nos valores de EL das silagens. Os valores de q_m (0,46 kcal/kcal EB) e k_m (0,65 kcal/kcal EM) foram semelhantes entre os híbridos e os estádios

de maturação, exceto para o sorgo BRS 655 que apresentou variação entre os estádios de maturação. As perdas de energia na urina variaram de 0,95 a 2,15 kcal/100 kcal EB ingerida com interação entre híbridos e os estádios de maturação. Já as perdas de energia como metano foram semelhantes entre os híbridos e os estádios de maturação (média de 4,62 kcal/100 kcal EB), exceto para o sorgo BRS 655 que apresentou variação entre os estádios de maturação. O incremento calórico variou de 10,10 a 19,48 kcal/100 kcal EB ingerida, com efeito significativo para o híbrido, estágio de maturação e interação entre híbrido e estágio de maturação.

Com relação aos parâmetros respirométricos Teixeira *et al.* (2011) e Velasco (2011) avaliaram ovinos alimentados, respectivamente, com capim-elefante e braquiária decumbens, ambos frescos e colhidos entre 56 e 112 dias de rebrota. Esses autores não observaram diferenças entre as idades nos consumos médios de O₂ (21,8 e 20,9 L/kg PV^{0,75}), produção de CO₂ (21,4 e 21,0 L/kg PV^{0,75}), produção de metano (1,6 e 1,9 L/kg PV^{0,75}), produção de calor (108,2 e 105,5 kcal/kg PV^{0,75}) e CR (0,98 e 1,00). Já Machado (2010) para silagens de sorgo (BRS610, BR700, BRS655) produzidas nos estádios leitoso, pastoso e farináceo relatou consumos de O₂ de 20,8 a 28,7 L/kg PV^{0,75}, produções de CO₂ de 17,1 a 25,5 L/kg PV^{0,75}, produções de metano de 0,99 a 1,26 L/kg PV^{0,75}, produções de calor de 105,8 a 128,0 kcal/kg PV^{0,75} e coeficientes respiratórios de 0,88 a 0,97. Blaxter e Wainman (1964) relataram valores de produção de calor em ovinos variando de 54,62 a 67,33 kcal/kg PV^{0,75}.

1.10. Produção de metano entérico por ruminantes

A necessidade por eficiência energética tem impulsionado a pesquisa no sentido de reduzir as perdas ligadas ao incremento calórico e a produção de metano (COTTON & PIELKE, 2007). Este apresenta grande impacto ambiental em razão da participação no efeito estufa. O gás metano apresenta potencial de aquecimento global 25 vezes maior que o CO₂ e permanece na atmosfera por longo tempo (9 a 15 anos) (IPCC, 2006).

Entre as fontes antrópicas de emissão de metano, a produção proveniente da fermentação entérica dos ruminantes contribui com 22% da produção mundial, representando 3,3% do total dos GEE (USEPA, 2000). O metano entérico é um produto secundário da fermentação ruminal e corresponde a 27% de todo o gás produzido no rúmen, ficando atrás apenas do dióxido de carbono (CO₂) com 65%. Quase a totalidade do metano produzido no rúmen (95%) é excretada por eructação, e 89% do metano sintetizado no intestino grosso

que pode corresponder por até 10% da produção total dependendo da extensão da degradação da fibra é excretado através da respiração e apenas 11% pelo ânus (MURRAY *et al.*, 1976). Os bovinos podem produzir de 150 a 420 litros ou 39 a 109,5 kg de metano/dia, já ovinos podem chegar a 25 a 55 litros ou 6,5 a 14,4 kg ao dia (McALLISTER *et al.*, 1996).

Os microrganismos metanogênicos pertencem ao domínio Archae e demonstram maior crescimento em pH 7 e potencial redox de -359 mv, condições obtidas em dietas ricas em forragens cuja fermentação resulta em produção de CO₂ e H₂, que são os substratos para produção de energia e formação de metano (Dehority, 2003). De fato, há interações positivas entre bactérias celulolíticas (*Ruminococcus flavefaciens* e *Ruminococcus albus*) e microrganismos metanogênicos com transferências interespecíficas de H₂ (WALLACE, 1994). A manutenção de baixa pressão parcial de H₂ no líquido ruminal é necessária para permitir a reoxidação de fatores reduzidos (NADH) e manter o processo fermentativo, favorecendo diretamente a degradação da fibra pelos *Ruminococcus* (KAMRA, 2005). Essa interação também é relatada com outras bactérias como *Selenomonas ruminantium*, *Prevotella ruminicola*, *Butirivibrio fibrisolvens* (fermentação hemiceluloses) e com protozoários e fungos celulolíticos (DEHORITY, 2003).

Os microrganismos metanogênicos são separados em três principais famílias: Methanobacteriaceae (Methanobacterium spp.; Methanobrevibacter spp. e Methanosphaera spp.), Methanomicrobiaceae (Methanomicrobium spp.) e Methanosarcinaceae (Methanosarcina spp.). Os principais representantes encontrados no rúmen tem sido o Methanobrevibacter ruminantium, Methanobacterium, Methanomicrobium e Methanosarcina (OHENE-ADJEI *et al.*, 2007). Os metanogênicos apesar de funcionalmente importantes no metabolismo ruminal, representam apenas 0,5 a 3% da massa microbiana (LIN *et al.*, 1997; JANSSEN & KIRS, 2008). Esses autores observaram uma preferência das famílias de metanogênicos entre os hospedeiros ruminantes, com predomínio de Methanobacterias em bovinos e caprinos e Methanomicrobios em ovinos. Dietas ricas em volumosos apresentam maior diversidade de metanogênicos e variações são observadas em função do tipo de volumoso (McALLISTER *et al.*, 1996).

Além disso, ampla variação individual na produção de metano (até 87%) tem sido observada entre animais de mesma espécie recebendo a mesma dieta (DOHME *et al.*, 2001; PINARES-PATIÑO *et al.*, 2003ab; NICHOLSON *et al.*, 2007). Isso pode estar associado às diferenças na microbiota ruminal, seja diretamente sobre a população de

metanogênicos ou sobre a população de microrganismos celulolíticos. Esse efeito em particular pode ser responsável por diferenças nas eficiências energéticas entre animais semelhantes mantidos sobre mesma dieta (ZHOU *et al.*, 2009). Outros aspectos associados que podem influenciar na produção de metano é a capacidade de seleção do alimento, características tempo de retenção do alimento no do rúmen, a proporção e tipo de concentrado na dieta e as associações de fatores que conduzem à maior ou menor capacidade de digestão da fibra dos alimentos (MARTIN *et al.*, 2010; SHIBATA *et al.*, 2010). Embora o consumo de matéria seca se relacione positivamente com a emissão de CH₄ (g/d), apenas 13% da produção ruminal é associada a diferenças no consumo (LASSEY *et al.*, 1997). Portanto, são de fundamental importância a identificação de novas espécies de Archae e suas interações (ATTWOOD *et al.*, 2008), o conhecimento detalhado sobre os mecanismos síntese e os fatores que afetam sua produção do metano (HOOK *et al.*, 2010), para que seja possível responder por essas diferenças e interações entre hospedeiros e traçar estratégias para mitigação da produção de metano ruminal (BUDDLE *et al.*, 2011).

As perdas energéticas decorrentes da emissão de metano entérico corresponde, em média, por 6,0% da energia bruta ingerida, com uma variação de 2% a 12% que está associada a quantidade de carboidrato e proporções relativas de acetato:propionato (JOHNSON & JOHNSON, 1995). Nesse sentido dietas, ricas em fibras ou subprodutos fibrosos, os quais favorecem o crescimento de microrganismos produtores de acetato ou butirato resultam em maior síntese de metano (MORGAVI *et al.*, 2010). Enquanto a formação de propionato resulta em sequestro de hidrogênio e reduz a disponibilidade de substratos para os metanogênicos (MARTIN *et al.*, 2010). Blaxter e Claperton (1965) observaram relação inversa entre produção de metano e o aumento da digestibilidade da dieta para animais com consumo acima da manutenção. Isso é verdade para condições onde há aumento na quantidade de concentrado na dieta, devido a redução no pH ruminal e menor disponibilidade de substratos para os microrganismos metanogênicos. Para animais mantidos em pastagens o aumento da ingestão de energia e de matéria seca, seja em resposta a melhor qualidade do pasto ou pela seleção do animal, resulta em aumento na produção de metano por animal (JOHNSON & JOHNSON, 1995).

Assim, a melhor forma de avaliar a produção de metano é considerar a produção por unidade de produto animal formado (kg de leite, carne, lã). Diante desse parâmetro pode ser estabelecido um equilíbrio entre a necessidade de produção de alimento para a

crescente população e a emissão de gases de efeito estufa, além de evitar que sistemas de produção eficientes sejam penalizados (GUIMARÃES JR *et al.*, 2010). Portanto, a redução da produção de metano entérico sem alterar a produtividade animal é desejável, tanto como uma estratégia de mitigar a emissão total de gases de efeito estufa, como também de melhorar a eficiência de conversão alimentar dos ruminantes (DeRAMUS *et al.*, 2003). Assim a melhoria na qualidade da forragem e adequado momento de utilização (idade de corte e pastejo) pode ser importante opção como medidas alternativas para mitigação de gases do efeito estufa pela pecuária (LASSEY, 2007; RODRIGUEZ & CAMPOS, 2007).

Castro *et al.* (2009) avaliaram a produção de metano por ovinos, em respirometria calorimétrica, com consumo em nível de manutenção, recebendo exclusivamente volumosos tropicais em diferentes idades de corte, como a silagem de capim-tanzânia cortado aos 63, 84 e 107 dias; silagem de capim-andropogon cortado aos 56, 84 e 112 dias; o capim-elefante cortado aos 56, 84 e 112 dias; e a braquiária decumbens cortada aos 56, 84 e 112 dias. Esses autores encontraram produções de metano entre 12 L/dia e 38 L/dia, sendo as maiores produções de metano observadas para o capim-elefante cortado aos 56 dias, o qual apresentou o maior valor de digestibilidade aparente da matéria seca. Apesar de altos coeficientes de correlação com consumo e digestibilidade, o consumo de matéria seca digestível foi à única variável que apresentou correlação linear e elevado coeficiente de determinação com a produção de metano. As produções médias de metano em relação ao consumo de MS digestível foram de 35,5 g/kg MS digestível para o capim-tanzânia, de 20,5 g/kg MS digestível para os capins braquiária decumbens e elefante e a menor produção ocorreu para o capim-andropogon de 6,8 g/kg MS digestível. Os autores não observaram alta correlação entre produção de metano e idade ao corte das forrageiras verde ou conservada. No entanto, quando a avaliação foi realizada separadamente para cada volumoso, observou-se correlação entre idade ao corte e produção de metano, indicando que a influência da idade ao corte da forrageira na produção de metano é uma característica específica da mesma.

Ramirez (2011) avaliaram as produções e as perdas de energia como metano de fenos de braquiária decumbens produzidos aos 56, 84 e 112 dias de rebrota. Esse autor relatou produções de metano variando de 21,23 a 13,29 g/dia e perdas de energia entre 283 a 177 kcal/dia entre 56 e 112 dias, respectivamente, com redução significativa apenas entre os dois últimos cortes. A avaliação da produção de metano por peso metabólico indicou redução linear com o avanço do estágio de maturação, com valores de 1,47; 1,22 e 0,97

g/PV^{0,75} para as idades de corte avaliadas. Entretanto, a produção de metano em relação ao consumo de FDN digestível indicou semelhança entre os fenos de braquiária decumbens, o que difere quando a análise é feita com base no consumo de MS digestível. Forragens que propiciem semelhantes consumos de MS digestível podem diferir na produção de metano devido às diferenças nas proporções de proteínas e carboidratos solúveis comparados as hemiceluloses e celulose (VAN SOEST, 1994).

Machado (2010) avaliou a produção de metano por ovinos alimentados com silagens de sorgo com ou sem tanino (BRS610, BR700, BRS655) em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo). Segundo o autor, não houve diferença significativa entre híbridos e entre estádios de maturação ($P>0,05$), com produções de metano entre 13,6 a 24,4 L/dia e médias de 28,40 g/kg MS digestível consumida e 57,36 g/kg FDN digestível consumido. Da mesma forma, Oliveira *et al.* (2007) avaliando o efeito de dietas contendo silagens de sorgo com baixo e alto teor de taninos, fornecidas para bovinos de corte, não observaram efeito desses compostos sobre a metanogênese.

Magalhães *et al.* (2009) quantificaram, por meio da técnica do gás traçador interno SF₆, a emissão de metano em novilhos zebuínos alimentados exclusivamente com forrageiras tropicais (cana-de-açúcar, silagem de milho e feno de capim-tifton 85). O maior consumo de nutrientes pelos animais alimentados com o feno de capim-tifton 85 ocasionou a maior emissão de metano, quando comparado aos demais tratamentos ($P>0,05$), principalmente pelo maior consumo de celulose. Apesar da emissão de metano ter sido superior pelos novilhos alimentados com o feno, os animais que receberam a cana-de-açúcar na dieta perderam mais energia ingerida na forma de metano (12,6 kcal/100 kcal EB ingerida) do que os que foram alimentados com feno de capim-tifton 85 (11,9 kcal/100 kcal EB ingerida) e silagem de milho (9,8 kcal/100 kcal EB ingerida).

Hegarty (2001) analisou o efeito do melhoramento da qualidade da forragem na produção de metano por ovinos da raça Merino manejados a pasto e verificou que a proporção da energia ingerida perdida como metano diminuiu de 6,6 para 6,0%, com o aumento da digestibilidade, apesar do aumento da produção diária do gás. Robertson e Waghorn (2002) observaram que a produção de metano por vacas leiteiras em pastagem aumentou com o avanço da maturidade da forragem (de 5 para 6,5% da EB ingerida). A menor emissão de metano observada para forragens mais jovens pode ser explicada pelos maiores teores de carboidrato solúvel e ácido linoleico (DOHME *et al.*, 2001).

De acordo com Beauchemin *et al.* (2008), a metanogênese é influenciada pelo método de conservação e processamento, sendo que tende a ser menor quando a forragem é ensilada do vs. desidratada, e quando ela é finamente moída ou peletizada vs. grosseiramente picada. A moagem e a peletização de forragens reduzem marcadamente a metanogênese (queda de 20 a 40% da produção de metano por unidade da dieta) (BLAXTER, 1989), devido ao aumento da taxa de passagem. Entretanto, esses efeitos não são aparentes quando o consumo desses alimentos é restrito.

A avaliação da emissão de metano por meio de câmaras respirométricas é considerada como método padrão (*Standard Gold*) para a calibragem e desenvolvimento de novas metodologias. Nessa técnica há quantificação precisa dos gases produzidos (respiração, eructação e ejeção retal) e do consumo do animal, possibilitando ainda avaliar em conjunto o metabolismo energético (MACHADO *et al.*, 2011b). Para a predição correta da produção diária de metano dos animais em câmara respirométrica, cuidado especial deve ser dado ao tempo de mensuração uma vez que a taxa de produção desse gás varia ao longo do dia (GRAINGER *et al.*, 2007).

1.11. Referências Bibliográficas

ABDOUN, K.; STUMPF, F.; MARTENS, H. [2006]. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. **Animal Health Research.**, v.7, n.1-2, p.43-59, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S1466252307001156>>. Acesso em: 22 set. 2011.

AGNEW, R.E.; YAN, T. Calorimetry. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2.ed., Wallingford, UK: CAB International, 2005. p.421-442.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International. 1993. 159p.

ALLEN, M.S. [1996]. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. **Journal of Animal Science**. v.74, n.12, p.3036-3075. 1996. Disponível em: <<http://www.animal-science.org/content/74/12/3063.full.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2011.

ALLEN, M.S. [2000]. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.83, n.7, p.1598-1624, 2000. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(00\)75030-2/abstract](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(00)75030-2/abstract)>. Acesso em 18 ago. 2011.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. *et al.* **Nutrição Animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel. v.1, 1990. 395p.

ARMSTRONG, D. G.; K. L. BLAXTER. The utilization of the energy of carbohydrate by ruminants. In: BLAXTER, K.L. (Ed.), **The Energy Metabolism of Ruminants**, 2.ed. *Proceedings Symposium of Energy Metabolism in Farm Animals*. European Association for Animal Production (EAAP), publ. n.10. London: London Academic Press, 1961. p.442-456.

ATAÍDE JÚNIOR, J.S.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. *et al.* [2000]. Valor nutritivo do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2193-2199, 2000 (Suplemento 2). Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2797>>. Acesso em: 30 set. 2011.

BALIEIRO NETO, G.; FERREIRA, J.J.; FERREIRA, M.B.D. *et al.* [2007]. Características agrônômicas e viabilidade do capim-tifton-85 (*Cynodon* spp) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**, v.44, n.4, p.235-242. 2007. Disponível em : <<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/bjvras/v44n4/01.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M., O'MARA, F. *et al.* [2008]. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.2, p.21–27. 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1071/EA07199> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

BLAXTER, K. L. **The Energy Metabolism of Ruminants**. Illions:Springfield, 1962. 187p.

BLAXTER, K. L.; BOYNE, A.W. [1978]. The estimation of the nutritive value of feeds as energy sources for ruminants and the derivation of feeding systems. **The Journal of Agricultural Science**. v.90, n.1, p.47–68. 1978. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600048589> >. Acesso em: 12 set. 2011.

BLAXTER, K. L.; WAINMAN, F. W. [1964]. The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and for fattening. **The Journal of Agricultural Science**, v.63, n.1 p.113-128, 1964. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S002185960001515X>>. Acesso em: 12 set. 2011.

BLAXTER, K.L. [1967]. Techniques in energy metabolism studies and their limitations. **Proceedings of Nutrition Society**, v.26, p.86–96.1967. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1079/PNS19670016> >. Acesso em: 12 set. 2011.

BLAXTER, K.L. **Energy Metabolism in Animals and Man**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 170p.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. [1965]. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.19, n.1, p.511-522, 1965. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19650046> >. Acesso em: 28 set. 2011.

BLUMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. [1997]. In vitro gas production: a technique revisited. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.77, n.1 p.24-34. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0396.1997.tb00734.x> >. Acesso em: 28 set. 2011.

BLUMMEL, M.; ORSKOV, E.R. [1993]. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. **Animal Feed Science and Technology**. v.40, n.2-3, p.109-119, 1993. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90150-I](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(93)90150-I) >. Acesso em: 12 set. 2011.

BONDI, A.A. **Animal Nutrition**. Magnes Press, The Hebrew University of Jerusalem (English Edition by John Wiley & Sons).1987. 556p.

BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV,E.R. [1991]. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA,T.; KAWASHIMA, R.(Eds.). **Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants**. 7.ed. *Proceedings International Symposium on Ruminant Physiology*. San Diego: Academic Press, 1991. p.541-592.

BROUWER E .Report of subcommittee on constants and factors. In: BLAXTER, K.L. (Ed.), **The Energy Metabolism of Ruminants**. 3.ed. *Proceedings Symposium of Energy Metabolism in Farm Animals*, European Association for Animal Production (EAAP), publ. n.11. London: London Academic Press. 1965, p.441-443.

BUCHANAN-SMITH, J.G. [1990]. An investigation into palatability as a factor responsible forreduced intake of silage by sheep. **Animal Production**, v.50, n.2, p.253-260. 1990. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1017/S0003356100004700> >. Acesso em: 17 set. 2011.

BUDDLE, B.M.; DENIS, M.; ATTWOOD, G.T. *et al.* [2011]. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. **The Veterinary Journal**. v.188, n.1, p.11–17. 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.019> >. Acesso em: 18 set. 2011

BURTON, G.W. [2001].Tifton 85 bermudagrass—early history of its creation, selection, and evaluation. **Crop Science**. v.41, n.1, p.5–6, 2001. Disponível em: <<https://www.crops.org/publications/cs/articles/41/1/5> >. Acesso em: 20 dez. 2011.

BUXTON, D.R.; CASLER, M.D. [1993]. Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. *et al.* (Eds), **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (ASA-CSSA-SSSA). 1993. p.685-714.

CARNEVALLI, R.A.; SILVA, S.C., FAGUNDES, J.L. *et al.* [2001]. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.7-15, 2001. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000100002> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. *et al.* [2001]. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.667-674, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6281>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

CARVALHO, C.A.B; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. *et al.* [2000]. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'Tifton 85' sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p. 591-600, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000400001>>. Acesso em: 20 set. 2011.

CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. *et al.* [2006a]. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.7-20, 2006a. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S151635982006000100002> >. Acesso em: 23 out. 2011.

CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. *et al.* [2006b]. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (*Cynodon sp.*) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.358-371, 2006b. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000200005> >. Acesso em: 23 out. 2011.

CASTRO, G.H.F. **Silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzânia) em diferentes idades**. 2008, 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CASTRO, G.H.F.; GRAÇA, D.S.; GONÇAVES, L.C. *et al.* [2007]. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. marandu colhida em diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1538-1544, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000600029> >. Acesso em: 23 set. 2011.

CASTRO, G.H.F.; RODRÍGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. *et al.* Produção de metano em ovinos consumindo volumosos tropicais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, [2009]. (CD-ROM). Disponível em: <http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

CASTRO, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2010]. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.654-666, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000300022> >. Acesso em: 23 set. 2011.

CAVALCANTI, A. C. [2010]. **Consumo e digestibilidade aparente do feno de *Andropogon gayanus* colhido em três diferentes idades**. 2010. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8MEMSD> >. Acesso em: 04 set. 2011.

CEDEÑO, J.A.G.; ROCHA, G.P.; PINTO, J.C. *et al.* [2003]. Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.2, p.462-470, 2003. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v27n2/a29v27n2.pdf> >. Acesso em; 23 out. 2011.

CHAMBERLAIN, D.G.; THOMAS, P.C.; WILSON, W. *et al.* [1985]. The effects of carbohydrate supplements on ruminal concentrations of ammonia in animals given diets of grass silage. **The Journal of Agricultural Science**, v.104, n.2, p.331-340. 1985. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600044002> >. Acesso em: 27 set. 2011.

CHURCH, D.C. **The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. 563p.

CHWALIBOG, A. **Physiological basis of heat production: The fire of life**, Frederiksberg: Denmark , The Royal Veterinary and Agricultural University, Department of Animal and Veterinary Basic Sciences, Research School of Animal Nutrition and Physiology, 2004. 23p.

CICHOSKI, E.; SANTOS, G.T.; SILVA, D.C. [2009]. Diferentes tipos de sacos para análise da digestibilidade in vitro de forrageiras. **Archivos de Zootecnia**. v.58, n.224, p.749-752. 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922009000400015> >. Acesso em: 14 out. 2011.

COCK, L.M.; POULTON, B.R.; HOOVER, W.H. *et al.* [1967]. Dietary Nitrogen Effect on Ruminant Heat Increment. **Journal of Animal Science**, v.26, n.4, p.845-848, 1967. Disponível em:< <http://www.journalofanimalscience.org/content/26/4/845> >. Acesso em: 10 set. 2011.

COELHO, R.M. [2002]. **Efeitos da concentração de matéria seca e do uso de inoculante bacteriano-enzimático, na silagem de tifton 85 (Cynodon spp.), sobre a digestão de nutrientes, parâmetros ruminais e comportamento ingestivo em novilhos de corte em crescimento**. 2002.122f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-19122002-163719/pt-br.php>>. Acesso em: 30 set. 2011.

CORREA, L.M.; POTT, E.B. [2001]. Silagem de Capim. In: SIMPOSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS – TEMAS EM EVIDENCIA, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 339-362.

COTTON, W.R.; PIELKE, R.A. **Human impacts on weather and climate**. 2.ed.,Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 330p.

CRUZ, D.S.G.; VELASCO, F.O.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2010]. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da Matéria Seca e da Matéria Orgânica da *Brachiaria decumbens* em três idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010. Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, [2010]. (CD-ROM). Disponível em: <http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

DAWSON, L.E.R.; MAYNE, C.S. [1995]. The effects of either dietary additions or intraruminal infusion of amines and juice extracted from grass silage on the voluntary intake of grass silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.56, n.1-2, p.119-131, 1995. Disponível em:< [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00809-2](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(95)00809-2) >. Acesso em: 17 set. 2011.

DAWSON, L.E.R.; MAYNE, C.S. [1997]. The effect of infusion of putrescine and gamma amino butyric acid on the intake of steers offered grass silage containing three levels of lactic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.66, n.1-4, p.15-29, 1997. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01149-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01149-2) >. Acesso em: 17 set. 2011.

DAWSON, L.E.R.; STEEN, R.W.J. Relationship between dry matter, fibre and nitrogen degradation characteristics of silage and silage intake of steers. **Animal Science**, v.70, n.3, p.537-546, 2000. Disponível em: < http://www.bsas.org.uk/downloads/Vol70Part3_Jun_2000.pdf >. Acesso em: 16 set. 2011.

DEHORITY, B. **Rumen Microbiology**. Thrumpton, Nottingham: Nottingham University Press. 2003. 372p.

DeRAMUS, H.A.; CLEMENT, T.C.; GIAMPOLA, D.D. *et al.* [2003]. Methane emissions of beef cattle on forrages: efficiency of grazing management systems. **Journal of Environment Quality**, v.32, n.1, p.269-277, 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2003.2690> >. Acesso em: 16 set. 2011.

DIENER, J. R.C. [1997]. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v.43, n.3, p.245-253, 1997. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-42301997000300013> >. Acesso em: 17 set. 2011.

DOHME, F.; MACHMULLER, A.; WASSERFALLEN, A. *et al.* [2001]. Ruminant methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. **Letters in Applied Microbiology**, v. 32, n.1, p.47-51, 2001. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1472-765X.2001.00863.x> >. Acesso em: 17 set. 2011.

ELLIS, W.C.; POPPI, D.P.; MATIS, J.H. [2000]. Feed intake in ruminants: Kinetic aspects. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.), **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. 1 ed. Wallingford, UK: CABI publishing. 2000. p.335-364.

ELLIS, W.C; POPPI D.P.; MATIS, J.H. *et al.* [1999]. Dietary-digestive-metabolic interactions determining the nutritive potential of ruminant diets. In: JUNG, H.G.; FAHEY, G.C. (Eds), **Nutritional Ecology of Herbivores**. Savoy, IL: American Society Animal Science, 1999. p.432-481.

EMMANS, G.C. [1994]. Effective energy: a concept of energy utilization applied across species. **British Journal of Nutrition**, v.71, n.6, p.801-821. 1994. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19940188> >. Acesso em: 12 set. 2011.

FARIA JÚNIOR, W.G.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. *et al.*[2010]. Avaliação das silagens do sorgo BRS-610 em sete estádios de maturação pela técnica in vitro semiautomática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.898-905, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000400020> >. Acesso em: 23 set. 2011.

FERRELL, C.L. Metabolismo de la energía. In: CHURCH, D.C. (Ed.), **El rumiante fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: ACRIBIA, 1993. p.283-304.

FERRELL, C.L.; OLTJEN, J.W. [2008]. Net energy systems for beef cattle: Concepts, application, and future models. **Journal of Animal Science**, v. 86, n.10, p.2779-2794. 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2008-0954> >. Acesso em: 02 set. 2011.

FISHER, D.S. [2002]. A review of a few key factors regulating voluntary feed intake in ruminants. **Crop Science**. v.42, n.5, p.1651-1655. 2002. Disponível em: <<http://nalcd.nal.usda.gov/download/11478/PDF>>. Acesso em: 30 ago. 2011.

FONDEVILA, M.; BARRIOS, A. The gas production technique and its application to the study of the nutritive value of forages. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.35, n.4, p.187-196, 2001.

FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.A. *et al.* [2005b]. Uso do abate comparativo na determinação da exigência de energia de manutenção de gado de corte, pastejando capim-elefante: descrição da metodologia e resultados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1721-1729, 2005b. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000500034> >. Acesso em: 30 ago. 2011.

FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. *et al.* [2005a]. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim-elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1711-1720, 2005a. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-359820050005000> >. Acesso em: 30 ago. 2011.

FORBES, J. M. [1995]. **Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals**. Wallingford, U.K: CAB International, 1995. 405p.

FORBES, J. M. [2007]. **Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals**. 2 ed. Wallingford, U.K: CAB International, 2007. 453p.

FORBES, J.M. [2000]. Physiological and metabolic aspects of feed intake control. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed), **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. Wallingford, UK: CAB International, 2000. p.319-333.

FORBES, J.M. [2003]. The multifactorial nature of food intake control. **Journal of Animal Science**, v.81, n.14, p.E139-E144. 2003. (Suppl 2). Disponível em:< http://www.journalofanimalscience.org/content/81/14_suppl_2/E139 >Acesso em: 26 set. 2011.

FORBES, J.M.; PROVENZA, F.D.[2000]. Integration of learning and metabolic signals into a theory of dietary choice and food intake. In: CRONJÉ, P.B. (Eds), **Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction**. Wallingford, UK: CAB International. 2000. p.1-19.

FOX, D.G., TYLUTKI, T.P., TEDESCHI, L.O *et al.* **The Net Carbohydrate and Protein System for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**. Ithaca, NY: Cornell University, 2003. 202p.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P. *et al.* [2004]. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. In: NAGORCKA, B.; EVANS, E.; ROBINSON, P.H. (Eds), **Mathematical Modeling of Animal-Plant interactions in Livestock Enterprises**. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, n.1-4, p.29-78. 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006> >. Acesso em: 19 set. 2011.

FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K. *et al.* [1993]. A model to interpret gas accumulation profiles associated with in vitro degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v.163, n.1, p.99-111, 1993. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1006/jtbi.1993.1109> >. Acesso em: 09 set. 2011.

FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.; DHANOA, M.S. *et al.* [2000]. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: derivation of models and other mathematical considerations. **British Journal of Nutrition**, v.83, n.2 p.143-150, 2000. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114500000180> >. Acesso em: 13 set. 2011.

FREITAS, G.A.R.; COELHO, S.G.; GONÇALVES, L.C. [2003]. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia bruta, e balanço de nitrogênio das silagens de cinco genótipos de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n. 4, p.443-449. 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352003000400009> >. Acesso em: 05 set. 2011.

GARRETT, W. N.; JOHNSON, D.E. [1983]. Nutritional energetics of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.57, n.1, p.478-497. (Suppl_2) Disponível em: < http://www.journalofanimalscience.org/content/57/Supplement_2/478 >. Acesso em: 17 set. 2011.

GEAY, Y. [1984]. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778. 1984. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/58/3/766> >. Acesso em: 05 set. 2011.

GETACHEW, G.; BLUMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S. *et al.* [1998]. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, n.3-4 p.261-281, 1998. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00189-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00189-2) >. Acesso em: 10 set. 2011.

GIVENS, D. I.; RULQUIN, H. [2002]. Utilisation of protein from silage-based diets. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13, 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive, 2002, p. 268-283.

GIVENS, D.I; RULQUIN, H. [2004]. Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.114, n.1-4, p.1-18. 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.09.005> >. Acesso em: 03 set. 2011.

GOMIDE, C.C.C. [1996]. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de Cynodon**. 1996. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. *et al.* [2002]. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1163-1174, 2002. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2582/1761> >. Acesso em: 03 dez. 2011.

GONCALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* [2003]. Determinação do consumo, digestibilidade e frações proteicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.804-813, 2003. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000400004> >. Acesso em: 12 ago. 2011.

GONÇALVES, L.C.; JAYME, D.G.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O. *et al.* [2011]. Consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos da energia das silagens de capim-andropogon (*Andropogon gayanus*) em três idades de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, 2011. Maceió. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, [2011]. (CD-ROM). [2010]. Disponível em: < <http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

GRABBER, J.H. [2005]. How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies. **Crop Science**, v.45, n.3, p.820-831. 2005. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2004.0191>>. Acesso em: 14 out. 2011.

GRAINGER, C.; CLARKE, T.; MCGINN, S. M. *et al.* [2007]. Methane emissions from dairy cows measured using the sulphur hexafluoride (SF₆) tracer and chamber techniques. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p.2755–2766, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-697> >. Acesso em: 29 nov. 2011.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHAO, R. L.; VILELA, L. *et al.* Produção animal na integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 5, 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2010. p.111-123.

GUO, X. S.; ZHOU, H.; ZHU, Z. [2007]. Changes in the distribution of N and plant enzymatic activity during ensilage of lucerne treated with different additives. **Grass Forage Science**, v.1, n.1 p.35–43. 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2007.00559.x> >. Acesso em: 29 nov. 2011.

HANCOCK, D.W.; EDWARDS, N.R.; GREEN, T.W. *et al.* [2008]. **Selecting a forage bermudagrass variety**. University of Georgia, Cooperative Extension Colleges of Agricultural and Environmental Sciences. (Circular 919). 2008. Disponível em: <http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/C%20919_2.PDF >. Acesso em: 15 dez. 2011

HARRISON, J.H.; BLAUWIELKEL, R.; STOKES, R. [1994]. Fermentation and utilization of grass silage. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.10, p.3209-3235, 1994. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77264-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77264-7) >. Acesso em: 21 set. 2011.

HATFIELD, R.D. [1993]. Cell wall polysaccharide interactions and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. *et al.* (Eds), **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (ASA-CSSA-SSSA). 1993. p.285-313.

HEGARTY, R. Greenhouse gas emissions from the Australian livestock sector what do we know, what can we do?. Canberra: NSW Agriculture Australian Greenhouse Office, 2001. 35p. Disponível em: < http://www.enviroaccounts.com/data-management/agriculture/methane_emissions.pdf/view >. Acesso em: 13 set. 2011.

HENDERSON, N. [1993]. Silage Aditives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.1, p.35-56, 1993. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90070-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(93)90070-Z)>. Acesso em: 13 set. 2011.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; BURTON, G.W. [1993]. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrasses pastures. **Journal of Animal Science**, v.71, n.12, p.3219-3225, 1993. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/71/12/3219.full.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W. [2001]. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. **Journal of Animal Science**, v.79, n.1 p.E48-E58, 2001. (Suppl_1). Disponível em: <<http://www.animal-science.org/content/79/E-Suppl/E48.full.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

HOLDEN, L.A. [1999]. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3)>. Acesso em: 12 jan. 2011.

HOOK, S.E.; WRIGHT, A.D.G.; McBRIDE, B.W. [2010]. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. **Archaea**, v.2010, ID 945785, 11p., 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2010/945785>>. Acesso em: 11 jan. 2011.

HUHTANEN, P.; KHALILI, H.; NOUSIAINEN, J.I. *et al.* [2002]. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. **Livestock Production Science**, v.73, n.2-3, p.111-130. 2002. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00279-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00279-2)>. Acesso em 20 out. 2011.

HUHTANEN, P.; NOUSIAINEN, J.I.; RINNE, M. *et al.* [2008]. Utilization and partition of dietary nitrogen in dairy cows fed grass silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.9, p.3589-3599, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1181>>. Acesso em: 25 out. 2011.

HUHTANEN, P.; RINNE, M.; MANTYSAAR, P. *et al.* [2011]. Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows fed silage-based diets. **Animal**, v.5, n.5, p.691-702. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S1751731110002363>>. Acesso em: 21 set. 2011.

HUHTANEN, P.; RINNE, M.; NOUSIAINEN, J. [2007]. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. **Animal**, v.1, n.5, p.758-770. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S175173110773673X>>. Acesso em: 24 set. 2011.

HUNTINGTON, G.B.; ZETINA, E.J.; WHITT, J.M. *et al.* [1996]. Effects of dietary concentrate level on nutrient absorption, liver metabolism, and urea kinetics of beef steers fed isonitrogenous and isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v.74, n.4, p.908-916, 1996. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/74/4/908>>. Acesso em: 27 set. 2011.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. [2006]. Emissions from livestock and manure management. In: EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K. *et al.* (Eds), IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: IGES, 2006. chap.10, p.747-846. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf>. Acesso em: 26 out. 2011.

JANSSEN, P. H.; KIRS, M. [2008]. Structure of the archaeal community of the rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.74, n.12, p.3619-3625, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.02812-07> >. Acesso em: 22 set. 2011.

JAYME, C.G.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. *et al.* [2011]. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de *Brachiaria brizantha* cv marandu adicionada de aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.704-711. 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000300023> >. Acesso em: 26 out. 2011.

JOHNSON, D.E.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.C. [2003]. The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going?. **Journal of Animal Science**, v.81, n.13, p.E27-E38. 2003. (Suppl_1). Disponível em: < http://www.journalofanimalscience.org/content/81/13_suppl_1/E27 >. Acesso em: 22 set. 2011.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. [1995]. Methane Emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.8, p.2483-2492, 1995. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/73/8/2483> >. Acesso em: 22 set. 2011.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. [1995]. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/73/9/2774> >. Acesso em: 24 jul. 2011.

JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability, In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. *et al.* (Eds), **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (ASA-CSSA-SSSA). 1993. p.315-346.

JUNG, H.G.; SMITH, R.R.; ENDRES, C.S. [1994]. Cell-wall composition and degradability of stem tissue from lucerne divergently selected for lignin and in vitro dry matter disappearance. **Grass and Forage Science**. v.49, n.3, p.295-304, 1994. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02004.x> > Acesso em: 18 jul. 2011.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p.124-134, 2005. Disponível em: < http://www.currentscience.ac.in/Downloads/article_id_089_01_0124_0135_0.pdf >. Acesso em: 12 set. 2011.

KEADY, T.W.J.; MURPHY, J.J. [1998]. A note on the preferences for, and rate of intake of, grass silages by dairy cows. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**. v.37, n.1, p. 87-91. 1998. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/25562321> >. Acesso em: 12 set. 2011.

KRIZSAN, S.J.; RANDBY, A.T. [2007]. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as the sole feed. **Journal of Animal Science**, v.85, n.4, p.984-996. 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2005-587> >. Acesso em: 23 out. 2011.

KRIZSAN, S.J.; WESTAD, F.; ADNOY, T. *et al.* [2007]. Effect of volatile compounds in grass silage on voluntary intake by growing cattle. **Animal**, v.1, n.2, p.283-292, 2007.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S17517311_07683773>. Acesso em: 14 out. 2011.

KUNG JÚNIOR, L.; DER BEDROSIAN, M. [2010]. How well do we really understand silage fermentation? **Proceedings of the Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers**, 72, Ithaca, NY: Cornell University. 2010. p.87-93. Disponível em: <<http://www.ansci.cornell.edu/cnconf/2010proceedings/CNC2010.9.Kung.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011.

LASSEY, K.R. [2007]. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.142, n.2-4, p.120-132, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.03.028>>. Acesso em: 10 set. 2011.

LIMA, J.A.; ROCHA, G.P.; CEDEÑO, J.A.G. *et al.* Valor nutritivo de algumas gramíneas do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002b. (CD-ROM). Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

LIMA, J.A.; ROCHA, G.P.; CEDEÑO, J.A.G. *et al.* Rendimento de matéria seca e teores de minerais de algumas gramíneas do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002a. (CD-ROM). Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

LIN, C.; RASKIN, L.; STAHL, D.A.; [1997]. Microbial community structure in gastrointestinal tracts of domestic animals: comparative analyses using rRNA-targeted oligonucleotide probes. **FEMS Microbiology Ecology**. v.22, n.4, p.281-294, 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6941.1997.tb00380.x>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

LOBATO, F.C.L. **Avaliação agrônômica, perfil de fermentação e qualidade da silagem da *Brachiaria decumbens***. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. [1968]. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793–806. 1968. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/27/3/793>>. Acesso em: 20 set. 2011.

LÓPEZ, S. [2005]. In vitro and in situ techniques for estimating digestibility. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.), **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism** (2.ed.), Wallingford, UK: CAB International, 2005. pp 87–121.

LÓPEZ, S.; DIJKSTRA, J.; DHANOA, M.S. *et al.* . A generic multi-stage compartmental model for interpreting gas production profiles. In: SAUVANT, D.; VAN MILGEN, J.; FAVERDIN, P. *et al.* (Eds.), **Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals**. Wageningen Academic Publishers. Part 3. 2011.p.139-147.

MABJEESH, S.J.; COHEN, M.; ARIELI, A. [2000]. In vitro methods for measuring the dry matter digestibility of ruminant feedstuffs: comparison of methods and inoculum

sources. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.10. p.2289-2294, 2000. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75115-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75115-0) >. Acesso em: 12 jan. 2011.

MACHADO, F. S. Digestibilidade, partição de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. Belo Horizonte. 2010. 109 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MACHADO; F.S.; PEREIRA, L.G.R.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. *et al.* [2011b]. Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. **Documentos**, **147**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2011b. 92p. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/95247/1/Doc147Emissoesmetano.pdf> >. Acesso em: 24 set. 2011.

MACHADO; F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2011]. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1470-1478, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000600026> >. Acesso em: 05 jan. 2012.

MAGALHÃES, K.A.; REIS, R.A.; CASAGRANDE, D.R. *et al.* Utilização da técnica do gás traçador SF₆ para medição do metano ruminal em novilhos zebuinos alimentados exclusivamente com forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá : SBZ, [2009]. (CD-ROM). Disponível em: <http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; HILL, G.M. *et al.* [1999]. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrass for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.77, n.6, p.1572-1586, 1999. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/77/6/1572> >. Acesso em: 04 nov. 2011.

MARTIN, C.; MORGAVI, D.P.; DOREAU, M. [2009]. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. **Animal**, v.4, n.3, p.351-365, 2010. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731109990620> >. Acesso em: 05 set. 2011.

MAURÍCIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. *et al.* [1999]. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.4 p.321-330, 1999. Disponível em:< [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00033-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00033-4) >. Acesso em: 04 set. 2011.

McALLISTER, T.A.; CHENG, K.J.; OKINE E.K. *et al.* [1996]. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, n.2 p.231-243. 1996. Disponível em:< [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00033-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00033-4) >. Acesso em: 04 set. 2011.

McBRIDE, B.W.; KELLY, J.M. [1990]. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p.2997-3010, 1990. Disponível em:< <http://www.journalofanimalscience.org/content/68/9/2997> >. Acesso em: 10 set. 2011.

McDONALD, I. [1981]. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, v.96, n.1, p.251-252. 1981. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600032081> >. Acesso em: 04 set. 2011.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALH, J.F.D. **Animal Nutrition**.4.ed. New York: Longman, 1988. 543p.

McDONALD, P.; HENDERSON, R.; HERON, S.. **The Biochemistry of Silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MENKEA, K.H.; RAABA, L.; SALEWSKI, A. [1979]. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. **The Journal of Agricultural Science**, v.93, n.1, p. 217-222. 1979. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600086305>>. Acesso em: 11 set. 2011.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992.p.01-32. (CD-ROM).

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.), **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. Madison, WI: American Society of Agronomy, 1994. p.450- 493.

MILFORD, R.; MINSON, D. L. Intake of tropical pasture species. In: Congresso Internacional de Pastagens, 9, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Alarico, 1965. p. 815-822.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego, California: Academic Press Inc, 1990. 483 p.

MORGAVI, D.P.; FORANO, E.; MARTIN, C. *et al.* [2010]. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. In: CHILLIARD, Y.; DOREAU, M.; VEISSIER, I. (Eds), XIth International Symposium on Ruminant Physiology (ISRP): **Animal**, v.4, n.7 special, p.1024–1036. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.4141/cjas96-035> >. Acesso em: 04 set. 2011.

MURRAY, R. M.; BRYANT, A. M.; LENG, R. A. [1976]. Rates of production of methane in the rumen and large intestine of sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 36, n.1, p.1-14. 1976. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19760053> >. Acesso em: 05 set. 2011.

MUSCHER, A.S.; SCHRODER, B.; BREVES, G. *et al.* Dietary nitrogen reduction enhances urea transport across goat rumen epithelium. **Journal of Animal Science**, v.88, n.10, p.3390-3398. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-2949> >. Acesso em: 20 set. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, DC: National Academy Press, 2007. 384p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL.**Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5.ed., Porto Alegre :Artmed, 2011.1273p.

NICHOLSON, M.J.; EVANS, P.N.; JOBLIN, K.N. [2007]. Analysis of methanogen diversity in the rumen using temporal temperature gradient gel electrophoresis: identification of uncultured methanogens. **Microbial Ecology**, v.54, n.1, p.141–150, 2007. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/25256181> >. Acesso em: 5 set. 2011.

NOGUERA, R.R.; SALIBA, E.O.; MAURÍCIO, R.M. [2004]. Comparación de modelos matemáticos para estimar los parámetros de degradación obtenidos a través de la técnica de producción de gas, **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n.11, [on-line]. 2004. Disponível em: < <http://www.lrrd.org/lrrd16/11/nogu16086.htm> >. Acesso em: 6 set 2011.

NOUSIAINEN, J. **Development of tools for the nutritional management of dairy cows on silage-based diets**. 2004. 61f. (Dissertation- Animal Science).Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki. Uliopistapaiono. Disponível em: < <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/kotie/vk/nousiainen/developm.pdf> >. Acesso em: 05 fev. 2012.

NUSSIO, G.L.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F. *et al.* Volumosos suplementares - estratégias de decisão e utilização. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Temas em Evidência, 2. 2002. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.193-232.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Forragens suplementares para bovinos de corte. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de Corte** – v. I. Piracicaba: FEALQ, 2010, p. 281-294.

NUSSIO, L.G. **Ensilagem de gramíneas tropicais: Desafio permanente**. Livre Docência - ESALQ/USP, 2004, 235p.

NUSSIO, L.G. Silage production and utilization. In: PARK, R.S.; STRONGE, M.D. (Eds). **Silage Production and Utilization, Proceedings of the XIVth International Silage Conference, a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress**. Belfast, Northern Ireland: Wageningen Academic. 2005. p.97-107.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N.S. *et al.* Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA). 2000. p.121-138.

ODONGO, N.E.; BAGG, R.; VESSIE, G. *et al.* [2007]. Long-term effects of feeding monensin on methane production in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.4, p.1781–1788. 2007. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-708> >. Acesso em: 10 set. 2011.

OHENE-ADJEI, S.; TEATHER, R.M.; IVAN, M. *et al.* [2007]. Postinoculation protozoan establishment and association patterns of methanogenic archaea in the ovine rumen. **Applied Environmental Microbiology**, v.73, n.14, p.4609–4618, 2007. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.02687-06> >. Acesso em: 10 set. 2011.

OHSHIMA,V.; McDONALD, P. [1978]. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. **Journal of Science Food and Agricultural**.

v.29, n.6, p.497-505, 1978. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740290602>>. Acesso em: 12 out. 2011.

OLIVEIRA, A.I.; JAYME, D.G.; BARRETO, A.C *et al.* Produção de matéria verde no período das águas de pastagem de tifton 85 sob manejo de irrigação e sequeiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO, 2, 2009. Uberaba. **Anais...** Uberaba, MG: IFMT, [2009], On Line. Disponível em: <http://www.iftm.edu.br/proreitorias/pesquisa/revista_2/resumo/zootecnia/resumo10.pdf > Acesso em: 23 fev. 2012.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. *et al.* [2000c]. Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000c (Suplemento 1). Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2827>>. Acesso em: 08 dez. 2011.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GOMIDE, J.A. *et al.* [2000a]. Análise de Crescimento do Capim-Bermuda ‘Tifton 85’ (*Cynodon spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1930-1938, 2000a (Suplemento 1). Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2825>>. Acesso em: 08 dez. 2011.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A. *et al.* [2000b]. Características morfológicas e estruturais do capim-bermuda ‘tifton 85’ (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000b (Suplemento 1). Disponível em: < <http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2826> >. Acesso em: 08 dez. 2011.

OLIVEIRA, M.E.; NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; TEIXEIRA, G.A. *et al.* [2005]. Produção de matéria seca e qualidade de três forrageiras e desempenho produtivo de ovinos sob pastejo rotacionado. **Revista Científica de Produção Animal**, v.7, n.2, p.35-43, 2005. Disponível em: <www.ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/article/view/394/371 >. Acesso em: 08 dez. 2011.

OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.S. *et al.* [2007]. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.3-4, p.236-248, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.07.012> >. Acesso em: 23 set. 2011.

ORSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. [1990]. Dietary-induced thermogenesis and feed evaluation in ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 49, n.2, p.227-237. 1990. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1079/PNS19900026> >. Acesso em: 10 set. 2011.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. [1979]. The estimation of protein degradability in rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499-503. 1979. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600063048> >. Acesso em: 23 set. 2011.

ORTIGUES, I.; PETIT, M.; AGABRIEL, J. et al [1993]. Maintenance requirements in metabolizable energy of adult, nonpregnant, nonlactating charolais cows. **Journal of Animal Science**, v.71, n.7, p.1947-1956. 1993. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/71/7/1947> >. Acesso em: 12 set. 2011.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. *et al.* Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000. p.17-30. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/005/X8486E/x8486e09.htm#bm9> >. Acesso em: 27 out.2011.

PACIULLO, D.S.C. [2002]. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras: revisão. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.357-364, 2002. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000200029> >. Acesso em: 29 set. 2011.

PASHAEI, S.; RAZMAZAR, V.; MIRSHAKAR, R. [2010]. Gas production: a proposed in vitro method to estimate the extent of digestion of a feedstuff in the rumen. **Journal of Biological Sciences**, v.10, n.6, p.573-580. 2010. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.3923/jbs.2010.573.580> >. Acesso em: 27 set. 2011.

PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. [1993]. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.4, p.1063-1073. 1993. Disponível em:<[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77435-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77435-4)>. Acesso em: 03 set. 2011.

PEREIRA, O.D.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K.G. *et al.* [2012]. Crescimento do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.30-35, 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v41n1/05.pdf> >. Acesso em: 02 fev. 2012.

PEREIRA, O.G.; GOBBI, K.F.; PEREIRA, D.H. *et al.* Conservação de forragens como opção para o manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM). Disponível em: < <http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt> >. Acesso em: 05 set. 2011.

PINARES-PATIÑO, C.S.; ULYATT, M.J.; LASSEY, K.R. *et al.* [2003a]. Rumen function and digestion parameters associated with differences between sheep in methane emissions when fed chaffed lucerne hay. **The Journal of Agricultural Science**. v.140, n.2, p.205-214, 2003a. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859603003046> >. Acesso em: 05 nov. 2011.

PINARES-PATIÑO, C.S.; ULYATT, M.J.; LASSEY, K.R. *et al.* [2003b]. Persistence of differences between sheep in methane emission under generous grazing conditions. **The Journal of Agricultural Science**. v.140, n.2, p.227-233, 2003b. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859603003071> >. Acesso em: 05 nov. 2011.

PINTO, L.F.M.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. *et al.* [2001]. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n3/a01v58n3.pdf> >. Acesso em: 05 nov. 2011.

POSADA, S.P.; NOGUERA, R.R.; RODRÍGUEZ, N.M. *et al.* [2011]. Exigências energéticas para gado de corte: conceitos e resultados experimentais em condições tropicais. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.24, n.4, p.623-633, 2011. Disponível em: < <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v24n4/v24n4a07.pdf> >. Acesso em: 23 set. 2011.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S. *et al.* [2004]. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.3, p.277-283, 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300011> >. Acesso em: 20 set. 2011.

QUARESMA, J.P.S.; ABREU, J.G.; ALMEIDA, R.G. *et al.* [2010]. Recuperação de matéria seca e composição química de silagens de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a períodos de pré-emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.5, p.1232-1237, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000500022> >. Acesso em: 26 set. 2011.

RAMIREZ, M. A. **Consumo e digestibilidade aparente de fenos de *Brachiaria decumbens* (Stapf cultivar Basiliski), cortados em três diferentes idades**. 2010. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8D9FT6> >. Acesso em: 23 set. 2011.

RAMIREZ, M. A. **Valor nutricional do feno de *Brachiaria decumbens* em três idades**. 2011. 107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8S5GKU> >. Acesso em: 23 set. 2011.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal: FCAVJ-UNESP: FUNEP, 1993. 26p.

REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de capins tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2, Maringá. **Anais...** Maringá: NUPEL, UEM. 2004. p.34-74.

REIS, R.A.; SILVA, S.C. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.), **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed., Jaboticabal: FUNEP, 2011, p. 79-109.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds), **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed., Jaboticabal: FUNEP; 2011. p.323-344.

REYNOLDS, C. K.; HUNTINGTON, G.B. [1988]. Partition of portal drained visceral net flux in beef steers. 1. Blood flow and net flux of oxygen, glucose and nitrogenous compounds across stomach and post-stomach tissues. **British Journal of Nutrition**. v.60, n.3, p.539-551. 1988. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19880126> >. Acesso em: 20 set. 2011.

REYNOLDS, C.K.; KRISTENSEN, N.B. [2008]. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. **Journal of Animal**

Science, v.86, n.4, p.E293-E305. 2008. (Suppl_14). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0475> >. Acesso em: 20 set. 2011.

RIBAS, M. N. **Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes bmr- portadores de nervura marrom**. 2010. 128 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO JÚNIOR, G.O., **Características agronômicas e qualidade das silagens do capim *Andropogon gayanus* em quatro idades de corte e perfil de fermentação da silagem aos 56 dias de crescimento**. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. [2010]. Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.4, p.560-567, 2010. Disponível em: <<http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/view/59/76>> Acesso em: 05 dez. 2011.

RIBEIRO, M. Y. H. **Consumo voluntário e digestibilidade aparente da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em diferentes idades de corte, em ovinos**. 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8M4FAT> >. Acesso em: 20 set. 2011.

ROBERTSON L. J.; WAGHORN G. C. [2002]. Dairy industry perspectives on methane emissions and production from cattle fed pasture or total mixed rations in New Zealand. **Proceedings of the New Zealand Society Animal Production**, v.62, p.213–218. 2002. Disponível em: < <http://nzsap.org.nz/proc/sapta02.html> >. Acesso em: 19 set. 2011.

RODRIGUES, M.A.M.; FONSECA, A.J.M.; SEQUEIRA, C.A. *et al.* [2002]. Digestion kinetic parameters from an in vitro gas production method as predictors of voluntary intake of forage by mature ewes. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, n.3–4, p.133–142. 2002. Disponível em:< [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00326-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00326-1) >. Acesso em: 27 set. 2011.

RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E. Manipulação ruminal para redução da emissão de metano. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL E AMBIENTE, 1, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG. 2007, p.1-28.

RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E.; LACHICA, M.L. *et al.* [2007]. A calorimetry system for metabolism trials. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.495-500, 2007. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000200033> >. Acesso em: 27 set. 2011.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. [1999]. Effects of inoculum preparation method and concentration, method of inoculation and pre-soaking the substrate on the gas production profile of high temperature dried grass. **Animal Feed Science and Technology**, v.78, n.3-4, p.199-213. 1999. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00006-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00006-1) >. Acesso em: 05 set. 2011.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J.A.; WILLIAMS, B.A. *et al.* [2005]. In vitro cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. **Animal**

Feed Science and Technology, v.123, part 1, p.9-30. 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.055> >. Acesso em: 05 set. 2011.

RYMER, C.; MOSS, A.R.; DEAVILLE, E.R. *et al.* [1998]. Factors affecting the amount of indirect gas produced by the in vitro gas production technique. In: DEAVILLE, E.R., OWEN, E., ADESOGEN, A.T., RYMER, *et al.* (Eds.), **In Vitro Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants**. Edinburgh, UK: British Society of Animal Science (BSAS). publ. n.22. 1998. p.89-91.

SAHIN, M.; GUVEN, I.; OZKAN, C.O. *et al.* [2011]. Comparison of some mathematical models used in gas production technique. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, n.18, p.2465-2469, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3923/javaa.2011.2465.2469> >. Acesso em: 13 set. 2011.

SANTOS, G.T.; CAVALIERI, F.L.B.; MODESTO, E.C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE–SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE - NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA, 2001. p.199-228. Disponível em: < <http://www.nupel.uem.br/recentes.pdf> >. Acesso em: 13 set. 2011.

SANTOS, N.L.; SILVA, M.W.R.; CHAVES, M.A. [2008]. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins tifton 85, tanzânia e marandu no período de verão no sudoeste Baiano. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.911-922, 2008. Disponível em: < <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/1183/4351> >. Acesso em: 03 fev. 2012.

SHIBATA, M.; TERADA, F. [2010]. Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. **Animal Science Journal**, v.81, n.1, p.2–10, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-0929.2009.00687.x> >. Acesso em: 23 set. 2011.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. *et al.* [1992]. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/70/11/3562> >. Acesso em: 10 set. 2011.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2011]. Cinética de fermentação ruminal in vitro da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.382-391, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000200016> >. Acesso em: 23 set. 2011.

TAHIR, M.N. Voluntary feed intake by dairy cattle. **Technical Report of Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences**, Rönneby, Sweden: Rönneby University, n.3. 43p. 2008. Disponível em: < http://pub.epsilon.slu.se/3427/1/Tahir_N_081121.pdf >. Acesso em: 20 out. 2011.

TAO, L.; ZHOU, H.; GUO, X. S. *et al.* [2011]. Contribution of exopeptidases to formation of nonprotein nitrogen during ensiling of alfalfa. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n.8, p.3928-3935, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3752> >. Acesso em: 29 nov. 2011.

TAYLER, J.C.; WILKINS, R.J. Conserved forage: complement or competitor to concentrates. **Proceedings of the University of Nottingham Easter School in Agricultural Science**, n.23. Nottingham, UK: Nottingham University Pres. 1976. p.343-364.

TEIXEIRA, A. M. **Consumo voluntário e digestibilidade aparente do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) verde em diferentes idades de corte, em ovinos**. 2009. 39f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TEIXEIRA, A.M.; GONÇALVES, L.C.; JAYME, D.G. *et al.* Consumo de energia e respirometria de ovinos alimentados com capim elefante verde em três idades de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, 2011. Maceió. **Anais...** Salvador: Universidade Federal de Alagoas, [2011]. (CD-ROM).

TELES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; CLEMENTINO, R.H. *et al.* [2010]. Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.427-433, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000200027> >. Acesso em: 21 set. 2011.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M. S. *et al.* [1994]. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.3-4, p.185-197, 1994. Disponível em:< [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6) >. Acesso em: 13 set. 2011.

THEURER, C.B.; HUNTINGTON, G.B.; HUBER, J.T. *et al.* [2002]. Net absorption and utilization of nitrogenous compounds across ruminal, intestinal, and hepatic tissues of growing beef steers fed dry-rolled or steam-flaked sorghum grain. **Journal of Animal Science**, v.80, n.2, p.525-532, 2002. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/80/2/525> >. Acesso em: 27 set. 2011.

THOMAS, P.C. Predicting the nutritive value of compound feeds for ruminants. In: Feedstuff Evaluation. In: Wiseman, J.; Cole, D.J.A. (Eds). **Proceedings of the 5th Symposium of University of Nottingham Easter School in Agricultural Sciences**. Nottingham, UK: Nottingham University Pres. 1990. p.3011-3018.

TILLEY, J. M.; TERRY, R.A. [1963]. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x> >. Acesso em: 10 jan. 2011.

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2003]. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. **Documentos**, 57. Corumbá: Embrapa Pantanal (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2003. 20p. Disponível em: < <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC57.pdf> >. Acesso em: 10 nov. 2011.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs**. In: PEER review draft. Washington: Environmental Protection Agency, 2000. 48p.

VALDÉS, C.; CARRO, M.D.; RANILLA, M.J. *et al.* [2000]. Effect of forage to concentrate ratio in complete diets offered to sheep on voluntary food intake and some digestive parameters. **Animal Science**, v.70, n.1, p.119-126, 2000. Disponível em: < http://www.bsas.org.uk/downloads/Vol70Part1_Feb_2000.pdf >. Acesso em: 20 set. 2011.

VAN DER WALT, J.G. [1993]. Nitrogen metabolism of the ruminant liver. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.44, n.3, p.381–403. 1993. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1071/AR9930381> >. Acesso em: 20 set. 2011.

VAN OS, M.; VAN VUUREN, A.M.; SPOELSTRA, S.F. [1997]. Mechanisms of adaptation in sheep to overcome silage intake depression induced by biogenic amines. **British Journal of Nutrition**, v.77, n.3, p.399-415, 1997. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19970041> >. Acesso em: 18 set. 2011.

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

VELASCO, F. O. **Valor nutricional do capim Brachiaria decumbens em três diferentes idades**. 2011. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8TXHA8> >. Acesso em: 09 out. 2011.

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R. A. *et al.* [2010]. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1206-1213, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n6/07.pdf> >. Acesso em: 25 nov.2011.

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. *et al.* [2009]. Cinética da fermentação e taxas de degradação de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte estimadas pela técnica de produção de gases in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1695-1705, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000900008> >. Acesso em: 25 set.2011.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero Cynodon: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.23-54.

WALLACE, R.J. [1994].Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2992-3003, 1994. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/72/11/2992> >. Acesso em: 20 out. 2011.

WILLIAMS, B. A. Cumulative gas production techniques for forage evaluation. In: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E. *et al.* (Eds.). **Forage Evaluation in Ruminant Nutrition**. Wallingford, UK: CAB International. 2000. p.189-214.

WILMAN, D.; ADESOGAN, A. [2000]. A comparison of filter bag methods with conventional tube methods of determining the in vitro digestibility of forages. **Animal Feed Science and Technology**, v.84, n.1, p.33-47, 2000. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00110-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00110-3) >. Acesso em: 12 jan. 2011.

WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. [1997]. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.48, n.2, p.165-180, 1997. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1071/A96051> >. Acesso em: 21 nov. 2011.

WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. [1995]. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. **Crop Science**, v.35, n.1, p.251-259, 1995. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010046x> >. Acesso em: 22 jul. 2011.

YAN, T.; FROST, J.P.; KEADY, T.W.J. *et al.* Prediction of nitrogen excretion in feces and urine of beef cattle offered diets containing grass silage. **Journal of Animal Science**, v.85, n.8, p.1982-1989, 2007. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/85/8/1982> >. Acesso em: 09 set. 2011.

YOUSEF, M.K.; ROBERTSON, W.D.; JOHNSON, H.D. *et al.* [1968]. Effect of ruminal heating on thyroid function and heat production of cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p. 677-683, 1968. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/27/3/677> >. Acesso em: 11 set. 2011.

ZHOU, M.I.; HERNANDEZ-SANABRIA, E.; GUAN, L.L. [2009]. Assessment of the microbial ecology of ruminal methanogens in cattle with different feed efficiencies. **Applied and Environmental Microbiology**, v.75, n.20, p.6524-6533, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.02815-08> >. Acesso em: 11 set. 2011.

ZIERENBERG, B.; FRIEDEL, K.; GLATZLE, A. *et al.* Assessment of ensilability of six tropical grasses using three different approaches. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, São Pedro, 2001, **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001. p.786-788.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. [2009]. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.especial, p.170-189, 2009 (Suplemento). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300018> >. Acesso em: 12 set. 2011.

CAPÍTULO 2

Características agronômicas e valor nutritivo do capim-tifton 85 em diferentes idades de corte

RESUMO: As características agronômicas e nutricionais do capim-tifton 85 nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota foram avaliadas. O capim-tifton 85 foi cultivado na Fazenda Santa Helena, município de Bom Despacho, MG, entre outubro e dezembro de 2007. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições por idade. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A significância da regressão e da falta de ajustamento foi testada pelo teste F ($\alpha = 0,05$) e os coeficientes de regressão testados pelo teste T ($\alpha = 0,05$). Observou-se efeito ($P < 0,05$) da idade de corte para as produções de matéria verde (t/ha), matéria seca (t/ha) e matéria seca digestível (t/ha), os quais demonstraram comportamento cúbico com valores máximos de 35,5; 9,2 e 5,9 t/ha aos 45 dias, respectivamente. O avanço na idade reduziu ($P < 0,05$) as proporções de folhas e aumentou ($P < 0,05$) a proporção de colmos, comprometendo o valor nutricional da planta. Observaram-se acréscimos ($P < 0,05$) nos valores da matéria seca e das frações fibrosas e reduções ($P < 0,05$) nos valores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca com o avanço da idade de corte do capim-tifton 85. Acredita-se que a pior qualidade da fibra dos colmos e sua maior proporção ($P < 0,05$) com o avanço da idade sejam os fatores determinantes para a redução da digestibilidade *in vitro* com a maturidade. Recomenda-se o corte do capim-tifton 85 aos 45 dias de rebrota para utilização planta inteira, a fim de obter um volumoso de elevado valor nutricional e máxima produção de matéria seca digestível por hectare.

Palavras-chave: *Cynodon dactylon*, momento de colheita, ruminante, valor nutricional

2.1. Introdução

Os capins-tifton 68, 78 e 85 (*Cynodon dactylon*) são forrageiras de alta produtividade e elevado valor nutritivo, sendo amplamente utilizados em sistemas de produção na forma de pastejo, produção de fenos (VILELA & ALVIM, 1998) e mais recentemente avaliados na confecção de silagens ou corte para suplementação no cocho (NUSSIO *et al.*, 2002),

particularmente para regiões de menor aptidão agrícola e animais de menor exigência nutricional como cria e recria (JAYME *et al.*, 2009).

Essas gramíneas como outras tropicais estão submetidas aos efeitos do estágio de maturação na produtividade e valor nutricional. De modo geral, observa-se aumento na produção por área com o avanço da idade de corte, sendo fator importante economicamente na produção de fenos, silagens ou corte fresco (capineira). Por outro lado, observa-se redução no valor nutricional em razão do comprometimento das relações lâmina foliar:colmo e aumento das frações fibrosas do colmo e folhas (OLIVEIRA *et al.*, 2000b; GONÇALVES *et al.*, 2002), o que pode limitar o consumo e a produção animal. Nesse sentido a utilização da produção de matéria seca potencialmente digestível por área tem sido amplamente recomendada para determinar o momento ideal de corte de forrageiras para produção de feno, ensilagem ou uso como capineira, a fim de maximizar a utilização da forragem no sistema produtivo (NUSSIO *et al.*, 1998).

A composição química e a proporção de colmos e folhas nos *Cynodons* são fortemente influenciadas pela idade, cultivar, fertilidade, nível de adubação e manejo da forragem. Por essa razão, a literatura abordando o valor nutricional do capim-tifton 85 demonstra ampla variação nos valores de matéria seca (151 a 320 g/kg MS), proteína bruta (46 a 216 g/kg MS), fibra em detergente neutro (FDN) (558 a 864 g/kg MS), fibra em detergente ácido (FDA) (244 a 460 g/kg MS), lignina (27 a 92 g/kg MS) e coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (0,456 a 0,768 g/g MS) (OLIVEIRA *et al.*, 2000c; GONÇALVES *et al.*, 2002; CEDEÑO *et al.*, 2003; CAMPOS *et al.*, 2010; RIBEIRO & PEREIRA, 2010; VELÁSQUEZ *et al.*, 2010).

O objetivo com este estudo foi determinar o melhor momento de corte do capim-tifton 85 entre as idades de 28 a 90 dias de rebrota para utilização da planta inteira, no qual haja o equilíbrio entre produtividade e valor nutricional da planta.

2.2. Material e Métodos

Local e manejo

O capim-tifton 85 foi cultivado numa área de 1 ha da Fazenda Santa Helena, situada no Km 125 da rodovia MG164, na cidade de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais, Brasil (19°36,2'S latitude, 45°16,1'O longitude e 641 m acima do nível do mar), cuja área foi submetida ao corte de uniformização em 4 de outubro de 2007 e adubada com 100kg N/ha,

20 kg P/ha, 100kg K/ha e micro nutrientes. Esta área foi dividida em quatro faixas, cada qual com cinco canteiros de 3 x 3 m (4m² de área útil, eliminando 1 m de bordadura), sendo a ordem de corte dos canteiros determinada aleatoriamente nas faixas e mantido distância de 1 m entre canteiros dentro de cada faixa.

O capim-tifton 85 foi colhido nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de crescimento vegetativo, correspondendo às datas de: 01/11/2007; 19/11/2007; 30/11/2007; 18/12/2007 e 03/01/2008. A pluviosidade acumulada (mm) nos meses de outubro, novembro e dezembro foram de 111, 178 e 279 mm/mês, respectivamente. Já as temperaturas médias mínimas e máximas nos respectivos períodos foram de 15,0 e 33,1°C; 18,6 e 30,4°C e 17,5 e 31,1°C.

Imediatamente antes do corte foi aferida a altura média das lâminas foliares da planta (na curvatura da folha) em cinco pontos por canteiro para obtenção da altura média. O corte manual foi realizado com cutelo a cinco centímetros do solo e a forragem de cada canteiro foi pesada à campo com uso de balança tipo tripé para estimativa das produções de matéria verde por hectare. Neste momento amostras homogêneas da forragem de cada canteiro (5 kg) foram retiradas e acondicionadas em sacolas plásticas (identificadas e resfriadas) para o transporte até o laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG (19°52,3'S, 43°58,2'O e 838 m acima do nível do mar). Neste foram mantidas congeladas em câmara fria a - 15° C até o processamento. Posteriormente essas amostras foram retiradas da câmara fria, descongeladas em temperatura ambiente e cada amostra dividida em duas sub-amostras homogêneas, sendo uma utilizada para o fracionamento das partes da planta (colmos, folhas e material morto) e a outra para a análise química da planta completa.

Análises laboratoriais

Amostras da planta completa, dos colmos, das folhas e do material morto foram picadas com tesoura para redução do volume e pré-secos (em duplicata) em estufa de ventilação forçada a 55° C durante 72 horas (TE-394/2; TECNAL Equipamentos de Laboratório Ltda, Piracicaba, Brasil). As amostras pré-secas foram moídas em moinho Wiley (Thomas, Philadelphia, PA) para passar em peneiras de 1 mm e analisadas segundo os métodos da AOAC (2006) para matéria seca-MS (ID 967.03), cinzas (ID 942.05), proteína bruta- PB e nitrogênio total- NT kjeldahl (ID 984.13) e extrato etéreo-EE (ID 920.39). A fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (ID 948.13; AOAC, 2006) e lignina detergente ácido (LDA) (ID 948.13; AOAC, 2006) foram determinadas segundo o método

sequencial de Van Soest *et al.* (1991), sem a utilização de α -amilase e sulfito de sódio. O NDF e FDA foram expressos incluindo as cinzas residuais. Utilizou-se sacos de tecido não tecido (TNT 100), com dimensões de 4x4 cm, e o aparelho ANKOM200 *Fiber Analyzer* (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para as análises de FDN e FDA, e o aparelho *Daisy^{II} Incubator* (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para LDA.

Os valores de nitrogênio e proteína bruta (N x 6,25) insolúvel em detergente neutro (NIDN e PIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA e PIDA) das plantas completas foram determinados de acordo com (VAN SOEST *et al.*, 1991) e expressados como % da fração de FDN (%NIDN_{FDN} e %PIDN_{FDN}) ou FDA (%NIDA_{FDA} e %PIDA_{FDA}) e % da fração de Proteína Bruta (%PIDN_{PB} e %PIDA_{PB}). Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) das plantas completas foram calculados como $CT = 100 - (PB + EE + cinzas)$ e $CNF = 100 - (CP + FDN_{cp} + EE + cinzas)$ (VAN SOEST *et al.*, 1991), onde FDN_{cp} representa a fibra detergente neutro corrigido para cinzas e proteína ($FDN_{cp} = \%FDN - (\%PIDN + \%CIDN)$, em base da matéria seca, em que CIDN é cinzas insolúveis em detergente neutro). Os açúcares solúveis em álcool da planta completa foram determinados segundo Bailey (1967).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo Holden *et al.* (1999) utilizando 0,25 g amostra em saquinhos ANKOM F57 e incubados no *DaisyII Incubator* (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY). O fluido ruminal foi obtido de quatro vacas holandesas em lactação alimentadas com dieta a base de silagem de milho e suplementadas com 2 kg/dia de feno de capim-tifton 85 e 6 kg/dia de concentrado comercial (20% de PB) divididos em duas refeições iguais às 07:00 e 16:00 h. Um dia antes da coleta de líquido ruminal a qualidade deste foi avaliada quanto ao pH (6,2-7,2), tempo de redução do azul de metileno a 0,03% (3 a 6 minutos) e tempo de sedimentação e flutuação (4 a 8 minutos), segundo Radostitis *et al.* (2002). A coleta do líquido ruminal foi realizada via fistula ruminal pela manhã antes da alimentação do animal e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas. No laboratório, o líquido ruminal dos quatro animais foi filtrado individualmente, sob injeção contínua de CO₂, e proporções iguais de líquido ruminal de cada animal foram misturados para a formação de um *pool* de líquido ruminal (inóculo) mantido em banho-maria a 39 °C por no máximo 10 minutos até a incubação das amostras. O valor de pH da mistura do meio e inóculo foi de 6,3 no momento da inoculação.

De posse dos dados de conteúdo de matéria seca e digestibilidade *in vitro* estimou-se as produções de matéria seca e matéria seca digestível por área para a planta, colmo e folha. As proporções das frações de lâminas foliares e de colmos+bainhas foram estabelecidas com base na matéria seca, assim como as relações folha/colmo.

Análises Estatísticas

Para a avaliação da planta empregou-se o delineamento em blocos ao acaso, sendo as fontes de variação as faixas (blocos) e as idades (27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade, tratamentos) com quatro repetições por tratamento (canteiros), totalizando 20 canteiros. Descrito pelo modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$, em que Y_{ij} é a variável de dependente; μ a média geral; T_i é o efeito fixo do tratamento; β_j é o efeito do bloco; ϵ_{ij} é o erro $\cong N(0, 1)$.

Para a avaliação das frações de folha e colmo empregou-se o delineamento em blocos ao acaso, num arranjo fatorial 5 x 2, sendo as fontes de variação as faixas (blocos), as idades (27, 45, 56, 74 e 90 dias) e o material (folha e colmo) com quatro repetições por tratamento. Descrito pelo modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + A_k + (T^*A)_{ik} + \alpha_{ijk}$, em que Y_{ijk} é a variável dependente; μ = média geral; T_i é o efeito da idade; β_j é o efeito do bloco; A_k é o efeito do material; ϵ_{ij} = erro A; $(T^*A)_{ik}$ é o efeito da interação idade x material; α_{ijk} = erro B.

Todos os dados foram analisados quanto homocedasticidade e heterocedasticidade das respostas pelos testes de Bartlett e Lilliefors; e a normalidade pelo procedimento de análise univariada pelo SAS (*Statistical Analysis System*, versão 8.2). Os dados foram submetidos à análise de variância, correlação de Pearson, análise de regressão para o efeito da idade de corte (quantitativo) e teste de média pelo teste T ($\alpha = 0,05$) para comparação entre folhas e colmos dentro da mesma idade de corte (qualitativo). A significância da regressão e da falta de ajustamento foi testada pelo teste F ($\alpha = 0,05$) e os coeficientes de regressão testados pelo teste T ($\alpha = 0,05$) (SAS, versão 8.2). Foram avaliados os modelos que melhor se ajustavam segundo a análise gráfica da resposta, análise gráfica dos resíduos e coeficiente de determinação.

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Características agronômicas

A idade de corte apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) nas produções de matéria natural (PMN), produções de matéria seca (PMS) e produções de matéria seca digestível (PMSD) do capim-tifton 85, as quais descreverem comportamento cúbico com o avanço no estágio de maturação (Figura 1). As máximas e mínimas PMN, PMS e PMSD foram de 35,5 e 15,6 t/ha, 9,2 e 5,0 t/ha e 5,9 e 2,7 t/ha, respectivamente, atingidas aos 45 e 74 dias de rebrota. Durante o ciclo de crescimento vegetativo das forrageiras ocorre inicialmente aumento da produtividade como observado neste experimento, seguido por estabilização e finalmente redução das produtividades em idades muito avançadas, relacionadas principalmente pela senescência das folhas e morte dos tecidos. Segundo Oliveira *et al.* (2000a) o capim-tifton 85 mostra acelerado e intenso processo de senescência com o avanço da maturidade fisiológica podendo apresentar perdas superiores ao crescimento líquido, quando encontra-se em estádios avançados de maturação e cultivados em ambientes de elevada fertilidade, que favorecem o rápido crescimento de colmos e ao intenso acamamento.

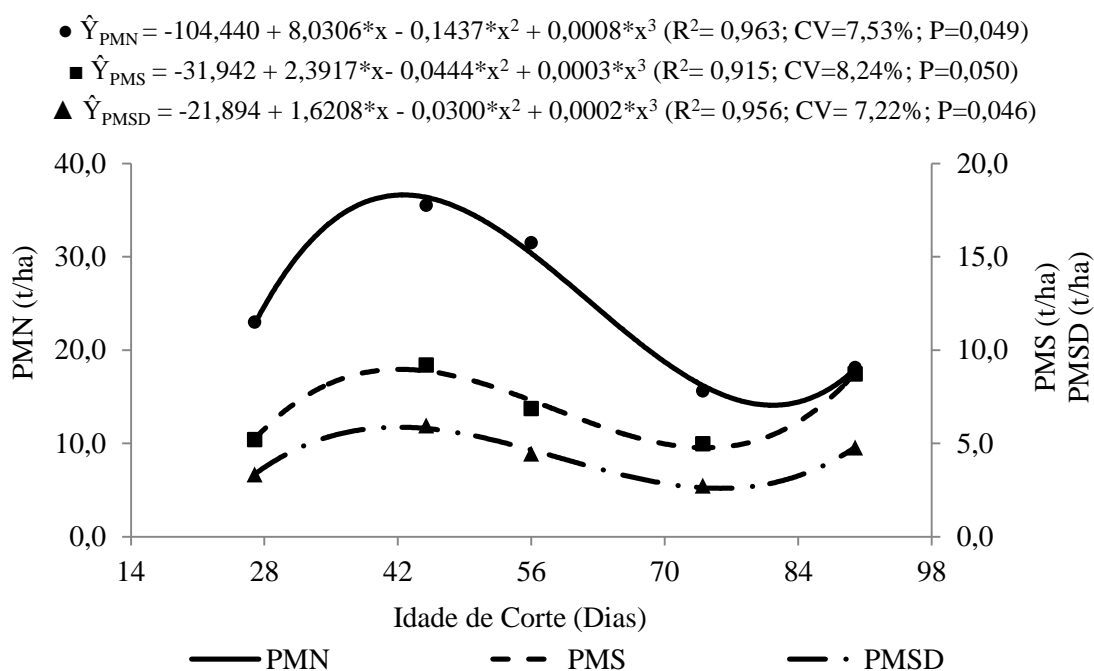


Figura 1. Curvas de produção de matéria natural (PMN, ●), produção de matéria seca (PMS, ■) e produção de matéria seca digestível (PMSD, ▲) (t/ha) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 56 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T.

A PMN obtida neste estudo para a idade de 28 dias foi próxima aos valores relatados por Santos (2006) para o capim-tifton 85 (26,2 t/ha; 28 dias de rebrota), capim-tanzânia (25,7 t/ha; 35 dias de rebrota) e capim-marandu (23,4 t/ha; 35 dias de rebrota) irrigados. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2009) encontraram PMV (16,5 t/ha) para capim-tifton 85 (irrigado e com intervalo de pastejo de 21 dias) inferiores aos observados neste estudo.

Oliveira *et al.* (2000a) observaram acúmulos líquidos de 164 kg MS/dia para o capim-tifton 85 entre 14 e 70 dias de rebrota, com produções entre 3,1 a 12,3 t/ha. Neste estudo o acúmulo líquido entre 27 e 45 dias foi de 222 kg MS/dia, mas com acúmulos negativos nas idades posteriores. Gonçalves *et al.* (2002) avaliaram a produção de capim-tifton 85 durante as quatro estações do ano e encontraram PMS durante o verão de 2,37, 4,30 e 6,34 t/ha para as idades de 21, 42 e 63 dias de rebrota. As diferenças observadas nas produções de matéria seca entre estudos para a mesma gramínea podem ser associadas às diferenças climáticas, adubações, fertilidade do solo e manejo (ATHAYDE *et al.*, 2003).

Na maioria das vezes, o aumento na produção de matéria seca com a maturidade é acompanhado por redução da digestibilidade da forrageira e aumento de material morto na planta, assim pode não haver acúmulo líquido na PMSD com o avanço da idade de rebrota. Portanto, atualmente, é dada maior importância à PMSD, pois essa medida associa tanto a produção de matéria seca quanto a qualidade nutricional, sendo um dos parâmetros de escolha para determinar o momento de corte das forrageiras a fim de maximizar a produção. Oliveira *et al.* (2000b) relataram aumentos lineares na PMSD do capim-tifton 85 variando de 2,41 a 5,66 t/ha em resposta ao aumento na PMS. As PMSD encontradas neste estudo até 56 dias foram semelhantes às aquelas relatadas pelos últimos autores e apresentaram alta correlação com a PMS ($r = 0,98$).

O avanço na idade de rebrota reduziu ($P < 0,05$) linearmente a proporção de folhas na planta ($\hat{Y}_{\text{FOLHA}} = 804,00 - 5,556^{**}x$, em que x é a idade de corte, $r^2 = 0,994$; $P = 0,001$; $CV = 8,24\%$; g/kg MS), com decréscimos de 5,56 g/kg MS ao dia (Figura 2). As folhas corresponderam a 653 g/kg MS da planta aos 27 dias e por apenas 293 g/kg MS aos 90 dias. Já o colmo apresentou acréscimos lineares ($\hat{Y}_{\text{COLMO}} = 285,24 + 3,337^{**}x$, em que x é a idade de corte, $r^2 = 0,901$; $P = 0,001$; $CV = 7,22\%$; g/kg MS) na ordem de 3,34 g/kg MS ao dia, resultando em valores de 347 e 569 g/kg MS de colmos nas idades de 27 e 90 dias, respectivamente (Figura 2).

A presença de material morto foi recuperada apenas aos 74 (63,75 g/kg MS) e 90 dias (137,98 g/kg MS) de rebrota, sem quantidades mensuráveis nas idades mais jovens. Nos dois últimos cortes foi observada visualmente quantidade consideravelmente maior (dados não mensurados) de matéria morta no solo em comparação às idades anteriores, principalmente de folhas senescentes. Paciullo *et al.* (2005) recomendam o intervalo para corte de 25,3 dias em pastos de cynodon para todas as estações com o objetivo de reduzir as perdas por senescência ou morte de folhas. Todavia Nascimento *et al.* (2002) não

observaram perdas significativas até 35 dias de idade para diferentes cultivares de *Cynodon*. Essas diferenças no início do processo de intensificação das senescência das folhas são associadas as condições climáticas e de fertilidade, principalmente.

A interação entre as frações levou a redução linear ($P < 0,05$) na relação folha/colmo (F/C) ($\hat{Y}_{F/C} = 0,7845 - 0,0041^{**}x$, em que x é a idade de corte, $r^2 = 0,954$; $P = 0,001$; $CV = 5,02\%$; g/g MS) entre 27 e 90 dias, o que concorda com os relatos de Gomide (1996) e Ribeiro *et al.* (1998a). Já Oliveira *et al.* (2000b) observaram comportamento quadrático para a relação F/C, com valores variando de 1,39 a 0,45 entre 14 e 70 dias de idade, respectivamente. A igualdade nas proporções de folhas e colmos ($F/C = 0,5$) foi atingida aos 56 dias (Figura 2), discordando dos resultados de Balieiro Neto *et al.* (2007) os quais observaram esse valor aos 28 dias, indicando que neste estudo a relação favorável de F/C foi mantida por mais tempo.

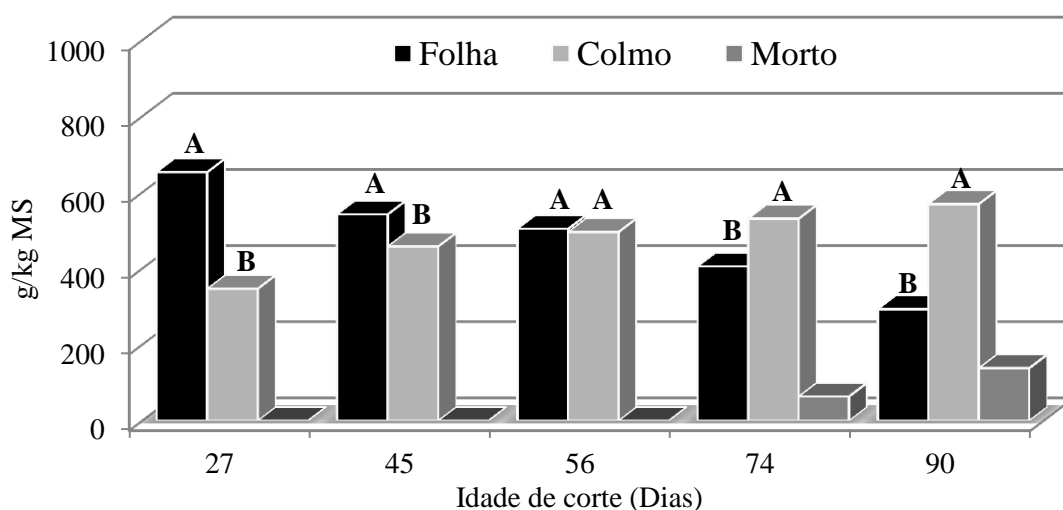


Figura 2. Proporções de folhas, colmos e material morto no capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. Barras com letras distintas, na mesma idade, diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

A relação F/C dos *Cynodons* spp é bastante variável e sofre influência da idade, cultivar, época do ano, fertilidade, nível de adubação e manejo da pastagem. Ribeiro e Pereira (2010) ressaltaram que há maior comprometimento da relação F/C com o avanço da idade em condições de maior fertilidade do solo e adubação, sendo necessário o corte em menores intervalos de tempo (PEREIRA *et al.*, 2012). Os aumentos nas proporções de colmos com a maturidade apresentam impacto negativo na qualidade da planta, devido ao seu menor valor nutricional (MURARO *et al.* 2008).

As alterações nas proporções de folha e colmo, associadas as alterações no padrão de crescimento da planta e da composição química dessas frações com o avanço da idade resultou em mudanças na participação de folhas e colmo no total de matéria seca digestível produzida. Isso que pode indiretamente alterar o aporte de proteína e energia ao animal para um mesmo nível de consumo de matéria seca digestível, já que as composições dos colmos e folhas geralmente são diferentes (OLIVEIRA *et al.*, 2000c). As PMSD de folhas e PMSD de colmos apresentaram comportamentos cúbicos (Figura 3) com o avanço da idade de corte, apresentando iguais participações na PMSD da planta entre 56 e 70 dias de idade. A partir dessa idade a maior parte da PMSD da planta foi proveniente dos colmos, embora tenham apresentado menores ($P < 0,05$) coeficientes de DIVMS comparado as folhas em todas as idades (Figura 12).

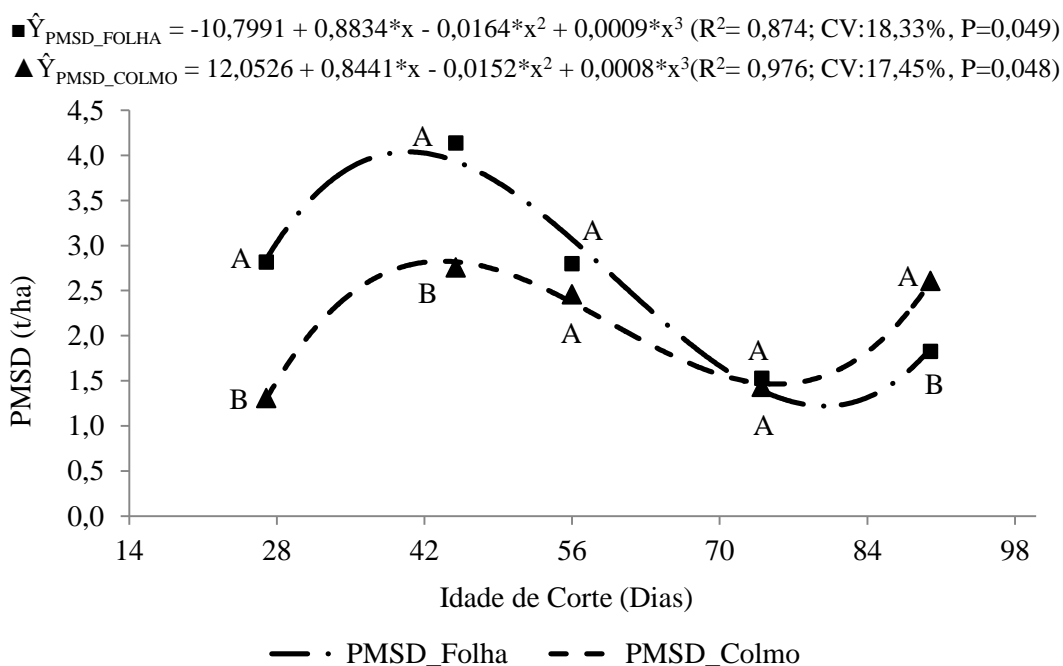


Figura 3. Produções de matéria seca digestível (t/ha) das folhas (PMSD_Folha, \blacksquare) e dos colmos (PMSD_Colmo, \blacktriangle) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 85 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Magalhães *et al.* (2007) relataram PMSD de folhas e de colmos para a *Brachiaria decumbens* cortada a 20 cm do solo de 1,41 e 1,09 t/ha aos 28 dias de rebrota. Entretanto Balieiro Neto *et al.* (2007) encontraram para o capim-tifton 85 aos 28 dias de rebrota, adubado e irrigado, PMSD de folhas entre de 2,7 a 3,4 t/ha, durante o verão, com o corte rente ao solo. Esses valores foram inferiores as PMSD de folhas encontradas neste estudo

para a idade de rebrota de 27 dias, possivelmente em razão das diferenças nas condições entre os ensaios (pastagem vs. área para produção de feno).

A altura da planta (cm) apresentou comportamento quadrático ($\hat{Y}_{\text{ALTURA}} = 11,975 + 1,092 \cdot x - 0,0058 \cdot x^2$, em que x é a idade de corte; $R^2 = 0,934$; $CV = 7,05\%$; $P = 0,0256$) em relação a idade, variando de 37 a 64 cm. Esse comportamento está de acordo com os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2000c) que relataram curva quadrática para a altura, atingindo um platô e estabilizando-se próximo de 56 dias de rebrota. Vale ressaltar que a altura neste estudo não foi uma boa medida para prever as PMS do capim-tifton 85 ($r = 0,46$), contrariando os resultados de Vilela *et al.* (2005), mas mostrou boa relação com as produções de colmos por área ($r = 0,95$), o que concorda com a elevada correlação entre altura e alongamento dos colmos observada por Pinto *et al.* (2001) para o capim-tifton 85.

2.3.2. Valor nutricional

As alterações nas proporções das partes da planta foram acompanhadas por mudanças na composição química do capim-tifton 85 entre 27 e 90 dias de idade. Os valores de MS da planta variaram de 225,9 a 478,5 g/kg entre 27 e 90 dias, descrevendo um comportamento quadrático (Figura 4), com acréscimos de 112% no conteúdo de MS entre o primeiro e último corte. Já os colmos apresentaram valores de MS de 226,6 a 330,3 g/kg entre 27 e 90 dias (acréscimo de 46%), mostrando aumentos lineares de 1,5 g/kg ao dia. Nas folhas os conteúdos de MS não diferiram ($P > 0,05$) entre as idades, mostrando um valor médio de 341,7 g/kg e sempre superiores ($P < 0,05$) aos observados para os colmos (Figura 4).

Oliveira *et al.* (2000c) observaram aumentos lineares nos conteúdos de matéria seca da planta, folhas e colmos com o aumento da idade de rebrota, os quais variaram de 200 a 319 g/kg, 268 a 353 g/kg e 149 a 310 g/kg entre 14 e 70 dias de rebrota, respectivamente, sem diferenças significativas na MS entre as folhas e os colmos. Os valores de MS da planta, neste estudo, foram semelhantes aos relatados por esses autores, embora a MS das folhas e colmos tenham sido superiores. Entretanto a considerável concentração de chuvas (32 mm) na região nos dois dias que antecederam ao corte de 56 dias pode justificar em parte o menor valor de MS nesta idade comparada aos 45 dias de rebrota e assim ter mascarado a tendência de resposta no acúmulo de MS. O fator determinante para o rápido aumento nos conteúdos de MS parece ser a maior proporção de colmos com o avanço da idade (Figura 2), associado aos aumentos nos conteúdos de MS dos mesmos (Figura 4).

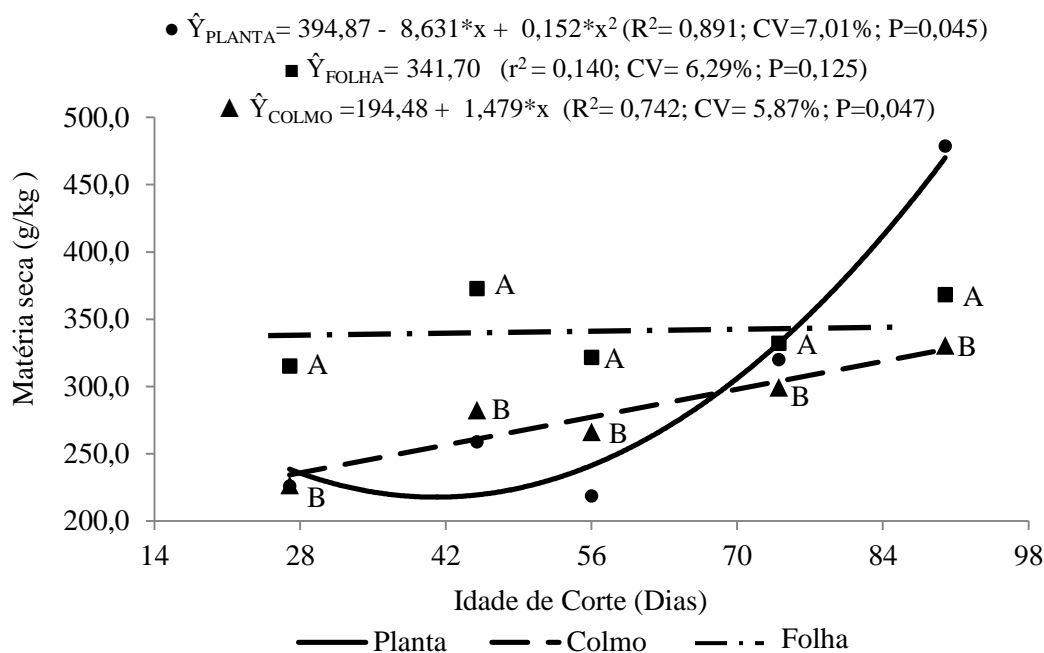


Figura 4. Conteúdos de matéria seca na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

De modo inverso, houve reduções nos conteúdos de matéria mineral (MM) da planta completa (95,2 a 60,6 g/kg MS), folhas (86,9 a 68,3 g/kg MS) e colmos (80,2 a 52,3 g/kg MS) com o avanço da idade de rebrota, descrevendo um comportamento quadrático na planta e folhas e linear no colmo (Figura 5). Neste, os valores de MM foram sempre inferiores ($P < 0,05$) às folhas (Figura 5) e as reduções mais intensas (35%), com decréscimos de 0,41 g/kg MS ao dia. Haddad *et al.* (1999) e Vieira *et al.* (1999) observaram reduções quadráticas nos conteúdos de MM no capim-transvala e capim-florakirk, respectivamente, com o avanço da idade, com estabilização dos valores a partir de 60 dias. O uso de fertilizante e a idade de corte são os principais fatores determinantes dos conteúdos de minerais nas forrageiras (SILVA & HADDAD, 1992). Segundo Gomide (1976), a queda nos conteúdos dos minerais com o avanço da maturidade da planta deve-se, provavelmente, ao efeito de diluição dos mesmos na matéria seca produzida e acumulada como também às alterações nas relações folha:colmo, morte de folhas e diversidade no padrão de absorção dos minerais ao longo do ciclo da planta (FLEMING, 1973).

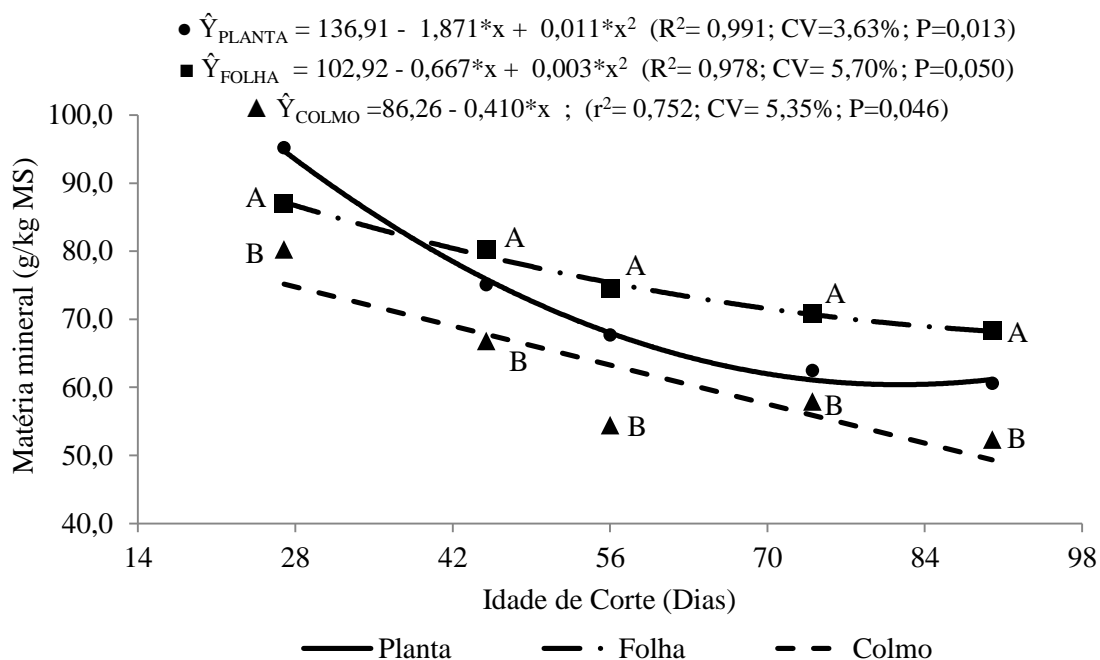


Figura 5. Conteúdos de matéria mineral na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Os valores de proteína bruta (PB) da planta variaram de 161,1 a 85,9 g/kg MS entre 27 e 90 dias de rebrota, apresentando decréscimos ($P < 0,05$) lineares (1,22 g/kg MS ao dia) que atingiram 47% de redução no período avaliado (Figura 6). Velásquez *et al.* (2010) encontraram para o capim-tifton 85 valores de PB de 168,8; 142,4 e 109,3 g/kg MS nas idades de 28, 35 e 42 dias de rebrota. Os impactos negativos da maturidade nos valores de PB do capim-tifton 85 também são reafirmados pelos estudos de Oliveira *et al.* (2000c), Gonçalves *et al.* (2002), Ribeiro e Pereira (2010) e Sá *et al.* (2010). Segundo a literatura, a redução na PB da planta pode ocorrer por efeito de diluição devido ao aumento da fibra na composição da planta. Contudo, tal fato parece não ter ocorrido neste estudo porque os valores de fibra detergente neutro (Figura 7) não diferiram ($P > 0,05$) com a idade. Acredita-se que a redução da PB da planta seja pela redução ($P < 0,05$) nos valores de PB das folhas (31%) e pela redução ($P < 0,05$) nas proporções de folhas na planta (Figura 2), pois estas sempre apresentaram valores de PB superiores ($P < 0,05$) aos colmos (Figura 6). Paciullo *et al.* (2001) e Ribeiro e Pereira (2010) também relataram a superioridade nos conteúdos de PB das folhas comparado aos colmos.

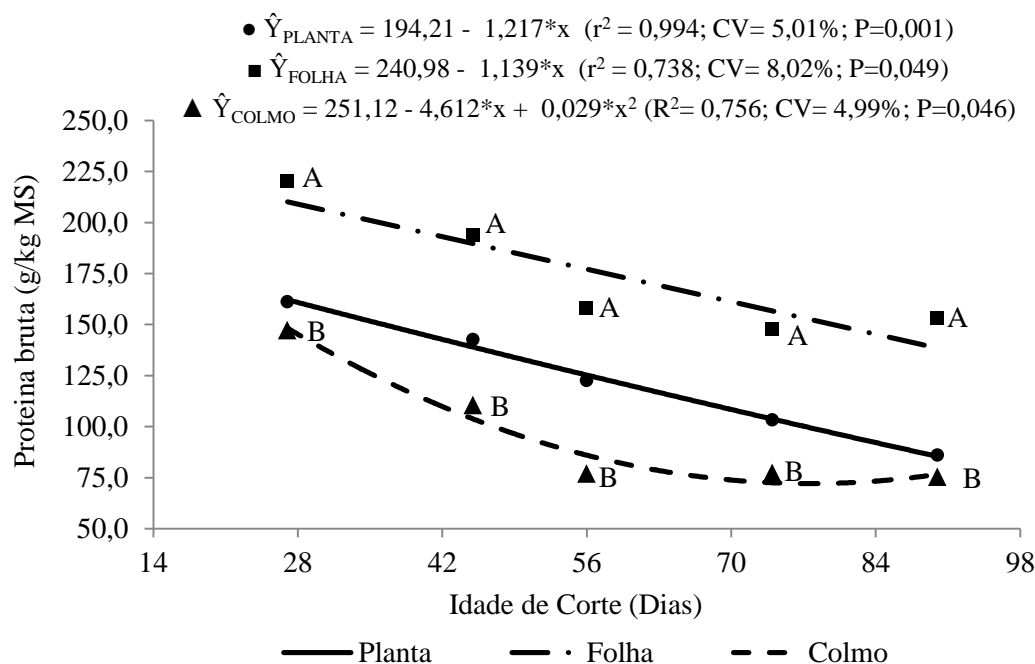


Figura 6. Estimativas dos conteúdos de proteína bruta na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Os conteúdos de PB das folhas e colmos variaram de 220,1 a 153,0 g/kg MS e 147,2 a 75,4 g/kg MS entre 27 e 90 dias de idade, respectivamente. As reduções ($P < 0,05$) da PB nas folhas (31%) foram lineares (1,14 g/kg MS ao dia) e no colmo (49%) descreveram um comportamento quadrático, com tendência de estabilização a partir de 70 dias (Figura 6.). Vale ressaltar que mesmo em idades mais avançadas o conteúdo de proteína das folhas e mesmo dos colmos foram superiores a 70 g/Kg MS tidos como suficientes para manter a atividade do rúmen (VAN SOEST, 1994). Oliveira *et al.* (2002c) avaliaram o capim-tifton 85 colhido entre 14 e 70 dias de idade e encontraram valores de PB da planta inteira (156 a 45 g/kg MS), folhas (219 a 103 g/kg MS) e colmos (136 a 52 g/kg MS) inferiores aos observados neste estudo para idades semelhantes. De acordo com Verás *et al.* (2007) valores mais elevados de proteína bruta na forrageira apresentam relação positiva com o consumo e desempenho do animal.

Os conteúdos de PB encontrados para o capim-tifton 85 até 56 dias atende as exigências de bovinos jovens (NRC, 2001), entretanto Sá *et al.* (2010) ressaltaram que o avanço da idade aumenta a fração indisponível da proteína (fração C) e os níveis de proteína degradável no rúmen podem ser comprometidos. A fração C é constituída de proteínas e compostos nitrogenados associados à lignina, aos complexos tânico-proteicos e aos produtos de

Maillard, que são altamente resistentes ao ataque das enzimas de origem microbiana e do hospedeiro (SNIFFEN *et al.*, 1992).

Neste estudo, os teores de nitrogênio ou proteína bruta (N x 6,25) insolúvel em detergente neutro (%NIDN_{F_{DN}} e %PIDN_{F_{DN}}, respectivamente) ou detergente ácido (%NIDA_{F_{DA}} e %PIDA_{F_{DA}}, respectivamente) reduziram linearmente (P<0,05) com o avanço da idade do capim-tifton 85, possivelmente acompanhando as reduções (P<0,05) nos teores de PB da planta e pelo efeito de diluição (Tabela 1). Já os valores de %PIDN_{PB} e %PIDA_{PB} (fração C da PB) não diferiram (P>0,05) entre as idades e apresentaram valores médios de 29,55% e 8,04%, discordando dos resultados de Sá *et al.* (2010). Esses autores encontraram aumentos lineares nos valores de %PIDN_{PB} e %PIDA_{PB} entre 28 e 54 dias de idade do capim-tifton 85, sendo esses valores (39,0% a 47,8 %PIDN_{PB} e 11,0% a 21,3%PIDA_{PB}) superiores aos encontrados neste estudo. Por outro lado, Ribeiro *et al.* (2001) encontraram para o capim-tifton 85 valores de %PIDA_{PB} variando de 5,75 a 6,44% aos 28 e 56 dias, respectivamente, sendo inferiores aos observados neste estudo. A semelhança (P>0,05) nos valores da fração C entre as idades, neste estudo, pode estar associada aos baixos e semelhantes (P>0,05) valores de lignina (P>0,05) entre as idades (Figura 11). As condições edafoclimáticas em que as diferentes gramíneas foram submetidas, como temperatura, disponibilidade de água, tipo de solo, às diferenças nos acúmulos de matéria seca destas forrageiras podem justificar as diferentes respostas observadas na literatura quanto associação do nitrogênio às frações fibrosas da planta com idades muito próximas.

Tabela 1. Teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, %), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, %), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN; %) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA,%) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade.

Item	Idade de corte (dias)					Equação	r ²	CV (%)	Valor P
	27	45	56	74	90				
¹ %NIDN _{F_{DN}}	1,14	0,91	0,77	0,64	0,54	$\hat{Y} = 1,3515 - 0,0094*x$	0,970	5,98	0,039
² %NIDA _{F_{DA}}	0,61	0,41	0,40	0,34	0,31	$\hat{Y} = 0,6756 - 0,0045*x$	0,840	7,89	0,045
¹ %PIDN _{F_{DN}}	7,13	5,69	4,81	4,00	3,38	$\hat{Y} = 8,447 - 0,059*x$	0,970	5,98	0,034
² %PIDA _{F_{DA}}	3,84	2,58	2,49	2,14	1,92	$\hat{Y} = 4,226 - 0,0278*x$	0,840	7,89	0,041
³ %PIDN _{PB}	31,27	28,78	29,27	29,63	28,78	$\hat{Y} = 29,55$		9,45	0,254
³ %PIDA _{PB}	9,98	6,23	7,26	7,99	8,71	$\hat{Y} = 8,04$		8,99	0,284

*Significativo P<0,050 pelo teste T. ¹% da fibra detergente neutro (FDN), ²% da fibra detergente ácido (FDA), ³% da proteína bruta (PB).

O avanço da idade de corte do capim-tifton 85 resultou em aumento linear ($P < 0,05$) nos valores de carboidratos totais (CT), mas sem alteração ($P > 0,05$) nos valores de FDN (Figura 7) e FDN_{cp} (Tabela 2). Por outro lado, houve aumento ($P < 0,05$) nos valores de açúcares (efeito quadrático) e carboidratos não estruturais (CNF) (efeito linear) (Tabela 2), o que discorda dos resultados de Sá *et al.* (2010). Esses autores também observaram aumentos nos CT com o avanço da idade do capim-tifton 85 entre 28 e 54 dias (747 e 827 g/kg MS), mas em razão dos aumentos de FDN_{cp} (703 e 800 g/kg MS) e concomitante redução nos CNF (44 e 27 g/kg MS). No entanto, Velásquez *et al.* (2010) não observaram aumentos ($P < 0,05$) nos valores de CNF ou FDN_{cp} para o capim-tifton 85 entre 28 e 42 dias. Já Ribeiro Jr (2009) e Lobato (2010) avaliando, respectivamente, o capim-andropogon (entre 56 e 112 dias) e a braquiária decumbens (entre 56 e 140 dias) observaram aumentos nos teores de açúcares (12,8 a 35,1 g/kg MS e 17,1 a 25,5 g/kg MS) com o avanço da idade de corte assim como neste estudo. Já os valores de extrato etéreo (EE) não diferiram com o estágio de maturação com média de 25,22 g/kg MS. Entretanto, Campos *et al.* (2010) observaram valores variando de 40,0 a 16,8 g/kg MS entre 14 e 56 dias enquanto Sá *et al.* (2010) relataram aumentos lineares ($P < 0,05$) de 16,0 a 31 g/kg MS entre 28 a 54 dias. Os valores de EE podem ser mascarados por contaminações com pigmentos e ceras que alteram com a idade e proporções de folha e colmos na planta (Horn *et al.*, 1964).

Tabela 2. Carboidratos totais (CT), açúcares, Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade.

Item (g/kgMS)	Idade de corte (dias)					Equação	r ²	CV (%)	Valor P
	27	45	56	74	90				
CT	718,04	750,67	786,38	811,05	831,40	$\hat{Y} = 672,26 + 1,8364 * x$	0,975	10,34	0,036
Açúcares	12,48	18,99	20,29	24,82	24,67	$\hat{Y} = -0,312 + 0,556 * x - 0,003 * x^2$	0,960	20,8	0,047
FDN _{cp}	651,88	680,14	705,36	730,01	706,57	$\hat{Y} = 694,79$		8,880	0,158
CNF	66,16	70,54	81,02	81,04	124,83	$\hat{Y} = 36,515 + 0,8254 * x$	0,753	8,65	0,042
EE	25,70	31,60	23,40	23,30	22,10	$\hat{Y} = 25,22$		9,54	0,129

*Significativo $P < 0,050$ pelo teste T.

Embora o estágio fenológico tenha influenciado os valores de MS, MM, PB, CT, CNF e açúcares do capim-tifton 85 não se observou alterações ($P > 0,05$) da fibra em detergente neutro (FDN) da planta completa (média de 734,50 g/kg MS) (Figura 7). Respostas semelhantes foram observados por Mandebvu *et al.* (1999) e Ribeiro e Pereira (2010) para

o capim-tifton 85 com valores médios inferiores (695,0 g/kg MS entre 21 e 56 dias) e superiores (832,5 g/kg MS entre 28 a 56 dias) aos obtidos neste estudo, respectivamente. Por outro lado, Gonçalves *et al.* (2002) encontraram conteúdos superiores e crescentes de FDN (efeito quadrático) no capim-tifton 85 entre 21 e 63 dias, variando de 661,3 a 798,0 g/kg MS.

Nas folhas, a FDN variou de 673,1 a 738,6 g/kg MS, com modestos aumentos lineares ($P < 0,05$) (1g/kg MS por dia) que refletiram em apenas 10% de aumento durante o período. Já nos colmos houve comportamento quadrático para os valores da FDN, variando de 765,9 a 779,3 g/kg MS, com máximos valores próximos de 56 dias (827,5 g/kg MS) (Figura 7). A interação entre as partes da planta (Figura 2) e suas respectivas composições, justifica a manutenção nos valores de FDN da planta ao longo das idades de rebrota. Os conteúdos de FDN dos colmos foram sempre superiores ($P < 0,05$) aos encontrados para as folhas (Figura 7).

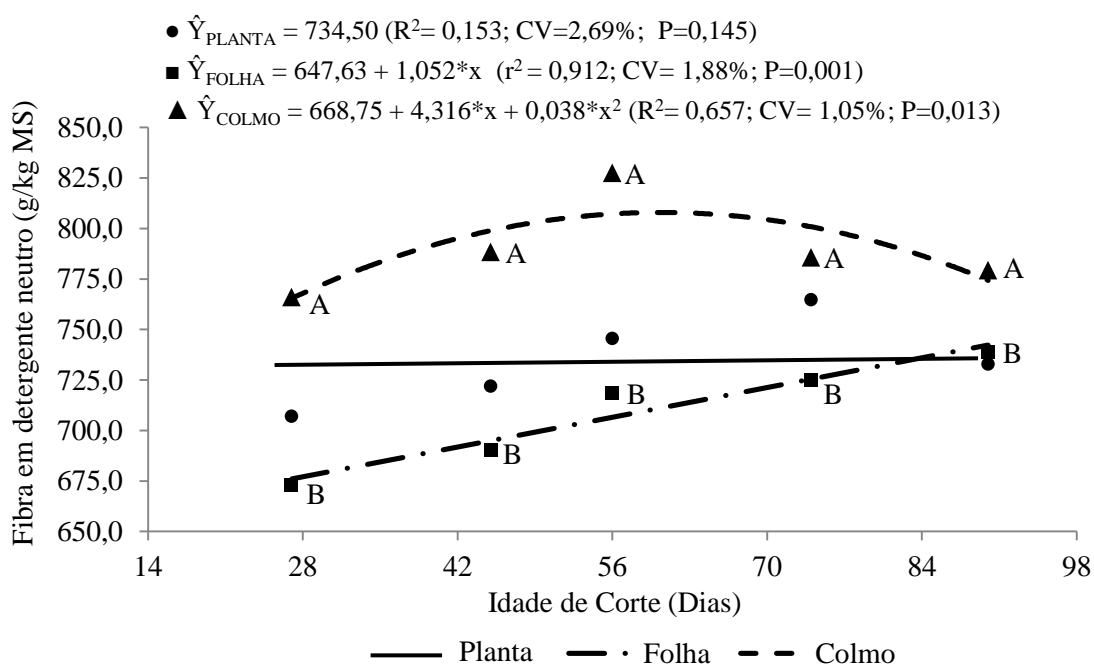


Figura 7. Conteúdos de fibra detergente neutro na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Oliveira *et al.* (2000c) observaram respostas quadráticas para os conteúdos de FDN das folhas e dos colmos com o avanço da idade, sendo superiores nos colmos entre 14 e 42 dias e não diferindo entre as respectivas frações nas idades de 49 a 70 dias. Esses autores encontraram valores de FDN nas folhas e nos colmos variando entre 612 a 765 g/kg MS e

689 a 756 g/kg, respectivamente, sendo os máximos valores encontrados para as folhas aos 56 dias (817 g/kg MS) e para colmo entre 42 e 56 dias (802 g/kg MS). Os valores encontrados neste estudo para as folhas e colmos foram, respectivamente, inferiores e semelhantes aos encontrados por Oliveira *et al.* (2000c).

De acordo com Velásquez *et al.* (2010) e Sá *et al.* (2010) o capim-tifton 85 apresenta valores de FDN mais altos comparados a outras gramíneas como capim-marandu e capim-tanzânia. Entretanto essa fibra mostra-se de melhor qualidade que aquela encontrados em outras gramíneas, resultando em maior taxa de fermentação e menor tempo de retenção ruminal (MANDEBVU *et al.*, 1999), permitindo bons consumos.

Os conteúdos de FDA da planta, das folhas e dos colmos apresentaram comportamento quadrático, aumentando com a idade de rebrota até níveis máximos que ocorreram aos 74 dias (373,0 g/kg MS), 75 dias (485,8 g/kg MS) e 66 dias (637,5 g/kg MS) de rebrota, respectivamente (Figura 8). A maioria dos trabalhos disponíveis na literatura relatam aumentos nos conteúdos de fibra detergente ácido com o avanço da idade (GOMIDE, 1996; CASTRO *et al.*, 1999; GONÇALVES *et al.*, 2002, RIBEIRO & PEREIRA, 2010), o que confirma os resultados deste estudo.

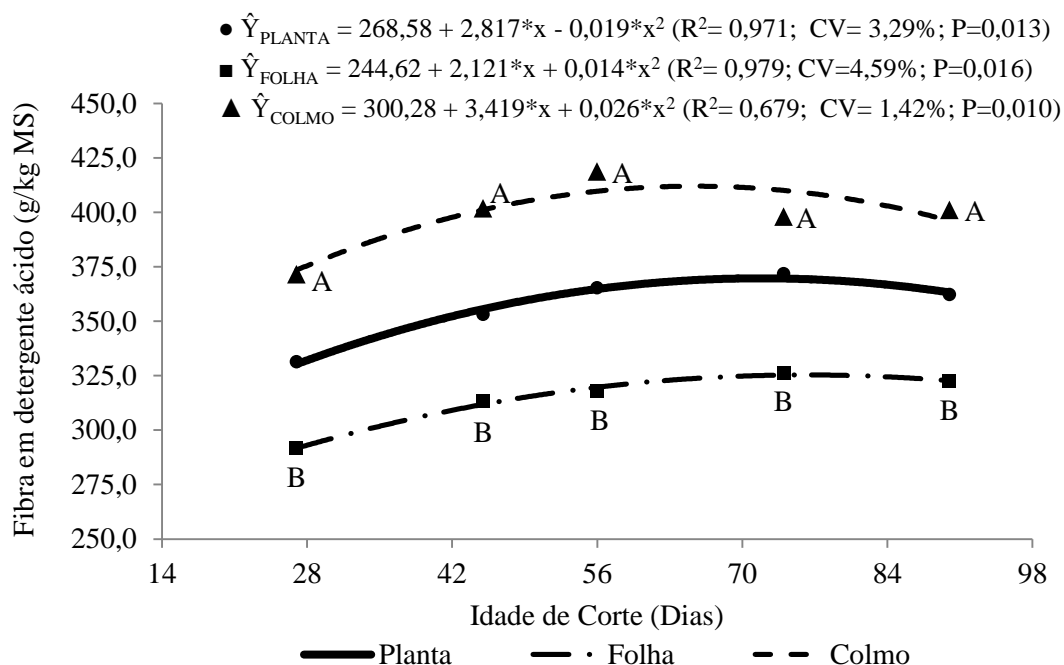


Figura 8. Conteúdos de fibra detergente ácido na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Entretanto contrasta com os resultados obtidos por Sá *et al.*(2010) que não observaram diferenças nos conteúdos de FDA do capim-tifton 85 entre 28 e 54 dias. Esses autores relataram valores médios de 457 g/kg MS, valor consideravelmente superior aos encontrados neste estudo (331,3 a 362,2 g/kg MS na planta), o que pode explicar a ausência de variação com a idade. Já Vieira *et al.* (1999), Silva e Haddad (1992) e Gomide (1996) avaliando capins do gênero *Cynodon* spp encontraram respostas quadráticas de incremento nos conteúdos de FDA com valores máximos por volta dos 70 dias. Esses autores afirmaram que a elevação nos conteúdos de FDA foi mais acentuada na folha que no colmo, o que contrasta com os resultados deste estudo.

Os valores de FDA nas folhas e colmos variaram de 291,5 a 322,5 g/kg MS e 371,5 a 401,0 g/kg MS, respectivamente, sendo sempre superiores ($P < 0,05$) para os colmos. Oliveira *et al.* (2000c) à semelhança deste estudo observaram comportamento quadrático para os conteúdos de FDA nas folhas (281 a 377 g/kg MS) e nos colmos (352 a 448 g/kg MS), com máximas produções aos 56 dias, com posterior tendência de estabilização nas idades mais avançadas. Contudo Ribeiro e Pereira (2010) não observaram diferenças nos conteúdos de FDA nas folhas (386 g/kg MS) entre 28 e 56 dias, mais indicou aumentos lineares no colmo no mesmo período, sendo o último superior ao primeiro. As correlações negativas entre teores de FDA e digestibilidade *in vitro* da matéria seca encontradas neste estudo ($r = -0,867$) corroboram a importância desse componente nutricional na qualidade da forragem, resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2000c) ($r = -0,930$) e Ribeiro e Pereira (2010) ($r = -0,820$).

Assim como para FDA, o capim-tifton 85 apresentou comportamento quadrático para a celulose, com valores variando de 287,8 a 312,0 g/kg MS entre 27 e 90 dias de idade e máximo valor estimados aos 60 dias (323,4 g/kg MS) (Figura 9). Entretanto as alterações nos conteúdos mesmo significativas ($P < 0,05$) foram pequenas e inferiores a 15%, o que concorda e justifica em parte com a ausência de alteração nos conteúdos da parede celular (FDN e FDNcp) com a maturação. Segundo Jung *et al.* (1994) o aumento da parede celular observada com o avanço da idade ocorre principalmente pela deposição de celulose na parede celular secundária. As folhas e colmos também descreveram respostas quadráticas com acréscimos nos valores de celulose até 60 dias, a partir desse platô houve declínio com o avanço da idade. Os valores de celulose na folha foram inferiores ($P < 0,05$) aos colmos ao longo das idades e variaram de 259,6 a 274,7 g/kg MS e 327,7 a 338,1 g/kg MS, respectivamente. Segundo Jayme (2004) o aumento na proporção de colmo com o avanço

da idade é o principal fator associado aos aumentos de celulose na planta. Esse autor observou flutuações nos conteúdos de celulose encontradas nas folhas (256,4 e 270,1 g/kg MS) e colmos (341,5 e 294,0 g/kg MS) ao longo das idades de corte (28 a 112 dias) para o capim-marandu.

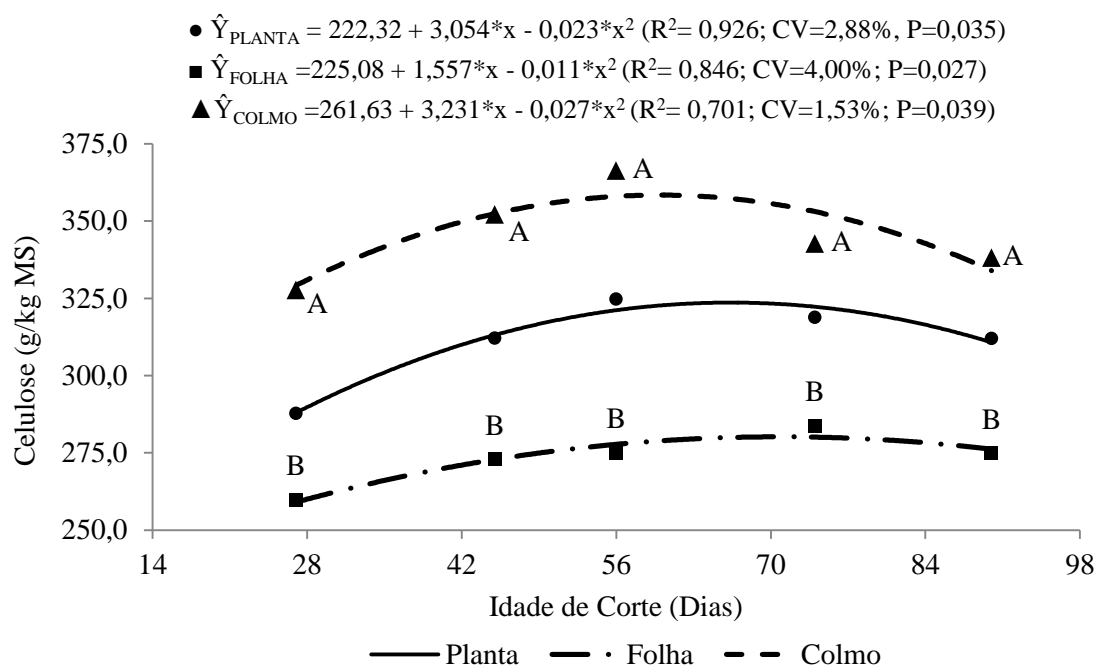


Figura 9. Conteúdos de celulose na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Por outro lado, os conteúdos de hemiceluloses da planta (377,9 g/kg MS) e colmos (391,2 g/kg MS) não alteraram com o avanço da idade (Figura 10). Nas folhas houve aumento linear ($P < 0,05$) nos conteúdos de hemiceluloses (381,7 e 416,2 g/kg MS entre 27 e 90 dias), mas esse foi insuficiente para influenciar na composição da planta. Os valores de hemiceluloses não diferiram ($P < 0,05$) entre o colmo e as folhas até 56 dias de rebrota, a partir dessa idade os conteúdos nas folhas foram superiores. Segundo Chesson e Forberg (1997) as hemiceluloses são mais influenciadas pela maturidade no aspecto de composição e podem apresentar alterações significativas na composição dos açúcares, mas apresentam pouca alteração no conteúdo total da planta.

Por outro lado, Jayme (2004) observou aumentos ($P < 0,05$) nos valores de hemiceluloses das folhas (295,1 vs. 339,8 g/kg MS) e colmos (297,4 vs. 343,0 g/kg MS) do capim-marandu até 56 dias e não diferiu ($P < 0,05$) posteriormente até 112 dias. Mandebvu *et al.* (1999) observaram aumentos nos conteúdos de celulose e reduções nas hemiceluloses do

capim-tifton 85 entre 14 e 56 dias de rebrota. Esses autores encontraram, respectivamente, valores variando de 248 a 297 g/kg MS e 400 a 326 g/kg MS, que foram próximos aos obtidos neste estudo para as idades correspondentes. Os conteúdos de celulose e hemiceluloses obtidos neste estudo encontram-se na faixa de variação para gramíneas tropicais e o comportamento dessas frações com o avanço da idade parecer ser característico da espécie o que justifica as diferenças entre as forrageiras (GIGER-REVERDIN, 1995).

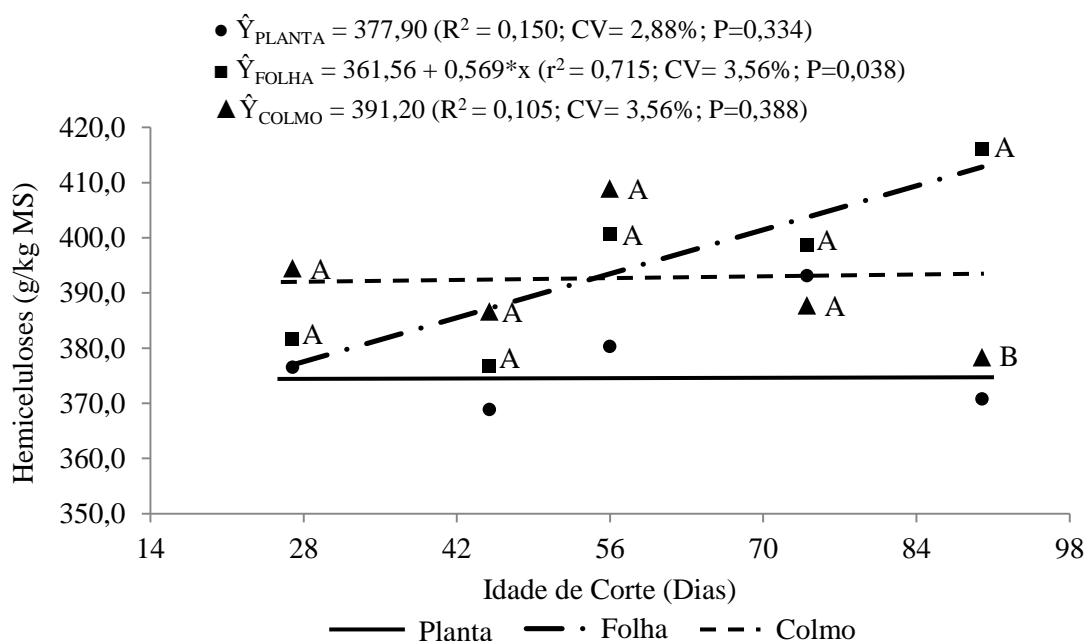


Figura 10. Conteúdos de hemiceluloses na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Os conteúdos de lignina no capim-tifton 85 (45 g/kg MS) não alteraram ($P < 0,05$) com o avanço da idade de rebrota (Figura 11), embora aumentos numéricos tenham ocorrido (43,6 a 50,15 g/kg MS). Contrariamente houve aumentos lineares ($P < 0,05$) nos conteúdos de lignina nos colmos (43,8 para 55,3 g/kg MS) e folhas (31,8 para 47,7 g/kg MS), mas não foram suficientes para influenciar significativamente nos conteúdos de lignina da planta. Geralmente os aumentos na deposição de lignina acompanham os aumentos de hemiceluloses (HATFIELD, 1993), o que não é condizente com a manutenção dos valores tanto de hemiceluloses e lignina neste estudo. A lignificação da parede celular é o principal fator químico que compromete o ataque microbiano e enzimático da fibra vegetal e a digestibilidade com o avanço da idade (JUNG & ALLEN, 1995).

De forma semelhante, Sá *et al.* (2010), Velásquez *et al.* (2010) e Ribeiro e Pereira (2010) também não observaram efeito da idade nos valores de lignina do capim-tifton 85, mas Oliveira *et al.* (2000c) observaram aumentos lineares com valores variando de 41 a 92 g/kg MS entre 14 e 70 dias. Esses autores também relataram maiores conteúdos de lignina nos colmos comparados às folhas (78 a 108 g/kg MS vs. 39 a 51g/kg MS entre 21 e 70 dias) do capim-tifton 85, exceto para a idade de 14 dias que não diferiu. Porém, Ribeiro e Pereira (2010) não observaram alterações nos conteúdos de lignina para a folha (39,9 g/kg MS) e encontraram aumentos lineares nos valores para o colmo entre 28 e 56 dias de rebrota do capim-tifton 85. Os valores de lignina encontrados na planta, colmo e folhas neste estudo foram inferiores aos relatados por Oliveira *et al.* (2000c) para o capim-tifton 85. De acordo com Wilson e Hatfield (1997) os colmos apresentam maiores concentração de lignina que folhas em razão da maior deposição dos compostos fenólicos nos tecidos de sustentação (feixes vasculares, xilema e esclerênquima), o que justifica a pior digestibilidade.

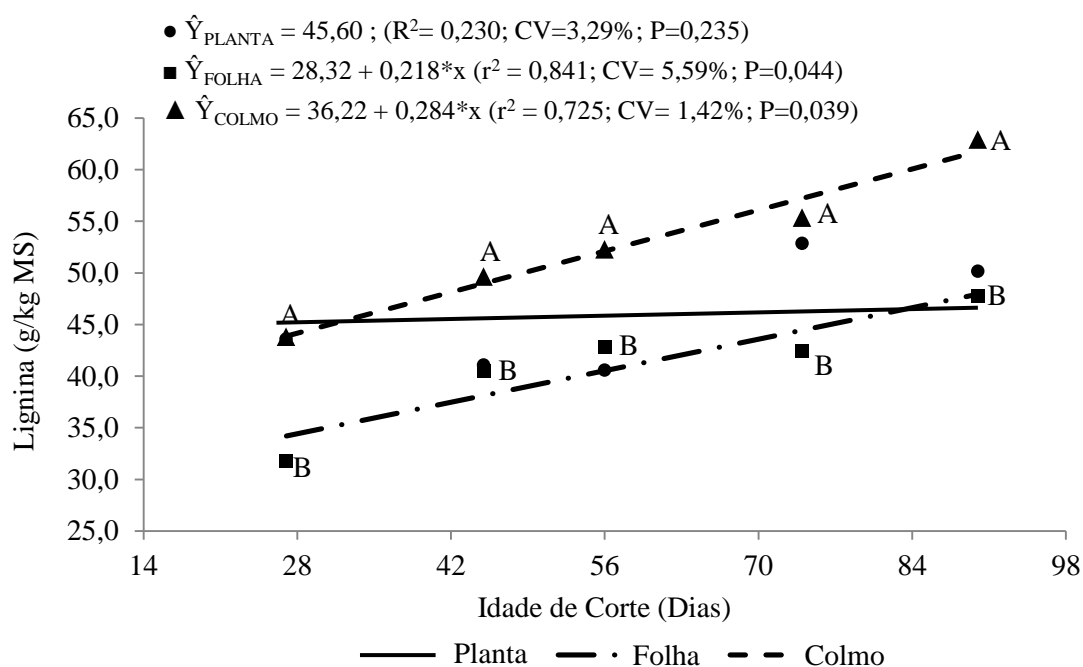


Figura 11. Conteúdos lignina na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim-tifton 85 reduziram linearmente de 0,697 para 0,537 g/g MS entre 27 e 90 dias de rebrota (Figura 12), enquanto de Cedeño *et al.* (2003) observaram reduções quadráticas para o capim-tifton 85, capim-tifton 68 e capim-coastcross entre 28 e 70 dias. Os valores de DIVMS

encontrados neste estudo foram superiores aos valores médios observados por Gonçalves *et al.* (2002) para os capim-tifton 85, capim-tifton 44 e capim-coastcross (0,627 a 0,516 g/g MS) entre 21 e 63 dias de rebrota durante o verão e semelhantes aos descritos por Ribeiro e Pereira (2010) (0,622 para 0,559 g/g MS entre 28 e 56 dias) e Oliveira *et al.* (2000c) (0,768 para 0,459 g/g MS entre 14 e 70 dias) para o capim-tifton 85. O pouco conteúdo de lignina associado a maior proporção das hemiceluloses tanto nas folhas como nos colmos e os níveis elevados de proteína justificam os elevados coeficientes de digestibilidade observados neste estudo. Mandebvu *et al.* (1999) afirmaram que a alta digestibilidade e o elevado desempenho animal com a utilização do capim-tifton 85 pode ser atribuída aos mais baixos teores de lignina e de polissacarídeos interligados, além da menor ocorrência de éter de ferulatos ligados à lignina nessa gramínea.

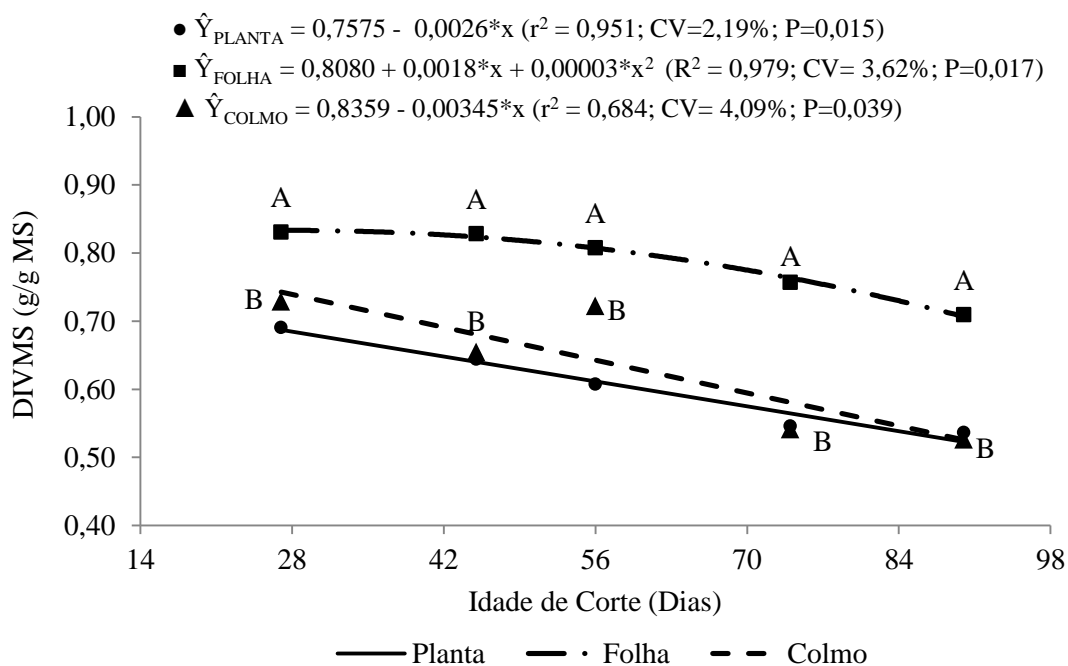


Figura 12. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) na planta (●), folhas (■) e colmos (▲) do capim-tifton 85 aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idade. *Significativo $P < 0,050$ pelo teste T. Letras distintas para mesma idade diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

A redução linear nos coeficientes de DIVMS dos colmos, de 0,729 para 0,526 g/g MS, parece ser o fator macroscópico determinante na redução da DIVMS da planta, uma vez que a proporção dessa fração na planta aumentou ($P < 0,05$) com o avanço da idade (Figura 2). Assim, pequenas alterações na DIVMS do colmo podem refletir na composição da planta e neste estudo a DIVMS dos colmos foram sempre inferiores ($P < 0,05$) aos observados nas folhas e as reduções com o aumento das idades mais intensas. Entretanto

Oliveira *et al.* (2000c) observaram semelhança entre os valores de DIVMS das folhas e dos colmos independente da idade e ambos reduziram com o avanço da idade (0,721 para 0,501g/g MS nas folhas e 0,687 para 0,448 g/g MS nos colmos entre 14 e 70 dias). Neste estudo as folhas apresentaram reduções foram quadráticas na DIVMS (0,831 para 0,710 g/g MS) e foram mais pronunciadas a partir de 56 dias.

Fatores microscópicos como as mudanças estruturais na parede celular, as mudanças químicas nos açúcares formadores das hemiceluloses, a cristalinização da celulose e principalmente as mudanças nos monômeros (p-hidroxibenzaldeído, vanilina e siringaldeído) que compõem a lignina podem atuar sinergicamente reduzindo a DIVMS com o avanço da maturidade fenológica (JUNG *et al.*, 1994; GRABBER, 2005). As reduções na DIVMS das folhas e colmos neste estudo podem ter sido associadas a essas mudanças, contudo não se pode afirmar com certeza a causa, pois não foram avaliados esses parâmetros.

Segundo Hamilton *et al.* (1970) alimentos com valores de DIVMS superiores a 0,650 g/g MS são de boa qualidade e permitem bom consumo de energia digestível, Assim pode-se inferir que o capim-tifton 85 colhido aos 45 dias apresenta elevado valor nutricional.

2.4. Conclusões

O capim-tifton 85 colhido aos 45 dias permite máxima produção de matéria seca digestível por área e resulta em um volumoso bem equilibrado no aspecto nutricional. O avanço na idade de rebrota compromete a qualidade nutricional, sendo os efeitos mais pronunciados a partir de 74 dias, devido às alterações morfológicas e químicas na planta. A fração folha em razão da elevada qualidade nutricional é o fator determinante para a qualidade da planta, devendo ser aplicados manejos que maximizem sua proporção na planta.

2.5. Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis**. 18.ed. 2005. Gaithersburg: AOAC International, Current Through Revision 1. 2006. 1243p.

ATHAYDE, A.A.R.; CARVALHO, R.C.R.; MEDEIROS, L.T. [2003]. Gramíneas do gênero cynodon – cultivares recentes no Brasil. **Boletim Técnico da Universidade Federal de Lavras**, n.73, p.1-14, 2003. Disponível em:< http://www.editora.ufla.br/site/adm/upload/boletim/bol_73.pdf>. Acesso em: 23 set. 2011.

BAILEY, R.W. [1967]. Quantitative studies of ruminant digestion of ingested plant carbohydrates from the reticulo-rumen. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.10, n.1, p.15-32, 1967. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/00288233.1967.10423074> >. Acesso em: 11 jan. 2011.

BALIEIRO NETO, G.; FERREIRA, J.J.; FERREIRA, M.B.D. *et al.* [2007]. Características agronômicas e viabilidade do capim-tifton-85 (*Cynodon* spp) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, n.4, p.235-242. 2007. Disponível em: < <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/bjvras/v44n4/01.pdf> >. Acesso em: 02 fev. 2012.

CAMPOS, P.R.S.S.; SILVA, J.F.C.; VÁSQUEZ, H.M. *et al.* [2010]. Fractions of carbohydrates and of nitrogenous compounds of tropical grasses at different cutting ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1538-1547, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000700021> >. Acesso em: 18 set. 2011.

CASTRO, F.G.F.; HADDAD, C.M.; VIEIRA, A.C. *et al.* [1999]. Época de corte, produção, composição químico-bromatológica e digestibilidade da matéria seca da grama-estrela florico. **Scientia Agricola**, v.56, n.1, p.225-234, 1999. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161999000100030> > Acesso em: 18 jul. 2011.

CEDEÑO, J.A.G.; ROCHA, G.P.; PINTO, J.C *et al.* [2003]. Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.2, p.462-470, 2003. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v27n2/a29v27n2.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2011.

CHESSON, A.; FORSBERG, C.W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.) **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.329-381.

FLEMING, G.A. Mineral composition of herbage. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Eds), **Chemistry and Biochemistry of Herbage**. New York: Academic Press, v.1, 1973. p.529-566.

GIGER-REVERDIN, S. [1995]. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.55, n.3-4, p.295-334, 1995. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00791-K](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(95)00791-K) > Acesso em: 18 jul. 2011.

GOMIDE, C.C.C. [1996]. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de Cynodon**. 1996. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

GOMIDE, J.A. Mineral composition of grasses and tropical leguminous forages. In: LATINAMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION RESEARCH WITH GRAZING RUMINANTS. Belo Horizonte, 1976. **Proceedings...** Belo Horizonte: UFMG, 1976. p.32-40.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. *et al.* [2002]. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano.

Acta Scientiarum, v.24, n.4, p.1163-1174, 2002. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2582/1761>>. Acesso em: 03 dez. 2011.

GRABBER, J.H. [2005]. How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies. **Crop Science**, v.45, n.3, p.820-831. 2005. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2004.0191>>. Acesso em: 14 out. 2011.

HADDAD, C.M.; DAIUB, J.A.S.; CASTRO, F.G.F. *et al.* [1999]. Produção de matéria seca, valor nutritivo e a maturidade de *Digitaria decumbens* Stent. cv. Transvala. **Scientia Agricola**, v.56, n.3, p.681-688, 1999. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161999000300024>>. Acesso em: 25 set. 2011.

HAMILTON, R.I.; LAMBOURNE, L.J.; ROE, R. *et al.* Quality of tropical grasses for milk production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11, Surfers Paradise, 1970. **Proceedings...** Surfers Paradise: s. ed., 1970. p.860-864.

HATFIELD, R.D. [1993]. Cell wall polysaccharide interactions and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. *et al.* (Eds), **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (ASA-CSSA-SSSA). 1993. p.285-313.

HOLDEN, L.A. [1999]. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3)>. Acesso em: 12 jan. 2011.

HORN, D.H.S.; KRANZ, Z.H.; LAMBERTON, J.A. [1964]. The composition of Eucalyptus and some other leaf waxes. **Australian Journal of Chemistry**, v.17, n.4 p.464-476, 1964. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1071/CH9640464>>. Acesso em: 09 set. 2011.

JAYME, C. G. **Produção de matéria seca e avaliação das silagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu colhida em diferentes estádios de maturação**. 2004. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

JAYME, C.G.; MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2009]. Determinação do momento de colheita da *Brachiaria brizantha* (Hochest.) Stapf. cv. Marandu para produção de silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.586-591, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000200035>>. Acesso em: 26 out. 2011.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. [1995]. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/73/9/2774>>. Acesso em: 24 jul. 2011.

JUNG, H.G.; SMITH, R.R.; ENDRES, C.S. [1994]. Cell-wall composition and degradability of stem tissue from lucerne divergently selected for lignin and in vitro dry matter disappearance. **Grass and Forage Science**. v.49, n.3, p.295-304, 1994. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02004.x>> Acesso em: 18 jul. 2011.

LOBATO, F.C.L. **Avaliação agronômica, perfil de fermentação e qualidade da silagem da *Brachiaria decumbens***. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MAGALHAES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. *et al.* [2007]. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1240-1246, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000600004> >. Acesso em: 03 set. 2011.

MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; HILL, G.M. *et al.* [1999]. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrass for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.77, n.6, p.1572-1586, 1999. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/77/6/1572> >. Acesso em: 04 nov. 2011.

MURARO, G.B.; SARTURI, J.O.; RIBEIRO, J.L. *et al.* Otimização de rações a base de silagens de capins tropicais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV. 2008, p.183-212.

NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; NASCIMENTO, H.T.S.; LEAL, J.A. [2002] Comportamento de cultivares de *Cynodon* no Piauí. **Comunicado Técnico, 146**. Teresina: Embrapa Meio-Norte (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2002. 3p. Disponível em: < <http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/comunicado/2002/CT146.pdf> >. Acesso em 20/02/2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

NUSSIO, G.L.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F. *et al.* Volumosos suplementares - estratégias de decisão e utilização. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Temas em Evidência, 2. 2002. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.193-232.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.203-42.

OLIVEIRA, A.I.; JAYME, D.G.; BARRETO, A.C. *et al.* Produção de matéria verde no período das águas de pastagem de tifton 85 sob manejo de irrigação e sequeiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO, 2, 2009. Uberaba. **Anais...** Uberaba, MG: IFMT, [2009], On Line. Disponível em: < http://www.iftm.edu.br/proreitorias/pesquisa/revista_2/resumo/zootecnia/resumo10.pdf > Acesso em: 23 fev. 2012.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. *et al.* [2000c]. Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000c (Suplemento 1). Disponível em: < <http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2827> >. Acesso em: 08 dez. 2011.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GOMIDE, J.A. *et al.* [2000a]. Análise de Crescimento do Capim-Bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1930-1938, 2000a (Suplemento 1). Disponível em:

<<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2825>>. Acesso em: 08 dez. 2011.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A. *et al.* [2000b]. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda 'tifton 85' (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000b (Suplemento 1). Disponível em: < <http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2826> >. Acesso em: 08 dez. 2011.

PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F. *et al.* [2005]. Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon*, em diferentes estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.4, p.233-241, 2005. Disponível em: < <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/379/354> >. Acesso em: 23 set. 2011.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. *et al.* [2001]. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.964-974, 2001 (Suplemento 1). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000400009> >. Acesso em: 20 set. 2011.

PEREIRA, O.D.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K.G. *et al.* [2012]. Crescimento do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.30-35, 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v41n1/05.pdf> >. Acesso em: 02 fev. 2012.

PINTO, L.F.M.; SILVA, S.C.; SBRISIA, A.F. *et al.* [2001]. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n3/a01v58n3.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2011.

RADOSTITIS, M.; GAY, C.; BLOOD, C.; HINCHCLIFF, W. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 1737p.

RIBEIRO JÚNIOR, G.O., **Características agrônômicas e qualidade das silagens do capim *Andropogon gayanus* em quatro idades de corte e perfil de fermentação da silagem aos 56 dias de crescimento**. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. [2010]. Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.4, p.560-567, 2010. Disponível em: <<http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/view/59/76>> Acesso em: 05 dez. 2011.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* [2001]. Caracterização das frações que constituem as proteínas os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.589-595, 2001. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000200039> >. Acesso em: 09 set. 2011.

SÁ, J.F.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F. *et al.* [2010]. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.667-676, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000300023> >. Acesso em: 25 set. 2011.

SANTOS, N.L. [2006]. **Produção e valor nutritivo dos capins tifton 85, tanzânia e marandu sob irrigação suplementar**. 2006.60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, Itapetinga. Disponível em: < <http://www.uesb.br/ppz/defesas/2006/mestrado/norivaldo.pdf> >. Acesso em: 30 set. 2011.

SILVA, A.L.P.; HADDAD, C.M. [1992]. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast-Cross nº1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1429-1438, 1992. Disponível em: < <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3788> >. Acesso em: 25 set. 2011.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. *et al.* [1992]. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/70/11/3562> >. Acesso em: 10 set. 2011.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. [1991]. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2) >. Acesso em: 25 nov. 2011.

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R. A. *et al.* [2010]. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1206-1213, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n6/07.pdf> >. Acesso em: 25 nov. 2011.

VERAS, R.M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVÊDO, J.A.G. *et al.* [2007]. Níveis de proteína na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1199-1211, 2007. (Suplemento 0). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000500029> >. Acesso em: 10 set. 2011.

VIEIRA, A.C.; HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. *et al.* [1999]. Produção e valor nutritivo da grama bermuda florakirk [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] em diferentes idades de crescimento. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1185-1191, 1999. (Suplemento). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161999000500021> >. Acesso em: 25 set. 2011.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.23-54.

VILELA, D.; PAIVA, P.C.A.; LIMA, J.A. *et al.* [2005]. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. coastcross em diferentes estações de

crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34 n.6, p.1891-1896, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000600012> >. Acesso em: 25 set. 2011.

WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. [1997]. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.48, n.2, p.165-180, 1997. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1071/A96051> >. Acesso em: 21 nov. 2011.

CAPÍTULO 3

Cinética de fermentação ruminal *in vitro* do capim-tifton 85 em cinco idades de corte

RESUMO: Determinou-se o momento de corte do capim-tifton 85 para utilização da planta inteira fresca na alimentação de ruminantes a partir da cinética de fermentação. A forrageira foi cultivada na Fazenda Santa Helena, no município de Bom Despacho, MG. O delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas foi utilizado, sendo as curvas comparadas pelo teste de identidade e paralelismo de curvas ($p < 0,05$). A idade de rebrota influenciou negativamente a cinética de fermentação, os valores de degradabilidade da matéria seca e as degradabilidades efetivas do capim-tifton 85. Os cortes entre 27 e 45 dias apresentaram semelhantes potenciais máximos de produção de gases (229,68 e 232,19 mL, respectivamente), mas com distintas cinéticas de produção de gases. Já as idades entre 56 e 90 dias apresentaram curvas de produção de gases iguais e inferiores as idades mais jovens. A produção de gases por hora indicou a boa qualidade da fibra do capim-tifton 85 cortado na idade de 27 dias com elevadas produção de gases até 24 horas de incubação e rápidas taxas de fermentação nas primeiras 12 horas de incubação. As degradabilidades potenciais da matéria seca (0,63 vs. 0,57 g/g MS) e degradabilidades efetivas (0,02/h: 0,62 vs. 0,56 g/g MS) foram superiores até 56 dias de rebrota comparado as idades mais avançadas. Recomenda-se a utilização da planta inteira fresca do capim-tifton 85 até 56 dias de rebrota a fim de obter um material com elevado potencial de degradação e melhor aproveitamento ruminal.

Palavras-chave: degradabilidade, momento de colheita, produção de gás, ruminante, valor nutricional

3.1 Introdução

O capim-tifton 85 (*Cynodon dactylon*) é uma forrageira amplamente utilizada em sistemas de produção de ruminantes para pastejo, produção de fenos e mais recentemente para produção de silagens e corte para fornecimento fresco no cocho. Neste sentido, o fator produção por área apresenta grande impacto econômico no sistema produtivo e a literatura relata que o avanço do estágio de maturação do capim-tifton 85 geralmente reflete em aumento da produção de matéria seca por área (OLIVEIRA *et al.*, 2000), embora haja

redução nos valores de proteína bruta e aumentos das frações fibrosas da forrageira (RIBEIRO & PEREIRA, 2010), os quais podem limitar o consumo e o desempenho do animal.

A avaliação dos alimentos apenas por análises químicas não permite predizer o impacto dessas alterações na degradabilidade e na cinética de fermentação, que esse material irá apresentar durante o processo de digestão ruminal. Por essa razão, os sistemas de alimentação de ruminantes utilizam dados de cinética de fermentação para predizer a extensão do aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos e favorecer a sincronização no aporte de energia e proteína para a microflora ruminal.

Por outro lado, o estudo de cinética de fermentação pelo método *in situ* é oneroso, demanda tempo, mão-de-obra, além de avaliar número restrito de substratos. Portanto, as técnicas *in vitro* têm sido utilizadas para a determinação do valor nutricional dos alimentos, estando estas correlacionadas com o consumo e digestibilidade. A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (MAURÍCIO *et al.*, 1999) tem a capacidade de avaliar grande número de substratos e descrever a cinética de fermentação ruminal. Magalhães *et al.* (2006) e Jayme *et al.* (2009) observaram correlação de 0,99 entre a produção de gases com a degradação da matéria seca de silagens de sorgo e girrassol, respectivamente. Segundo Maurício *et al.* (2003) esta técnica apresenta grande potencial por se tratar de um sistema fechado diminuindo as perdas de partículas quando comparada com a técnica *in situ*.

O objetivo com este trabalho foi determinar o efeito da idade de rebrota do capim-tifton 85 sobre a cinética de fermentação e a degradabilidade da matéria seca, para indicar o melhor momento para corte e utilização da planta inteira fresca na alimentação de ruminantes.

3.2. Material e Métodos

Local, forrageira e manejo

O capim-tifton 85 foi cultivado na cidade de Bom Despacho, Minas Gerais, Brasil (19°36,2'S, 45°16,1'O e 641 m acima do nível do mar). A área foi submetida ao corte de uniformização em 4 de outubro de 2007 e adubada com 100kg N/ha, 20 kg P/ha, 100kg K/ha e micro nutrientes, sendo dividida em quatro faixas, cada qual com cinco canteiros de 3 x 3 m (4 m² de área útil) apresentando espaçamento de 1 m entre canteiros, totalizando 20 canteiros. A distribuição dos canteiros correspondentes às idades de corte (27, 45, 56,

74 e 90 dias) dentro das faixas (repetições) foi aleatória. A pluviosidade acumulada (mm) nos meses de outubro, novembro e dezembro foram de 111, 178 e 279 mm/mês, respectivamente. Já as temperaturas médias mínimas e máximas nos respectivos períodos foram de 15,0 e 33,1°C; 18,6 e 30,4°C e 17,5 e 31,1°C. O corte do capim foi realizado manualmente a cinco centímetros do solo, eliminando 1 m de bordadura nos canteiros, aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de crescimento vegetativo do capim-tifton 85.

Análises laboratoriais

Amostras da forragem fresca de cada canteiro por idade foram secas a 55° C por 72 horas para determinação da matéria pré-seca e posteriormente moídas a 1 mm. Essas amostras foram analisadas quanto aos conteúdos de matéria seca a 105° C (ID. 967.03; AOAC, 2006) e utilizadas para o estudo da cinética de fermentação ruminal.

A avaliação do capim-tifton 85 pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, seguiu a metodologia proposta por Maurício *et al.* (1999), sendo conduzido no laboratório de produção de gases da Escola de Veterinária da UFMG em março de 2010. Quatro vacas holandesas em lactação (média de 20 kg/dia e 550 kg peso vivo), fistuladas, mantidas na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa pertencentes à Escola de Veterinária da UFMG foram utilizadas como doadoras de fluido ruminal. Esses animais receberam dieta total à base de silagem de milho, 2 kg de feno de capim-tifton 85 e 6 kg de concentrado comercial por dia (20% de PB) dividido em duas porções iguais diárias. O líquido ruminal foi retirado via fistula ruminal pela manhã antes da alimentação do animal e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas. No laboratório, o líquido ruminal dos quatro animais foi filtrado individualmente, sob injeção contínua de CO₂, e proporções iguais de líquido ruminal de cada animal foram misturados para a formação de um *pool* de líquido ruminal (inóculo) mantido em banho-maria a 39°C por no máximo 10 minutos até a incubação das amostras. O valor de pH da mistura do meio e inóculo foi de 6,3 no momento da inoculação.

As leituras de pressão foram realizadas em intervalos de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 34, 48, 72 e 96 horas após incubação e transformadas em volume de gases pela equação definida por Maurício *et al.* (2003) $V = (0,051 \times P^2) + (4,43 \times P) - (0,004)$ em que, “V” é o volume (mL); “P” é a pressão (psi).

A degradabilidade *in vitro* da matéria seca foi determinada pela filtragem do conteúdo dos frascos em cadinhos de borosilicato com porosidade 1 nos tempos de 6, 12, 24, 48, 72 e 96

horas. Os cadinhos foram então mantidos por 48 horas em estufa à 105° C, sendo posteriormente pesados, e o peso utilizado para o cálculo da degradabilidade da matéria seca.

Os dados de produção cumulativa de gases e das degradabilidades em cada idade de corte foram submetidas ao método iterativo de Marquardt (NLIN) do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 8.2) para estimativas dos parâmetros do modelo não linear de Gompertz (LAVRENCIC *et al.*, 1997). A escolha do modelo foi estabelecida após uma análise de ajuste entre cinco modelos, a saber: Gompertz, Richards, France, Logístico e Von Bertalanffy descritos em López (2008) (Anexo 1). A escolha baseou-se no desvio padrão médio, desvio absoluto, avaliação gráfica das curvas e quadrado médio do erro.

Os parâmetros do modelo de Gompertz (LAVRENCIC *et al.*, 1997) são representados pela equação: $G_{(t)} = V_f * (\exp(-C*(\exp(-A*t)))$, em que: $G_{(t)}$ = produção acumulada de gases (mL/g incubada) no tempo de incubação t (h), V_f = assíntota de produção de gases (mL/g incubada); C = taxa constante de produção de gases (%/h), A = fator de eficiência microbiana; t= tempo. Uma taxa fracional variável de produção de gases foi calculada em função do tempo μ (h)= $C*(\exp(-A*t))$, cujos parâmetros são os mesmos descritos anteriormente.

Da mesma forma, a degradação da matéria seca foi ajustada ao modelo de Gompertz (LAVRENCIC *et al.*, 1997) segundo a equação: $D_{(t)} = D_p * (\exp(-C*(\exp(-A*t)))$, em que: $D_{(t)}$ = degradação (g/g incubada) no tempo de incubação t (h), D_p = potencial máximo de degradação (g/g incubada); C = taxa específica semelhante à taxa de degradação (%/h), A = fator de eficiência microbiana; t= tempo. Uma taxa fracional variável de degradação foi calculada em função do tempo: μ (h)= $C*(\exp(-A*t))$, cujos parâmetros são os mesmos descritos anteriormente.

As degradabilidades efetivas foram estimadas utilizando-se a taxa fracional variável (μ) descrita anteriormente, sendo utilizados os tempos de 48 h, 33 h e 20h correspondente às taxas de passagem (K_p) de 0,02; 0,03; 0,05/h, respectivamente, pela equação: $DE = D_p * (\mu / (\mu + K_p))$, cujos parâmetros são os mesmos descritos anteriormente.

Análises Estatísticas

Utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo o bloco as repetições de campo (canteiros), as parcelas as idades de corte (27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota) e as subparcelas os tempos de incubação (6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas) (5 idades

x 6 tempos x 4 blocos), descrito pelo modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + A_k + (T*A)_{ik} + \alpha_{ijk}$; em que, Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito da idade de corte; β_j = efeito do bloco; A_k = efeito do tempo de incubação; ϵ_{ij} = erro A; $(T*A)_{ik}$ = efeito da interação idade x tempo de incubação; α_{ijk} = erro B.

As curvas de produção acumulativa de gases e de degradabilidade da matéria seca em cada idade de corte foram comparadas pelo teste de identidade e paralelismo de curvas ($P < 0,05$), segundo Regazzi (2003) para modelos não lineares. As médias de degradabilidade da matéria seca e degradabilidade efetiva foram analisadas por teste SNK ($P < 0,05$). Os dados foram processados utilizando-se o programa SAS (*Statistical Analysis System*, versão 8.2).

3.3. Resultados e Discussão

A avaliação das curvas de regressão para as produções cumulativas de gases do capim-tifton 85 em função do tempo de incubação indicou que as idades de 27, 45 e 56 dias apresentaram distintas curvas de produções acumulativas de gases ($P < 0,05$) (Figura 1A), em razão das diferenças nas taxas de fermentação ($P < 0,05$) (Figura 1B) revelada pelo não paralelismo das curvas. Já as idades de 56, 74 e 90 dias apresentaram curvas de regressão idênticas entre si ($P > 0,05$), ou seja, semelhantes taxas e potenciais de fermentação ruminal. O efeito negativo do estágio de maturação pode ser associado ao aumento da fibra detergente ácido (Figura 8, capítulo. 2) e redução da proteína bruta da planta (Figura 6, capítulo.2) ou ainda em razão das alterações na composição e na relação entre os compostos que compõem a lignina (hidroxibenzaldeído, vanilina e siringaldeído) (SALIBA *et al.*, 1999). Assim as ligações entre as ligninas e hemiceluloses podem se intensificar mesmo sem alteração nos valores de lignina da planta, alterando a estrutura da parede celular e proporcionado maior resistência a fermentação da fibra (JUNG & ALLEN, 1995).

O capim-tifton 85 colhido aos 27 dias apresentou menor produção de gases inicial, mas com rápida fermentação após seis horas de incubação (Figura 1B). A menor fermentação inicial pode ser associada ao menor conteúdo de carboidratos solúveis observados nas plantas nesta idade em comparação as idades mais avançadas (12,8 vs. 35,1 g/kg MS), que serviram de substrato imediato para potencializar o crescimento microbiano. Entretanto, as superiores taxas de fermentação obtidas entre 12 e 24 horas confirma a elevada qualidade da fibra aos 27 e 45 dias de rebrota, as quais são fundamentais para obtenção de boas degradabilidades efetivas em animais de maior taxa de passagem.

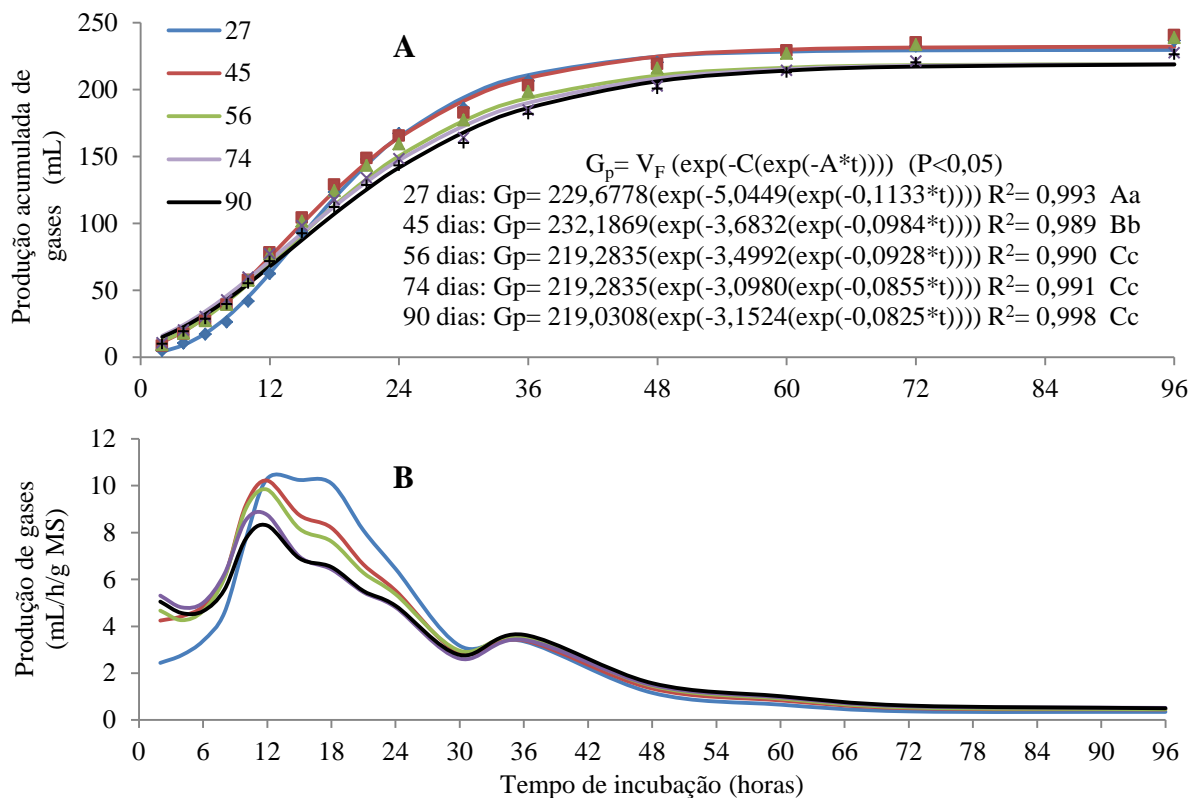


Figura 1. Produção acumulada de gases (A) e produção de gases por hora (B) do capim-tifton 85 nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. As letras maiúsculas diferentes indicam curvas distintas pelo teste de identidade ($P < 0,05$) e letras minúsculas diferentes indicam curvas não paralelas pelo teste de paralelismo ($P < 0,05$).

As produções finais de gases foram semelhantes para as plantas colhidas entre as idades de 27 e 45 dias, as quais foram superiores ($p < 0,05$) às idades mais avançadas que não diferiram entre si ($P > 0,5$). Esses resultados concordam com Velasquéz *et al.* (2009) que avaliaram o capim-tifton 85 nas idades de 28, 35 e 42 dias de rebrota e observaram semelhança nos potenciais máximos de produção de gases (250 mL/g MS). Castro *et al.* (2010) encontraram valores de 229 a 180 mL/g ($P < 0,05$) para o capim-tanzânia entre 42 e 112 dias. Já Castro *et al.* (2007) avaliando capim-marandu (28, 56, 84 e 112 dias) e Faria Jr *et al.* (2010) avaliando silagens de sorgo BRS-610 (estágio leitoso a duro) não observaram efeito do estágio de maturação no potencial máximo de produção de gases, com valores médios de 235 mL/g MS e 170 mL/g MS, respectivamente. Contudo, esses autores como neste estudo observaram reduções nas taxas de fermentação que refletiram em menores degradabilidades efetivas da fibra com o avanço da idade de corte. Os potenciais máximos de produção de gases observados neste estudo indicam boa qualidade da fibra comparada aos estudos citados. Entretanto, o potencial máximo de fermentação é obtido por longos tempos de incubação (96 h) e não indica necessariamente melhor qualidade, podendo

apresentar ampla variação nas degradabilidades efetivas em razão das diferenças nas taxas de fermentação, assim a avaliação desse parâmetro deve ser realizada em conjunto com os outros parâmetros.

Além disso, seguindo as recomendações de Nogueira *et al.* (2006) para a avaliação inicial de alimentos pela técnica *in vitro* de produção de gases, determinou-se a degradação de matéria seca em conjunto com a produção de gases afim de se evitar erros na seleção de idades que produzem mais gases com menor degradação da MS, em razão da maior produção de acetato comparado ao propionato o qual não gera dióxido de carbono diretamente durante a fermentação.

A cinética de degradação da matéria seca (MS) do capim-tifton 85 confirmaram o efeito negativo do avanço da idade da planta na degradabilidade da MS, em acordo com a cinética de produção de gases (Figura 2). Todavia observou-se pequena discrepância quanto o efeito das idades na cinética de degradação da MS, embora não tenha comprometido a elevada correlação existente entre estas características. O teste de identidade indicou igualdade ($P > 0,05$) entre as curvas de degradação da MS para as idades de 27 e 45 dias (Figura 2A) com iguais taxas de degradação (Figura 2B), embora tenham apresentado diferentes ($P < 0,05$) taxas de produção de gases (Figura 1B). Da mesma forma, a cinética de degradação da MS do capim-tifton 85 colhido aos 56 dias apresentou-se distinta das outras idades, com taxa de degradação intermediária ($P < 0,05$) as outras idades avaliada, mas com potencial máximo de degradação semelhante às idades mais jovens. Já as plantas colhidas aos 74 e 90 dias indicaram cinéticas de degradação da MS semelhantes entre si e com taxas de fermentação e degradabilidade potencial inferiores ($P < 0,05$) em relação às idades mais jovens. O processo fermentativo mais lento apresenta impacto negativo nas degradabilidades efetivas, resultando em perda de material potencialmente fermentável em razão da saída do rúmen com o aumento da taxa de passagem (SOUSA *et al.*, 2011).

Nogueira *et al.* (2004) ressalta que o modelo de gompertz não apresenta um tempo de colonização, mas determina um fator de eficiência microbiana que varia com o tempo à medida que a quantidade de substrato potencialmente fermentável diminui, reduzindo a taxa de fermentação ao longo do tempo de incubação. Para plantas colhidas nas idades mais jovens, esse fator resultou em declínio mais rápido na máxima degradação por hora e o inverso ocorreu para as plantas mais velhas, cujas taxas de fracionais de degradação

permaneceram mais elevadas a partir de 36 horas devido a maior quantidade de material potencialmente fermentável remanescente.

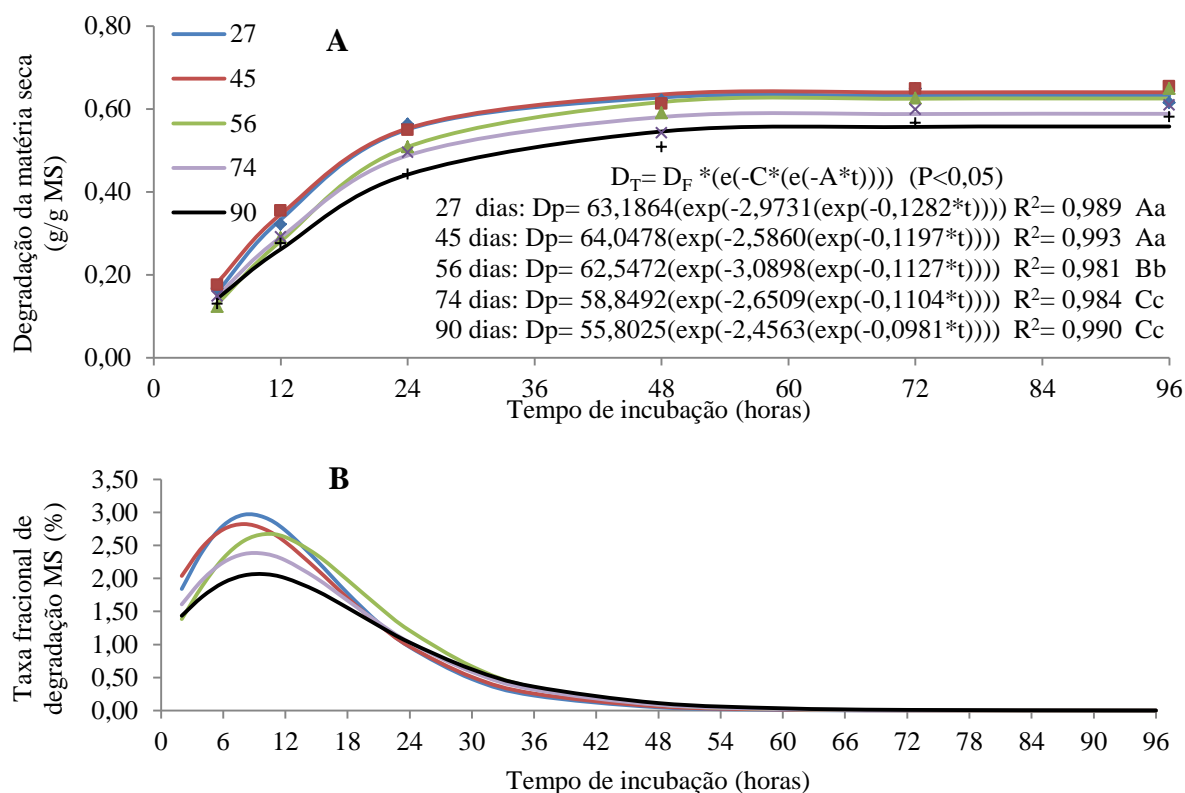


Figura 2. Degradação da matéria seca (A) e taxa fracional de degradação (B) do capim-tifton 85 nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. As letras maiúsculas diferentes indicam curvas distintas pelo teste de identidade ($P < 0,05$) e letras minúsculas diferentes indicam curvas não paralelas pelo teste de paralelismo ($P < 0,05$).

As degradabilidades da MS (Tabela 1) do capim-tifton 85 até 45 dias de rebrota foram superiores as idades mais avançadas ($P < 0,05$) até 24h de incubação, já com 48h de incubação não houve diferença entre as idades até 56 dias. Assim, com o avanço no tempo de incubação as diferenças nas degradabilidade da MS foram minimizadas, pois houve maior tempo para a microbiota ruminal degradar a parede celular mais lignificada (JUNG & ALLEN, 1995). Os valores de degradabilidade da MS obtidos as 24 e 48 horas para o capim-tifton 85 para todas as idades (Tabela 1) foram superiores aos valores descritos por Castro *et al.* (2010) para o capim-tanzânia entre 42 e 126 dias. Porém, as 96 horas de incubação observa-se menores valores para o capim-tifton 85, indicando menor potencial máximo de degradação, mas com taxas de fermentação superiores, as quais resultaram em maiores degradabilidades nos tempos iniciais e consequentemente em degradabilidades efetivas superiores para o capim-tifton 85.

Tabela 1. Degradabilidade da matéria seca e degradabilidade efetiva do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade (dias)	Degradabilidade da matéria seca (g/g MS) ¹						Degradabilidade efetiva (g/g MS)		
	Tempos de incubação						Taxa de passagem (kp)		
	6	12	24	48	72	96	² 0,02/h	³ 0,03/h	⁴ 0,05/h
27	0,1671 a	0,3218 a	0,5630 a	0,6213 a	0,6487 a	0,6153 a	0,6239 a	0,5957 a	0,5057 a
45	0,1758 a	0,3549 a	0,5493 a	0,6127 a	0,6494 a	0,6543 a	0,6367 a	0,6059 a	0,5160 a
56	0,1232 b	0,2887 b	0,5085 b	0,5905 a	0,6258 ab	0,6489 ab	0,6181 a	0,5753 b	0,4628 b
74	0,1481 b	0,2912 b	0,4951 b	0,5424 b	0,5992 bc	0,6096 ab	0,5829 b	0,5463 c	0,4502 b
90	0,1302 b	0,2761 b	0,4425 c	0,5088 c	0,5663 c	0,5809 b	0,5480 b	0,5062 d	0,4119 c

Letras diferentes na coluna diferente pelo teste SNK (P<0,05). ¹CV= 3,92%; ²CV= 1,92%, ³CV= 2,65%, ⁴CV= 3,65%.

Velasco (2011) avaliando o capim-braquiária decumbens colhido aos 56, 84 e 112 dias de rebrota encontrou valores de degradabilidade da MS (48 h de 0,5930; 0,6009 e 0,5814 g/g MS, respectivamente) e degradabilidade efetiva da MS (kp 0,02/h; 0,6509; 0,5710 e 0,5507 g/g MS, respectivamente) muito próximos às observadas neste estudo para o capim-tifton 85. Por outro lado, Guimarães Jr *et al.* (2008) relataram para silagens de milho (BRS-1501, NPM-1 e CMS-3) degradabilidades efetivas (kp 0,02/h) da MS variando de 0,3222 a 0,3503 g/g MS, as quais foram inferiores as observadas neste estudo. Já Sousa *et al.* (2011) relataram valores de degradabilidade efetiva (kp 0,02/h) da MS para o capim-marandu em sistema silvipastoril ou monocultivo variando de 0,6830 a 0,6330 g/g MS. A cinética de fermentação e as degradabilidades efetivas obtidas neste estudo sugerem elevada qualidade do capim-tifton 85 e indicam que os efeitos da idade de corte foram mais pronunciados nas idades mais avançadas (74 e 90 dias), embora ainda tenham demonstrado bom aproveitamento (Tabela 1). Segundo Paciullo *et al.* (2002) e Velásquez *et al.* (2009) o capim-tifton 85 apresenta superioridade na degradação da MS quando comparado a outras gramíneas em condições de menores taxas de passagem como 0,02/h.

As degradabilidades da MS obtidas às 48 horas de incubação apresentaram valores próximos aos obtidos na degradabilidade efetiva da MS para taxa de passagem de 0,02/h por representar aproximadamente o tempo de permanência do alimento volumoso no rúmen. Maurício *et al.* (2003) observaram que os valores de degradabilidade às 48 horas de incubação foram semelhantes a digestibilidade aparente *in vivo* para animais consumindo silagens de sorgo. Portanto, quando a relação entre a degradabilidade da MS obtida as 48 e 96 horas é próximo a 1, o alimento é considerado de boa qualidade fermentativa, pois foi capaz de atingir o máximo aproveitamento da fração potencialmente degradável enquanto

permaneceu no rúmen (VELÁSQUEZ *et al.*, 2009). Neste estudo a relação encontrada foi de 1,0; 0,94; 0,91; 0,89; 0,88 para a degradabilidade da MS do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 72 e 96 horas, respectivamente. Isso comprova que a elevada taxa de fermentação do capim-tifton 85 até 56 dias de rebrota garantiu adequado aproveitamento da fração potencialmente fermentável, o que foi confirmado pelas elevadas degradabilidades efetivas observadas. Resultados semelhantes foram observados por Velasco (2011) para o capim-braquiária decumbens aos 56 dias de rebrota.

Apesar das divergências discutidas anteriormente observou-se neste estudo elevada correlação entre a produção de gases e a degradabilidade da MS do capim-tifton 85 nas diferentes idades de corte (Tabela 2), demonstrando que a produção de gases refletiu bem a degradação da matéria seca e as idades apresentaram comportamento muito próximos, resultando em boa relação também para o conjunto dos dados.

Tabela 2. Relação entre produção de gases (mL) e degradação da matéria seca (g/g MS) do capim-tifton 85 nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias e dos dados em conjunto.

Idade (dias)	Equação de predição da DMS (g/g MS) em razão da produção de gases (PG, mL)
27	DMS= 0,0021PG + 0,1677; r = 0,984
45	DMS= 0,0021PG + 0,1556; r = 0,988
56	DMS= 0,0024PG + 0,0870; r = 0,995
74	DMS= 0,0023PG + 0,1064; r = 0,988
90	DMS= 0,0021PG + 0,0994; r = 0,990
Todas as idades	DMS= 0,0022PG + 0,1222; r = 0,981

Comportamento semelhante foi observado por Jayme *et al.* (2009) para silagens de girassol e Maurício *et al.* (2003) para silagens de sorgo. Esses últimos autores afirmaram que essa semelhança na relação de produção de gases/degradabilidade gera a possibilidade de estimar a curva de degradação da MS através dos valores da produção cumulativa de gases para grupos específicos de alimentos quando um grande número de dados sobre o alimento estiver disponível. Assim, eliminaria a determinação direta da degradação da matéria seca o que permite reduzir o número de frascos por ensaio ou avaliar maior número de tratamentos por estudo.

3.4. Conclusões

A cinética de fermentação e as degradabilidades efetivas do capim-tifton 85 foram influenciadas negativamente com o avanço da idade de rebrota da planta. Portanto

recomenda-se o corte da planta inteira do capim-tifton 85 até 56 dias de rebrota a fim de obter um material com elevado potencial de degradação e melhor aproveitamento ruminal.

3.5. Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis**. 18.ed. 2005. Gaithersburg: AOAC International, Current Through Revision 1. 2006. 1243p.

CASTRO, G.H.F.; GRAÇA, D.S.; GONÇAVES, L.C. *et al.* [2007]. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. marandu colhida em diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1538-1544, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000600029> >. Acesso em: 23 set. 2011.

CASTRO, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2010]. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.654-666, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000300022> >. Acesso em: 23 set. 2011.

FARIA JÚNIOR, W.G.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. *et al.* [2010]. Avaliação das silagens do sorgo BRS-610 em sete estádios de maturação pela técnica in vitro semiautomática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.898-905, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000400020> >. Acesso em: 23 set. 2011.

GUIMARAES JUNIOR, R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R. M. *et al.* [2008]. Cinética de fermentação ruminal das silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1174-1180, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352008000500020> >. Acesso em: 09 out. 2011.

JAYME, D.G; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. *et al.* [2009]. Avaliação pela técnica semiautomática de produção de gases das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.6, p.1403-1410, 2009. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352009000600021>>. Acesso em: 04 set. 2011.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. [1995]. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/73/9/2774> >. Acesso em: 24 jul. 2011.

LAVRENCIC, A.; STEFANON, B.; SUSMEL, P. [1997]. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. **Animal Science**, v.64, n.3, p. 423-431, 1997. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1017/S1357729800016027> >. Acesso em: 05 set. 2011.

LÓPEZ, S. Non-Linear functions in animal nutrition. In: FRANCE, J.; KEBREAB, E (Eds.), **Mathematical modelling in animal nutrition**. Wallingford, UK: CABI International. 2008. p.47-88.

MAGALHÃES, R.T.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. *et al.* [2006]. Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica in vitro semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.101-111, 2006. Disponível em:< <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/489892> >. Acesso em: 04 set. 2011.

MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. *et al.* [2003]. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica in vitro semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.2, p.56-61, 2003. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352003000200014> >. Acesso em: 04 set. 2011.

MAURÍCIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. *et al.* [1999]. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.4 p.321-330, 1999. Disponível em:< [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00033-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00033-4) >. Acesso em: 04 set. 2011.

NOGUEIRA, U.T.; MAURÍCIO, R.M.; GONCALVES, L.C. [2006]. Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica in vitro semi-automática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.633-641, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352006000400027> >. Acesso em: 23 set. 2011.

NOGUERA, R.R.; SALIBA, E.O.; MAURICIO, R.M. [2004]. Comparación de modelos matemáticos para estimar los parámetros de degradación obtenidos a través de la técnica de producción de gas, **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n.11, [on-line]. 2004. Disponível em: < <http://www.lrrd.org/lrrd16/11/nogu16086.htm> >. Acesso em: 6 set 2011.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. *et al.* [2000]. Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000 (Suplemento 1). Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2827>>. Acesso em: 08 dez. 2011.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. *et al.* [2002]. Degradação in vitro de tecidos da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2 suplemento, p. 890-899, 2002. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000400013> >. Acesso em: 09 out. 2011.

REGAZZI, A.J. [2003]. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, v.50, p.9-26, 2003. Disponível em:< <http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V50N287P19303.pdf> >. Acesso em: 05 set. 2011.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. [2010]. Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.4, p.560-567, 2010.

Disponível em: <<http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/view/59/76>> Acesso em: 05 dez. 2011.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [1999]. Efeito da lignina dos resíduos agrícolas de milho e de soja submetidos à fermentação ruminal sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.1, p.85-88, 1999. Disponível em:< <http://cpro4576.publiccloud.com.br:8080/editora/upload/trabalho/v51/v51n1a15.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2011.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2011]. Cinética de fermentação ruminal in vitro da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.382-391, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000200016> >. Acesso em: 23 set. 2011.

VELASCO, F. O. **Valor nutricional do capim *Brachiaria decumbens* em três diferentes idades.** 2011. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8TXHA8> >. Acesso em: 09 out. 2011.

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. *et al.* [2009]. Cinética da fermentação e taxas de degradação de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte estimadas pela técnica de produção de gases in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1695-1705, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000900008> >. Acesso em: 25 set.2011.

CAPÍTULO 4

Qualidade das silagens de capim-tifton 85 em diferentes idades

RESUMO: Objetivou-se avaliar o potencial de ensilagem do capim-tifton 85 colhido aos 28, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota determinando as alterações na composição química e a qualidade fermentativa dessas silagens. Utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso num esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições por idade. Os dados foram comparados por teste de médias (SNK, $P < 0,05$) para as análises qualitativas e a análise de regressão ($P < 0,05$) para as análises quantitativas. A ensilagem do capim-tifton 85 nos extremos de idades (27 e 90 dias) resultou em perdas de matéria seca (MS) (151,29 e 32,56 g/kg MS, respectivamente), com redução ($P < 0,05$) nos valores de MS e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS). Os conteúdos de proteína bruta (PB) da planta não diferiram ($P < 0,05$) com as ensilagens, mas houve intensa proteólise na idade de 27 dias, confirmada pelos elevados valores de nitrogênio amoniacal (191,3 g/kg de nitrogênio total). O baixo teor de MS do capim-tifton 85 aos 27 dias (225,90 g/kg MS) e o baixo conteúdo de carboidratos solúveis (12,48 g/kg MS), resultaram em elevados valores de pH (6,2) e comprometimento da qualidade fermentativa dessa silagem. Já na idade de 90 dias o elevado teor de MS da planta (478,52 g/kg MS) pode ter justificado a qualidade regular das silagens. Por outro lado as silagens produzidas aos 45 e 56 dias apresentaram boa qualidade fermentativa e adequada conservação do valor nutritivo da planta. O avanço na maturidade da planta resultou em decréscimos lineares na PB ($\hat{Y} = 176,60 - 0,920 * x$, $r^2 = 0,701$) e DIVMS ($\hat{Y} = 73,85 - 0,2533 * x$; $r^2 = 0,964$ * $P < 0,01$) das silagens e acréscimos lineares na MS ($\hat{Y} = 144,03 + 1,943 * x$, $r^2 = 0,701$), fibra detergente neutro ($\hat{Y} = 352,65 + 1,367 * x$, $r^2 = 0,924$) e fibra detergente ácido ($\hat{Y} = 336,01 + 0,763 * x$, $r^2 = 0,931$). Já os teores de lignina não foram alterados pela idade (47,28 g/kg MS). Os parâmetros fermentativos descreveram comportamentos cúbicos em função da idade de corte. O valor nutricional e a ensilabilidade das silagens do capim-tifton 85 produzidas entre 45 e 56 dias mostra-se como nova opção de volumoso conservado para alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: ácidos graxos volatéis, momento de colheita, pH, ruminante, valor nutricional

4.1. Introdução

A estacionalidade na produção de forrageiras em condições tropicais gera desequilíbrios entre a oferta e demanda de forragem ao longo do ano. Dessa forma, a produção de silagens de capins revela crescimento constante em sistemas de produção baseados em pastagens (NUSSIO & SCHMIDT, 2010). A conservação do excedente produzido no período chuvoso para suplementação durante o período seco garante a disponibilidade de volumoso e permite elevado potencial de exploração (NUSSIO *et al.*, 2000). A escolha pela ensilagem em comparação a fenação deve-se a familiaridade do produtor com a produção e uso de silagens, demanda de equipamentos mais simples, menor influência do clima e comparativamente menor custo.

Para obtenção de silagens de capins de alta qualidade nutricional e fermentativa é fundamental estabelecer o momento ideal de corte de cada forrageira, pois o estágio fenológico determina a composição química e a qualidade do processo fermentativo da silagem, interferindo indiretamente no consumo e no aproveitamento do alimento.

As características intrínsecas das forrageiras juntamente com a eficiência operacional no processo de ensilagem e a atividade da microflora presente influenciam na velocidade de fermentação e no tempo de estabilização do processo, determinando a qualidade e a conservação da forragem (NUSSIO *et al.*, 2002). As gramíneas tropicais durante a fase de melhor valor nutricional geralmente apresentam elevada umidade (>75%) que associada aos típicos valores de 50 a 100 g/kg MS de carboidratos solúveis podem ser insuficientes para produzir ácido láctico em quantidade capaz de superar a capacidade tampão da planta e promover a redução do pH necessária para limitar fermentações indesejáveis (BERNARDES *et al.*, 2005; BERGAMASCHINE *et al.*, 2006). O conteúdo de matéria seca é considerado como o fator de maior importância no processo de fermentação, e está diretamente associado com o estágio de maturação da planta no momento de ensilagem (McDONALD *et al.*, 1991).

Em silagens mal preservadas há comprometimento da qualidade nutricional, principalmente sobre a fração proteica, resultando em elevados conteúdos de nitrogênio amoniacal e comprometimento da digestibilidade. Fatores que levam a menor eficiência de uso do nitrogênio no rúmen para síntese de proteína microbiana e comprometimento do desempenho animal (NUSSIO, 2004).

Os objetivos com este estudo foram avaliar os efeitos da idade de corte na qualidade nutricional e fermentativa das silagens de capim-tifton 85 colhidos entre 27 e 90 dias, bem como descrever os padrões de alterações durante a ensilagem desta gramínea.

4.2. Material e Métodos

Local e manejo

O capim-tifton 85 foi cultivado numa área de 1 ha da Fazenda Santa Helena (Km 125 da rodovia MG164, Bom Despacho, MG, Brasil; 19°36,2'S, 45°16,1'O e 641 m acima do nível do mar), cuja área foi submetida ao corte de uniformização em 4 de outubro de 2007 e adubada com 100kg N/ha, 20 kg P/ha, 100kg K/ha e micro nutrientes. Esta área foi dividida em quatro faixas, cada qual com cinco canteiros de 3 x 3 m (4m² de área útil, eliminando 1 m de bordadura), sendo a ordem de corte dos canteiros determinada aleatoriamente nas faixas e mantido distância de 1 m entre canteiros dentro de cada faixa. O capim-tifton 85 foi colhido nas idades de 27, 45, 56, 74 e 90 dias de crescimento vegetativo. A pluviosidade acumulada (mm) nos meses de outubro, novembro e dezembro foram de 111, 178 e 279 mm/mês, respectivamente. Já as temperaturas médias mínimas e máximas nos respectivos períodos foram de 15,0 e 33,1°C; 18,6 e 30,4°C e 17,5 e 31,1°C.

O corte da forragem de cada canteiro foi realizado manualmente a cinco centímetros do solo e a forragem foi então picada em partículas médias de 1-2 cm (ensiladeira EN 6700 – NOGUEIRA, Itapira, Brasil). As forragens frescas foram amostradas individualmente por canteiro (500 g) e acondicionadas em sacolas plásticas (identificadas e resfriadas) para o transporte até o Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFGM), Belo Horizonte, MG (19°52,3'S, 43°58'O e 838 m acima do nível do mar). Neste foram mantidas congeladas em câmara fria a – 15° C até o processamento.

Ensilagem

As silagens foram confeccionadas em minissilos experimentais (tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 450 mm de comprimento, dotados de válvulas tipo Bunsen, sendo a compactação executada com soquete de madeira) em duplicata por canteiro (repetição) dentro da idade de corte (tratamento). Assim, foram produzidos 40 minissilos (5 idades x 4 canteiros x 2 duplicatas) que permaneceram fechados por 56 dias para a avaliação da qualidade das silagens do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de idades.

Todos os minissilos foram transportados para o Laboratório de Nutrição Animal da EV-UFMG, onde se realizou as aberturas e as análises laboratoriais.

Análises laboratoriais

Durante a abertura das silagens foram realizadas avaliações visuais, para observação do aspecto físico, cheiro e presença ou não de mofo. As silagens foram retiradas dos minissilos e homogeneizadas em duplicatas. Neste momento, parte dessas amostras (500 g) foram prensadas (prensa hidráulica 3856 Modelo C, Caver Inc., Wabash, IN) para obtenção do extrato aquoso da silagem onde foi imediatamente determinado os valores de pH (pH meter Q400MT, QUIMIS Aparelhos Científicos; Diadema, Brasil) e de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT), usando o método de macro kjeldahl com destilação com cloreto de cálcio e óxido de magnésio (pH>7), utilizando solução de ácido bórico como solução receptora e titulação com ácido clorídrico (AOAC, 2006). Uma porção de 8 mL do extrato aquoso foi homogeneizada e congelada com 2 mL de de ácido metafosfórico a 25% (g:vol) para determinação dos ácidos graxos voláteis (ácido acetico, butírico e propionato) e ácido láctico por meio de cromatografia gasosa com detector FID (Shimadzu GC-17A, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) e coluna capilar Nukol™ (nº24107 Supelco, Sigma-Aldrich Brasil Ltda, São Paulo, Brasil). A densidade da massa ensilada (g/cm³) foi determinada pela relação existente entre o peso líquido das silagens (g) e volume interno (cm³) dos silos experimentais. As perdas por gases foram estimadas pela equação 1. (JOBIM *et al.*, 2007)

$$PG = \frac{[(PCfe-PV) \times MSfe] - [(PCab-PV) \times MSab]}{(PCfe-PV) \times MSfe} \times 1000 \quad \text{Equação 1}$$

Em que, PG é a porcentagem de perda de matéria seca na forma de gases; PCfe é o peso do silo cheio no fechamento; PV é o peso do silo vazio; MSfe é o conteúdo de matéria seca da forragem fresca; PCab é o peso do silo cheio na abertura; MSab é o conteúdo de matéria seca da silagem.

A outra parte das amostras das silagens (500 g) e as amostras das forragens frescas (500 g) (descongeladas a temperatura ambiente) foram pré-secas (em duplicata) em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas (TE-394/2; TECNAL Equipamentos de Laboratório Ltda, Piracicaba, Brasil). As amostras pré-secas foram moídas em moinho Wiley (Thomas, Philadelphia, PA) para passar em peneiras de 1mm e analisadas segundo os métodos da AOAC (2006) para matéria seca-MS (ID 967.03), cinzas (ID 942.05) e proteína bruta- PB e nitrogênio total-NT kjeldahl (ID 984.13). A fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (ID 948.13; AOAC, 2006) e lignina detergente ácido

(LDA) (ID 948.13; AOAC, 2006) foram determinadas segundo o método sequencial de Van Soest *et al.* (1991), sem a utilização de α -amilase e sulfito de sódio. O NDF e FDA foram expressos incluindo as cinzas residuais. Utilizou-se sacos de tecido não tecido (TNT 100), com dimensões de 4x4 cm, e o aparelho ANKOM200 *Fiber Analyzer* (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para as análises de FDN e FDA, e o equipamento *Daisy^{II} Incubator* (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para LDA. Os açúcares solúveis em álcool das plantas e silagens foram determinados segundo Bailey (1967). Os valores de proteína (N x 6,25) insolúvel em detergente ácido (PIDA) das plantas frescas e suas silagens completas foram determinados de acordo com (VAN SOEST *et al.*, 1991) e expressados como % da fração de Proteína Bruta (%PIDA_{PB}).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo Holden *et al.* (1999) utilizando 0,25 g amostra em saquinhos ANKOM F57 e incubados no simulador de rúmen *DaisyII Incubator* (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY). Quatro vacas holandesas em lactação (20 kg/dia, 550 kg peso vivo) e fistuladas, mantidas na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa pertencente à Escola de Veterinária da UFMG, foram utilizadas como doadoras de líquido ruminal. Esses animais receberam dieta a base de silagem de milho à vontade + 2 kg de feno de capim-tifton 85 e 6 kg de concentrado comercial por dia (20% de PB). Um dia antes da coleta dos líquidos ruminais a qualidade deste foi avaliada quanto ao pH (6,2-7,2), tempo de redução do azul de metileno a 0,03% (3 a 6 minutos) e tempo de sedimentação e flutuação (4 a 8 minutos), segundo Radostitis *et al.* (2002). Os líquidos ruminais foram retirados pela manhã antes da alimentação do animal e armazenados em garrafas térmicas previamente aquecidas. No laboratório, os líquidos ruminais dos quatro animais foram filtrados individualmente sob injeção contínua de CO₂ e amostrados para reavaliação como descrito anteriormente. Proporções iguais de cada animal foram misturadas para a formação de um pool de líquido ruminal (inoculo) que foi mantido em banho-maria a 39 °C por no máximo 10 minutos até a incubação das amostras no simulador de rúmen. O valor do pH da mistura, saliva artificial e líquido ruminal, foi de 6,3 no momento da inoculação.

Análises Estatísticas

Para a avaliação do efeito da idade de corte foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, num arranjo fatorial 5x2 (5 idades de corte x 2 materiais: forragem fresca e sua respectiva silagem), com quatro repetições por idade (canteiros) para as variáveis analisadas tanto na forragem fresca quanto na silagem. Descrito pelo modelo estatístico:

$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + A_k + (T*A)_{ik} + \alpha_{ijk}$; em que, Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito variável da idade de corte; β_j = efeito fixo do bloco; A_k = efeito do material; ϵ_{ij} = erro aleatório A; $\epsilon_{ij} \cong N(0, 1)$; $(T*A)_{ik}$ = efeito da interação entre idade x material; α_{ijk} = erro aleatório B; $\alpha_{ijk} \cong N(0, 1)$.

Já para as variáveis analisadas apenas nas silagens (pH, nitrogênio amoniacal, ácidos graxos voláteis e ácido láctico) foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições (canteiros) por idade de corte (27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, tratamento). Descrito pelo modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$; em que, Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito variável da idade de corte; β_j = efeito fixo do bloco; ϵ_{ij} = erro aleatório; $\epsilon_{ij} \cong N(0, 1)$.

Todos os dados foram analisados quanto homocedasticidade e heterocedasticidade das respostas pelos testes de Bartlett e Lilliefors; e a normalidade pelo procedimento de análise univariada pelo SAS (*Statistical Analysis System*, versão 8.2). Os dados foram submetidos à análise de variância e correlação de Pearson. A comparação entre a forragem fresca e sua respectiva silagem (natureza qualitativa) foi analisada por teste de média pelo teste SNK ($\alpha = 0,05$). O efeito da idade de corte (natureza quantitativa) foi analisado por análise de regressão. A significância da regressão e da falta de ajustamento foi testada pelo teste F ($\alpha = 0,05$) e os coeficientes de regressão testados pelo teste T ($\alpha = 0,05$) (SAS, versão 8.2). Foram avaliados os modelos que melhor se ajustavam segundo a análise gráfica da resposta, análise gráfica dos resíduos e coeficiente de determinação.

4.3. Resultados e Discussão

4.3.1. Composição bromatológica

Matéria seca (MS)

O processo de ensilagem não alterou ($p < 0,05$) os valores de MS da forrageira, exceto nos extremos de idade de corte e ensilagem (27 e 90 dias) (Tabela 1). As reduções ($P < 0,05$) na MS com a ensilagem ocorrem por fermentação dos substratos (carboidratos solúveis e proteínas) pelas bactérias presentes nas silagens com produção de gases ou por perdas de efluentes, sendo mais intensas quanto pior a qualidade fermentativa da silagem (McDONALD, 1991). Castro (2008) e Jayme (2004) também observaram reduções nos conteúdos de MS nos extremos das idades de corte avaliadas para produção de silagem do capim-tanzânia (42 e 107 dias) e capim-marandu (28 e 112 dias), respectivamente.

O aumento na idade de corte resultou em acréscimos lineares ($P < 0,05$) nos conteúdos de matéria seca das silagens (Tabela 1), reflexo dos aumentos quadráticos observados para a forragem fresca (Figura 4, capítulo 2) principalmente associados aos aumentos nas proporções de colmo na planta (Figura 2, capítulo 2) e a elevação do conteúdo de MS nesta fração com o avanço da idade, conforme apresentado no capítulo 2. O aumento nos conteúdos de MS em silagens de capins com o avanço na idade de corte também foram relatados por Camargo (2006), Castro (2008), Jayme *et al.* (2009), Ribeiro Jr (2009) e Lobato (2010) para o capim-xaraes, capim-tanzânia, capim-marandu, capim-andropogon e a braquiária decumbens, respectivamente.

Tabela 1. Matéria seca (g/kg) na forragem fresca e na silagem para capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Matéria seca (g/kg)	
	Fresca	Silagem
27	225,90 a	195,02 b
45	258,77 a	245,45 a
56	218,49 a	220,84 a
74	319,74 a	315,90 a
90	478,52 a	303,86 b
Equação ¹	$\hat{Y} = 136,91 - 1,871**x + 0,011**x^2$, $R^2 = 0,991$, $P = 0,013$	$\hat{Y} = 144,03 + 1,943*x$, $r^2 = 0,701$, $P = 0,032$

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK ($P < 0,05$). * **Significativo $P < 0,05$ e $P < 0,01$ pelo teste T. Coeficiente de variação (CV) = 6,35%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Vale ressaltar a pouca disponibilidade de dados na literatura avaliando a qualidade de silagens de capim-tifton 85, sendo a informação existente restrita aos efeitos do uso de aditivos ou práticas de emurchecimento. Segundo Quaresma *et al.* (2010) capim-tifton 85 ensilado aos 50 dias (sem pré-emurchecimento) apresentou semelhantes ($P < 0,05$) valores de MS entre as forragem fresca e sua silagem (333,1 g/kg vs. 315,5 g/kg), concordando com os resultados deste estudo.

O conteúdo de MS é considerado como o fator de maior importância no processo de fermentação, uma vez que a ensilagem de materiais com excessiva umidade, não é desejável, pois requerem níveis excessivamente altos de carboidratos solúveis para garantir rápida queda nos valores de pH a fim de inibir a atividade clostridiana e a degradação proteica. Além disso, silagens com alta umidade podem limitar o consumo voluntário de MS e o desempenho animal (FORBES, 1995). Segundo McDonald (1991) valores de MS superiores a 250 g/kg e inferiores a 450 g/kg na planta a ser ensilada podem permitir boa

conservação da forragem. Neste estudo, o capim-tifton 85 nas idades de 45 e 74 dias apresentaram valores de MS dentro da faixa recomendada por esse autor.

Proteína bruta

Os valores de proteína bruta (PB) não diferiram ($P > 0,05$) entre a forragem fresca e a silagem independente da idade de corte do capim-tifton 85 (Tabela 2), corroborando os resultados da literatura (JAYME, 2004; RIBEIRO JR, 2009; LOBATO, 2010; FARIA JR *et al.*, 2011). Entretanto, há importante alteração nas frações que compõem a proteína bruta com o processo de ensilagem, uma vez que a proteólise relacionada à atividade das enzimas vegetais e de microrganismos do gênero *Clostridium* spp e *Enterobacteriaceae* spp promovem solubilização de boa parte da proteína em peptídeos e nitrogênio amoniacal (McDONALD *et al.*, 1991).

Tabela 2. Valores de proteína bruta (g/kg MS) e proteína insolúvel em detergente ácido (%PB) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Proteína bruta (g/kg MS)		Proteína insolúvel em detergente ácido (%) ²	
	Fresca	Silagem	Fresca	Silagem
27	161,09 a	138,78 a	9,98 a	6,13 b
45	142,68 a	150,52 a	6,23 a	6,17 a
56	122,57 a	122,57 a	7,26 a	6,33 b
74	103,23 a	105,32 a	7,99 a	7,36 a
90	85,94 a	89,89 a	8,71 a	6,95 b
Equação	$\hat{Y} = 194,21 - 1,217^{**}x$ ¹ ; $r^2 = 0,994$; $P = 0,001$	$\hat{Y} = 176,60 - 0,920^{**}x$, $r^2 = 0,701$, $P = 0,023$	$\hat{Y} = 8,04$ $P = 0,2840$	$\hat{Y} = 6,59$ $P = 0,253$

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK ($P < 0,05$). * **Significativo $P < 0,05$ e $P < 0,01$ pelo teste T. Coeficiente de variação (CV) = 4,10%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias. ²% de proteína insolúvel em detergente ácido em relação a proteína bruta.

Já o avanço no estágio de maturação do capim-tifton 85 reduziu ($P < 0,05$) os valores de PB na forragem fresca e nas silagens de forma linear (Tabela 2) na ordem de 38%. Acredita-se que a redução ($P < 0,05$) na relação F/C de 0,7 para 0,4 entre 27 e 90 dias de idade possa ter sido o principal fator responsável por essa resposta, concordando com os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2000) e Ribeiro e Pereira (2010) para o capim-tifton 85 com o avanço da idade. A intensidade do declínio da PB depende da qualidade da forrageira, das características climáticas e dos intervalos de corte avaliados. Por outro lado, Castro (2008) não observou diferenças nos conteúdos de PB das silagens de capim-tanzânia colhidos entre 42 e 107 dias.

Coan *et al.* (2005) e Quaresma *et al.* (2010) encontraram valores de PB de 85,0 g/kg MS e 84,4 g/kg MS para silagens de capim-tifton 85 ensilado aos 40 e 50 dias de crescimento vegetativo, respectivamente. Neste estudo, a PB das silagens de capim-tifton 85 foram consideravelmente superiores aos relatados por esses autores para idades próximas e foram sempre superiores a 70 g/kg MS, os quais são suficientes para manter a atividade ruminal em ruminantes adultos em manutenção (CHURCH, 1988). Já Evangelista *et al.* (2000) estudando a qualidade da silagem de capim-estrela encontraram valores médios de PB de 136,0 g/kg MS aos 45 dias de rebrota, corrobora os resultados deste estudo.

Os teores de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA_{PB}) reduziram ($P < 0,05$) com a ensilagem nas idades de 27, 56 e 90 dias de rebrota e não diferiram nas idades de 45 e 90 dias. A redução nos valores de PIDA_{PB} contraria os resultados de Senger *et al.* (2005), os quais encontraram acréscimos nos valores de PIDA_{PB} com a ensilagem do milho, sendo mais intenso quanto maior o teor de umidade das silagens. Os valores observados neste estudo foram superiores a variação observada por Castro (2008) para silagens de capim-tanzânia entre 42 e 107 dias de rebrota (3,90 a 5,57% PIDA_{PB}). Esse autor também observou pequena redução nos valores de PIDA_{PB} com a ensilagem, mas ao contrário deste estudo relatou aumentos nos valores com o avanço da maturidade da planta.

Fibra em detergente neutro

Os conteúdos de fibra detergente neutro (FDN) do capim-tifton 85 na forragem fresca diferiram ($P < 0,05$) da silagem nas idades de 27 e 90 dias de rebrota, sem diferença ($P > 0,05$) para as outras idades (Tabela 3). A ensilagem do capim-tifton 85 aos 27 dias resultou em menores ($p < 0,05$) conteúdos de FDN na silagem, concordando com os resultados obtidos por Jayme (2004) para silagens de capim-marandu confeccionadas aos 28 dias de idade.

O avanço na idade de corte não alterou ($P > 0,05$) os valores de FDN da forragem fresca, que apresentou valor médio de 734,50 g/kg MS (Tabela 3). Entretanto, nas silagens observaram-se acréscimos significativos ($P < 0,05$), embora modestos, nas concentrações de FDN com o avanço da idade, em decorrência das alterações nos conteúdos de FDN na primeira e última idade de ensilagem. Os valores de FDN encontrados por Coan *et al.* (2005) e Quaresma *et al.* (2010) para silagens de capim-tifton 85 foram semelhantes (728,0 g/kg MS aos 40 dias de rebrota) e superiores (794,5 g/kg MS aos 50 dias de rebrota) aos observados neste estudo para idades similares.

Tabela 3. Valores de fibra em detergente neutro (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Fibra em detergente neutro (g/kg MS)	
	Fresca	Silagem
27	707,09 a	679,08 b
45	721,99 a	726,43 a
56	745,6 a	731,91 a
74	764,8 a	751,09 a
90	732,95 b	770,10 a
Equação ¹	$\hat{Y} = 734,50 ; P = 0,145$	$\hat{Y} = 352,65 + 1,367^{**}x, r^2 = 0,924, P = 0,048$

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK ($P < 0,05$). * **Significativo $P < 0,05$ e $P < 0,01$ pelo teste T. Coeficiente de variação (CV) = 2,22%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Embora os valores de FDN encontrados nas silagens de capim-tifton 85 sejam elevados, esses se encontram dentro da média normalmente encontrada para gramíneas tropicais e o acréscimo nos valores de FDN com o avanço da idade é condizente com os dados da literatura. Ribeiro Jr (2009) avaliou silagens de capim-andropogon entre 56 e 140 dias de rebrota e observou aumento nos valores de FDN de 768,0 para 808,4 g/kg MS. Já Lobato (2010) para silagens de braquiaria decumbens produzidas entre 56 e 140 dias de idade encontrou valores de 726,9 a 755,3 g/kg MS. Os conteúdos de FDN nas silagens de capim-tifton 85 apresentaram altas correlações com as proporções de colmos na planta ($r = 0,95$) e com os conteúdos de FDN nos colmos ($r = 0,86$) ao longo do ciclo estudado.

Fibra detergente ácido

Os conteúdos de fibra em detergente ácido (FDA) encontrados nas forragens frescas foram inferiores aos valores encontrados nas respectivas silagens para todas as idades, exceto aos 45 dias (Tabela 4). Segundo McDonald *et al.* (1991) o aumento nos valores de constituintes da parede celular podem ocorrer com a ensilagem como efeito de concentração, em razão do consumo de nutrientes com produção de gases ou perdas por efluentes. Provavelmente neste estudo devem ter ocorrido perdas gasosas já que foi utilizado minissilos desprovidos de drenos, sem a perda de efluentes.

Os resultados encontrados neste estudo corroboram os obtidos por Jayme (2004) que verificou aumentos nos conteúdos de FDA com a ensilagem de capim-marandu em diferentes idades de corte. Entretanto discordam dos resultados de Lobato (2010) e Ribeiro Jr (2009) que não observaram diferença nos conteúdos de FDA entre a forragem fresca e sua silagem para a braquiária decumbens e capim-andropogon, respectivamente.

Evangelista *et al.*(2000) e Quaresma *et al.*(2010) encontraram valores de FDA de 384 e 457 g/kg MS, respectivamente, para silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 40 e 50 dias de rebrota, sendo superiores aos valores observados neste estudo. Por outro lado, valores próximos aos observados neste estudo foram encontrados por Coan *et al.* (2005) para silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 40 dias de idade (367 g/kg MS) e Castro *et al.* (2010) para silagens de capim-tanzânia produzidas entre 42 e 107 dias de idade (354,1 a 402,5 g/kg MS).

Tabela 4. Valores de fibra detergente ácido (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Fibra em detergente ácido (g/kg MS)	
	Fresca	Silagem
27	331,34 b	360,56 a
45	353,13 a	362,80 a
56	365,30 b	380,62 a
74	371,69 b	390,98 a
90	362,18 b	404,70 a
Equação ¹	$\hat{Y} = 268,58 + 2,817^{**}x - 0,019^{**}x^2; R^2 = 0,971;$ P=0,013	$\hat{Y} = 336,01 + 0,763^{**}x; r^2 = 0,931, P = 0,023$

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK (P<0,05). * **Significativo P<0,05 e P<0,01 pelo teste T. Coeficiente de variação (CV)= 2,52%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Os acréscimos lineares (P<0,05) nos conteúdos de FDA na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 com o avanço da idade da planta (Tabela 4) estão de acordo com os relatos da literatura para gramíneas tropicais, pois há intensificação na deposição de carboidratos estruturais, particularmente de celulose na parede secundária (JUNG & DEETZ, 1993). Jayme *et al.* (2009) encontraram aumentos nos valores de FDA de 345,7 a 411,4 g/kg MS para silagens de capim-marandu entre 28 a 112 dias de rebrota. Segundo Nussio *et al.* (1998) silagens de capins com valores de FDA em torno de 300g/kg MS são consumidas em alto nível enquanto aquelas com valores superiores a 400 g/kg MS apresentam limitação de consumo e são ingeridas em baixos níveis.

Hemiceluloses

O processo de ensilagem do capim-tifton 85 nas idades de 27, 56 e 74 dias reduziu (P<0,05) os conteúdos de hemiceluloses em 15%, 8% e 8%, respectivamente, sem diferença nas idades de 45 e 90 dias (Tabela 5), justificando a redução (P<0,05) nos conteúdos de FDN nas silagens aos 27 dias (Tabela 3). Provavelmente estas hemiceluloses

foram utilizadas como substrato adicional para o crescimento microbiano dentro do silo. De acordo com Henderson (1993), as hemiceluloses podem sofrer reduções de até 40% em seus conteúdos em processos fermentativos de baixa qualidade e em materiais de baixo conteúdo de carboidratos solúveis como nas gramíneas tropicais. Segundo Reis e Jobim (2001), a utilização das hemiceluloses durante a fermentação é controlada principalmente pelos teores de carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação.

Tabela 5. Valores de hemiceluloses (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Hemiceluloses (g/kg MS)	
	Fresca	Silagem
27	376,55 a	318,51 b
45	368,86 a	363,62 a
56	380,30 a	351,29 b
74	393,11 a	360,11 b
90	370,77 a	365,39 a
Equação ¹	$\hat{Y}=377,90$ P=0,334	$\hat{Y}=351,79$, P=0,367

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK (P<0,05). * **Significativo P<0,05 e P<0,01 pelo teste T. Coeficiente de variação (CV)= 2,76%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Os conteúdos de hemiceluloses mantiveram-se estáveis (P>0,05) na forragem fresca (377,90 g/kg MS) e na silagem (351,79 g/kg MS) com o avanço da idade de corte, concordando com os resultados obtidos por Ribeiro Jr (2009) para silagens de capim-andropogon (309,0 g/kg MS) produzidas entre 56 e 112 dias de rebrota. Por outro lado, Jayme *et al.* (2009) observaram aumentos progressivos (258,0 a 345,8 g/kg MS) nos valores de hemiceluloses nas silagens de capim-marandu entre as idades de 28 e 112 dias. Segundo Chesson e Forberg (1997), as hemiceluloses apresentam pouca alteração no conteúdo total da planta com o avanço da maturidade da planta, mas podem sofrer considerável alteração na composição e nas interações com a lignina. Coan *et al.* (2005) encontraram valores médios de hemiceluloses em silagens de capim-tifton 85 produzido aos 40 dias de crescimento vegetativo de 371,0 g/kg MS, sendo superior ao encontrado neste estudo.

Celulose

As diferenças nos conteúdos de celulose entre as forragens frescas e as silagens ocorreram para as idades de 27, 74 e 90 dias e justificam os aumentos os conteúdos de FDA nas silagens nessas idades (Tabela 6). Como discutido para a FDA esse aumento corresponde

ao efeito de concentração dos substratos. Segundo McDonald *et al.* (1991), a celulose praticamente não se modifica durante a ensilagem, a não ser quando há extensa degradação fúngica. Com o avanço do estágio de maturação houve acréscimos ($P < 0,05$) nos conteúdos de celulose descrevendo comportamentos quadráticos e lineares, respectivamente, para a forragem fresca e silagem. Tal comportamento é condizente com a expansão da parede celular secundária da planta, principalmente nas frações de colmos (WILSON & HATFIELD, 1997). Mari (2003) avaliando silagens de capim-marandu produzidas aos 30, 60 e 90 dias de rebrota encontrou valores de celulose de 297,0; 356,0 e 395,0 g/kg MS, respectivamente. Já Lobato (2010) observou redução nos valores de celulose com a ensilagem da braquiária decumbens, mas não houve efeito significativo da idade de corte (56 a 112 dias de idade) nos valores médios de celulose da silagem (365,4 g/kg MS).

Tabela 6. Valores de celulose (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Celulose (g/kg MS)	
	Fresca	Silagem
27	287,76 b	317,24 a
45	312,05 a	319,94 a
56	324,72 a	337,24 a
74	318,84 b	336,00 a
90	312,02 b	352,83 a
Equação ¹	$\hat{Y} = 222,32 + 3,054 * x - 0,023 * x^2$, $R^2 = 0,926$ P=0,035	$\hat{Y} = 299,72 + 0,577 * x$, $R^2 = 0,894$; P=0,041

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK ($P < 0,05$). * **Significativo $P < 0,05$ e $P < 0,01$ pelo teste T. Coeficiente de variação (CV)= 3,16%. 1x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Lignina em detergente ácido

Os valores de lignina foram semelhantes entre a forragem fresca (45,68 g/kg MS) e as silagens (47,28 g/kg MS) e não diferiram entre as idades de corte (Tabela 7). As ligninas são compostos indigestíveis e, portanto estáveis no silo. Esses resultados concordam com o estudo de Ribeiro Jr (2009) que não observou efeito da idade ou da ensilagem nos valores de lignina para o capim-andropogon colhido entre 56 e 112 dias de rebrota, encontrando valores médios de superiores aos obtidos neste estudo para o capim-tifton 85 (66,2 vs. 46,5 g/kg MS).

Por outro lado, Jayme (2004) e Lobato (2010) observaram aumentos na lignina para silagens de capim-marandu (35,0 a 64,7 g/kg MS entre 28 a 112 dias) e silagens de

braquiária decumbens (49,7 para 68,8 g/kg MS entre 56 e 140 dias) com o avanço da idade de rebrota. Os valores encontrados neste estudo estão na faixa de variação encontrada por esses autores citados. Valores superiores de lignina foram observados por Coan (2005b) para silagens de capim-mombaça e capim-tanzânia com efeito significativo da idade de corte (7,3 e 7,9 aos 45 e 60 dias). Em razão das diferenças nos valores de lignina decorrentes dos métodos de análise (Sequencial ou Klason), priorizaram-se trabalhos com determinação de lignina sequencial semelhante ao método empregado neste estudo.

Tabela 7. Valores de lignina (g/kg MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Lignina (g/kg MS)	
	Fresca	Silagem
27	43,58 a	43,32 a
45	41,08 a	42,86 a
56	40,58 a	43,38 a
74	52,85 a	54,99 a
90	50,15 a	51,87 a
Equação ¹	$\hat{Y} = 45,68$ $P = 0,235$	$\hat{Y} = 47,28$ $P = 0,259$

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK ($P < 0,05$). * **Significativo $P < 0,05$ e $P < 0,01$ pelo teste T. Coeficiente de variação (CV) = 6,82%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Digestibilidade in vitro da matéria seca

Os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) diferiram entre a forragem fresca e suas respectivas silagens, exceto para a idade de 74 dias (Tabela 8). A redução ($P < 0,05$) nos valores de DIVMS com o processo de ensilagem foi em média de 2,59%. Entretanto Jayme (2004), Castro (2008), Ribeiro Jr (2009) e Lobato (2010) não relataram efeito ($P > 0,05$) do processo de ensilagem nos valores de DIVMS do capim-marandu, capim-tanzânia, capim-andropogon e braquiária decumbens, respectivamente.

Por outro lado, as reduções lineares ($P < 0,05$) na DIVMS observadas para as forragens frescas e as silagens de capim-tifton 85 (Tabela 8) estão em consonância com a maior parte da literatura que avalia os efeitos do estágio de maturação nas gramíneas tropicais. Mandebvu *et al.* (1999) avaliaram as silagens do capim-tifton 85 produzidas aos 21 e 42 dias de rebrota, com ou sem aditivos (microbianos ou enzimáticos), e observaram reduções ($P < 0,05$) da DIVMS de 0,617 para 0,569 g/g MS entre esse período. Já Coan *et al.* (2005a) encontraram valores de DIVMS de 0,320 g/g MS para silagem de capim-tifton 85 ensilado

aos 40 dias de idade, os quais foram consideravelmente inferiores aos obtidos neste estudo para idades similares.

Tabela 8. Valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (g/g MS) na forragem fresca e na silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (g/g MS)	
	Fresca	Silagem
27	0,6907 a	0,6783 b
45	0,6442 a	0,6276 b
56	0,6074 a	0,5767 b
74	0,5459 a	0,5585 a
90	0,5367 a	0,5178 b
Equação ¹	$\hat{Y}=0,7575-0,0026^{**}x$; $r^2 = 0,951$ P=0,015	$\hat{Y}= 0,7385 - 0,0025^{**}x$; $r^2 = 0,964$ P=0,013

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK (P<0,05). * **Significativo P<0,05 e P<0,01 pelo teste T. Coeficiente de variação (CV)= 2,10%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Jayme *et al.* (2009) observaram reduções nos coeficientes de DIVMS das silagens de capim-marandu com o avanço da idade de corte da planta, com valores 0,674; 0,614; 0,603 e 0,574 g/g MS nas idades de 28, 56, 84 e 112 dias, respectivamente. Os valores obtidos por esses autores até a idade de 56 dias foram muito próximos aos encontrados neste estudo, com melhor DIVMS para o capim-marandu nas idades mais avançadas.

Neste estudo a redução na DIVMS coincide com a elevação nos conteúdos de FDN ($r = -0,968$), FDA ($r = -0,962$) e lignina ($r = -0,759$) e redução dos teores de PB ($r = 0,854$). Lobato (2010) também encontrou correlações negativas entre DIVMS e os conteúdos de FDN ($r = -0,84$), FDA ($r = -0,690$), Lignina ($r = -0,810$) e PB ($r = 0,820$) para silagens de braquiária decumbens entre 56 e 140 dias. Assim, pode-se inferir que mesmo não havendo diferença significativa (P>0,05) nos teores de lignina das silagens entre as idades (Tabela 7), possíveis alterações na composição da lignina ou a alteração na intensidade de associação (tipos de ligação) desta com as hemiceluloses podem estar atuando na redução da digestibilidade (JUNG & ALLEN, 1995).

Carboidratos solúveis

Os conteúdos de carboidratos solúveis foram sempre inferiores para as silagens comparados às forragens frescas nas idades avaliadas (Tabela 9). Os carboidratos solúveis são a principal fonte de energia para o crescimento de bactérias ácido lácticas no início da fermentação, o que é condição imprescindível para promover o abaixamento do pH e a conservação da forragem ensilada. Wilkinson (1983) sugerem valores de carboidratos

solúveis de 60 a 80 g/kg MS para garantir rápida produção de ácido lático e queda no pH, fatores necessários para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis. Esses valores são consideravelmente superiores aos observados neste estudo para a forragem fresca independente da idade de corte. Entretanto, McDonald (1991) ressalva que a queda do pH não depende exclusivamente dos valores de carboidratos solúveis, mas também dos teores de MS, poder tampão da forragem, microflora epifítica da forragem, dentre outros fatores.

Tabela 9. Valores de carboidratos solúveis (g/kg MS) da forragem fresca e silagem do capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Idade	Carboidratos solúveis (g/kg MS)	
	Fresca	Silagem
27	12,48 a	4,91 b
45	18,99 a	4,78 b
56	20,29 a	4,11 b
74	24,82 a	4,66 b
90	24,67 a	5,04 b
Equação	$\hat{Y} = -0,312 + 0,556 * x - 0,003 * x^2$ $r^2 = 0,961$; $P = 0,047$	$\hat{Y} = 4,7$; $P = 0,340$;

Letras distintas na linha para a mesma idade indicam diferença significativa pelo teste SNK ($P < 0,05$). * **Significativo $P < 0,05$ e $P < 0,01$ pelo teste T. Coeficiente de variação (CV) = 24,04%. ¹x é a idade do capim-tifton 85 em dias.

Acréscimos nos conteúdos de carboidratos para a forragem fresca com o avanço da idade também foram reportados por Ribeiro Jr (2009) no capim-andropogon entre 56 e 112 dias (12,8 a 35,1 g/kg MS) e Lobato (2010) na braquiária decumbens entre 56 e 140 dias (17,1 a 25,5 g/kg MS). Já Castro (2008) não relatou diferença nas concentrações de carboidratos solúveis (9,0 g/kg MS) para o capim-tanzânia entre 42 a 107 dias de rebrota. Os conteúdos de carboidratos solúveis encontrados neste estudo foram superiores aos encontrados por esse último autor, mas inferiores aqueles relatados por Lobato (2008) e Ribeiro Jr (2009) citados anteriormente. Os baixos valores encontrados corroboram com a afirmativa de Nussio (2004) sobre a limitação imposta pelos baixos teores de carboidratos solúveis nas gramíneas tropicais para garantir rápida queda no pH das silagens e limitar fermentações indesejáveis.

4.3.2. Parâmetros fermentativos

Houve efeito do estágio de maturação ($P > 0,05$) nos valores de pH das silagens do capim-tifton 85. Observou-se um comportamento cúbico (Figura 1) com os menores valores ocorrendo entre 45 e 56 dias de rebrota, os quais foram de 4,91 e 4,79, respectivamente.

Esses valores foram similares a faixa de variação de pH (5,45 a 4,87) observada por Jayme *et al.* (2009) para silagens de capim-marandu colhidas entre 28 e 112 dias de rebrota, mas foram superiores a faixa de variação de 3,8 a 4,2 recomendada para silagens bem conservadas (McDONALD *et al.*, 1991). Neste estudo, as silagens produzidas com 27 dias de rebrota apresentaram elevado pH (6,21) e indícios de fermentações indesejáveis em razão dos elevados conteúdos de nitrogênio amoniacal (191,3 g/kg NT)(Figura 1), ácido butírico (17,2 g/kg MS) e ácido acético (46,8 g/kg MS) (Figura 2).

Sabe-se que pequenas variações de pH podem alterar a população microbiana predominante na silagem e conseqüentemente a qualidade do processo fermentativo, mas esse parâmetro deve ser avaliado em conjunto com os teores de MS, conteúdos de nitrogênio amoniacal e ácidos orgânicos (WOOLFORD, 1984). Segundo McDonald *et al.* (1991) silagens com alta umidade necessitam de menores valores de pH para restringir o crescimento de microrganismos indesejáveis como enterobactérias e clostrídeos (McDONALD *et al.*, 1991).

$$\blacktriangle \hat{Y}_{\text{pH}} = 13,5676 - 0,4321***x + 0,0062***x^2 - 0,00003***x^3 \quad (R^2 = 0,964; \text{CV} = 2,04\%; P = 0,001)$$

$$\blacksquare \hat{Y}_{\text{NH}_3/\text{NT}} = 1051,6329 - 50,7594***x + 0,8077***x^2 - 0,003985***x^3 \quad (R^2 = 0,992; \text{CV} = 5,48\%; P = 0,001)$$

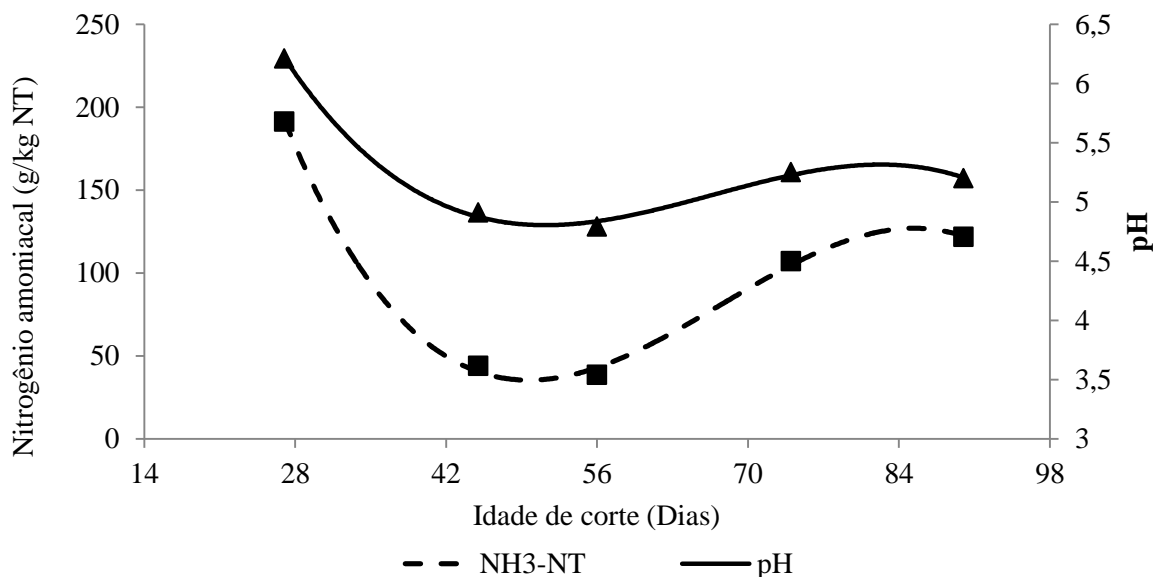


Figura 1. Conteúdos de nitrogênio amoniacal (NH₃-NT, ■) e pH (▲) das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. ***Significativo P<0,001 pelo teste T.

Os conteúdos de nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) das silagens demonstraram comportamento cúbico ao longo das idades de corte com maiores valores aos 27 dias e os menores valores observados entre 45 e 56 dias, os quais coincidiram com os valores

inferiores de pH e superiores de ácido láctico (Figura 2). As silagens produzidas aos 45 e 56 dias receberam pontuação máxima neste quesito, segundo a classificação proposta por Tomich *et al.* (2003) e foram inferiores aos valores descritos por Quaresma *et al.* (2010) para silagem de capim-tifton 85 colhido aos 50 dias (94,3 g/kg NT). Já nas silagens produzidas entre 74 e 90 dias observaram-se elevações nos valores de NH₃-NT, mas estes se mantiveram em níveis aceitáveis (< 130 g/kg NT; TOMICH *et al.*, 2003) e podem estar associados a proteólise pela ação de enzimas da planta.

Jayme *et al.* (2009) também encontraram os maiores valores (P<0,05) de N-NH₃/NT (143,8 g/kg NT) para silagem de capim-marandu produzida aos 28 dias de rebrota em relação as outras idades (56, 84 e 112 dias) que não diferiram entre si (32,9; 59,4 e 36,4 g/kg NT). Como neste estudo, os autores associaram o maior valor de N-NH₃/NT ao menor conteúdo de MS do material (171,6 g/kg MS). Além disso, os baixos conteúdos de carboidratos solúveis na planta de capim-tifton 85 aos 27 dias (Tabela 9) podem ter intensificado a disputa por substrato limitado assim o crescimento de bactérias ácido lácticas uma vez que Coan *et al.* (2007) observaram pico de crescimento mais tardio comparado as enterobactérias e clostrídeos em silagens de capim-marandu e capim-tanzânia.

Houve diferença (P<0,05) entre os conteúdos de ácido acético entre as silagens avaliadas. Em razão do tipo de comportamento descrito pelo ácido acético utilizou-se um modelo mais complexo para representa-lo (Figura 2), visto que os mais simples não foram hábeis em representar o fenômeno estudado. Nas silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45, 74 e 90 dias de rebrota observou-se valores de ácido acético inferiores a 25 g/kg MS, tidos como ideais por Tomich *et al.* (2003). Esses menores valores de ácido acético coincidem com silagens que apresentaram valores de MS \geq 250 g/kg. Já as silagens produzidas aos 27 e 56 dias (MS<250 g/kg) apresentaram valores dentro da faixa intermediária de classificação.

A presença de ácido acético em grandes proporções está relacionada à ação prolongada de enterobactérias em razão da lenta queda nos valores de pH das silagens. Essas fermentações acarretam maiores perdas de matéria seca e energia (MUCK & BOLSEN, 1991) e possuem menor eficiência em promover o abaixamento de pH da silagem. Tal fenômeno parece justificar, neste estudo, os maiores valores de ácido acético nas silagens produzidas aos 27 dias de rebrota. No entanto, nas silagens produzidas aos 56 dias as produções de ácido acético coincidiram com maiores concentrações de lactato e podem ser proveniente de fermentações heteroláticas e não necessariamente indicam má conservação

da silagem (McDONALD *et al.*, 1991). Rodriguez *et al.* (1999) e Araújo *et al.* (2007) encontraram correlações positivas entre esses dois ácidos ($r = 0,79$ e $r = 0,63$ $p < 0,001$, respectivamente) em silagens de sorgo com boa qualidade fermentativa. Mandebvu *et al.* (1999) encontraram reduções nos valores de acético de 38,0 para 27,4 g/kg MS com o avanço da idade de ensilagem do capim-tifton 85 de 21 para 42 dias. Neste estudo, a ocorrência de chuva próxima à data de corte de 56 dias pode ter sido responsável pelo aumento da umidade da massa ensilada e consequentemente a elevação dos níveis de ácido acético nessa idade, desviando da tendência de redução (comportamento quadrático negativo) com o avanço da idade.

- $\hat{Y}_{\text{ACÉTICO}} = 1415,9517 - 112,1631***x + 3,1778***x^2 - 0,0379***x^3 + 0,00016***x^4$ ($R^2=0,924$; CV=16,07%; P=0,001)
- ◆ $\hat{Y}_{\text{PROPIÔNICO}} = 39,7946 - 1,3040***x + 0,01167***x^2$ ($R^2= 0,765$; CV=39,19%; P=0,001)
- $\hat{Y}_{\text{BUTÍRICO}} = 100,2606 - 4,8211***x + 0,0743***x^2 - 0,00036***x^3$ ($R^2= 0,964$; CV=31,73%; P=0,001)
- ▲ $\hat{Y}_{\text{LÁTICO}} = - 280,8893 + 16,8803**x - 0,2716*x^2 + 0,00135*x^3$ ($R^2= 0,5853$; CV=28,89%; P=0,001)

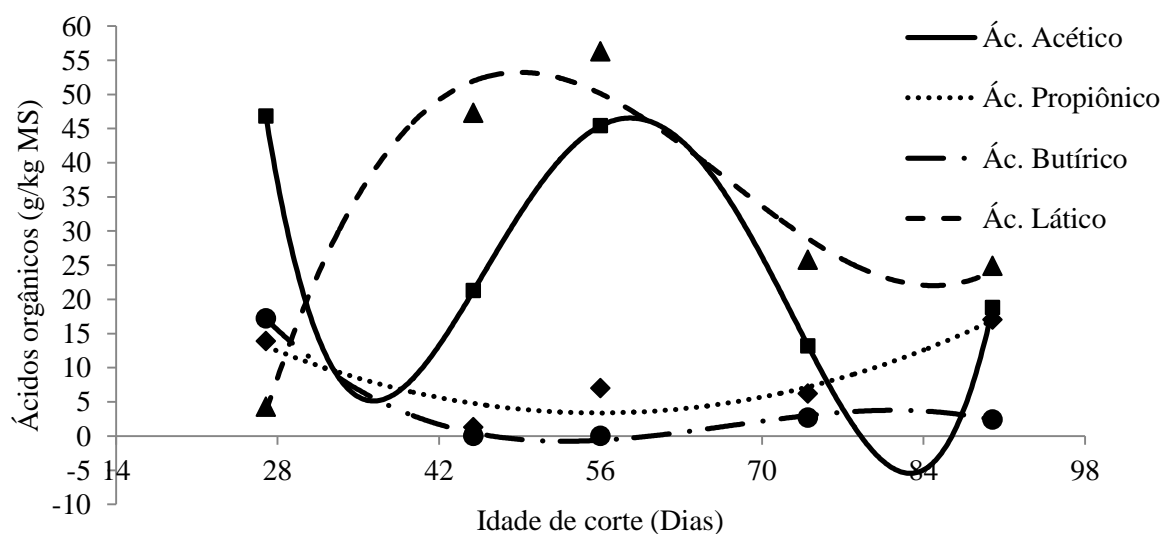


Figura 2. Conteúdos de ác. acético (■), ác. propiônico (◆), ác. butírico (▲) das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. ***Significativo $P < 0,001$ pelo teste T.

O ácido propiônico é produto de fermentações secundárias, promovida por bactérias ácido-propionicas e secundariamente pela ação de clostrídios, contribuindo de forma insignificante para o abaixamento do pH da silagem (McDONALD *et al.*, 1991). Portanto, Moisio e Heikonen (1994) indicam que sua presença deveria ser inferior a 10g/kg MS. Neste estudo, a participação do ácido propiônico no total de ácidos orgânicos das silagens foi pequena e descreveu comportamento quadrático negativo entre as idades avaliadas (Figura 2). As silagens de capim-tifton 85 obtidas nas idades de 27 e 90 dias apresentaram

níveis de ácido propiônico acima do limite desejável enquanto nas outras idades mantiveram-se abaixo. A presença de pequenas quantidades de ácido propiônico, na forma não ionizada, assim como o ácido acético auxiliam na manutenção da estabilidade aeróbica da silagem, pois, possuem ação antimicrobiana.

Os conteúdos de ácido butírico nas silagens de capim-tifton 85 apresentaram comportamento cúbico ao longo das idades de corte (Figura 2), sendo inferiores ($P < 0,05$) nas idades de 45 e 56 dias de rebrota. Como mencionado anteriormente à idade de 27 dias produziu níveis elevados de ácido butírico e foi penalizada na classificação de qualidade do perfil de fermentação, segundo Tomich *et al.* (2003). Andesogan *et al.* (2004) encontraram valores de 23 g/kg MS de ácido butírico em silagens de capim-tifton 85 ensilado com idade de 42 dias, sendo superiores aos valores observados neste estudo. O ácido butírico reflete a extensão da atividade clostridiana sobre a forragem ensilada e está relacionado a menores taxas de decaimento do pH e a valores finais de pH e de nitrogênio amoniacal mais elevados (FISHER & BURNS, 1987), como observado neste estudo para a idade de 27 dias. Já as silagens obtidas aos 45 e 56 apresentaram concentrações abaixo da capacidade de determinação pelo aparelho, podendo inferir que houve ausência de fermentação clostridiana nessas silagens. O conteúdo desse ácido pode ser considerado um dos principais indicadores das perdas de qualidade no processo fermentativo e é positivamente correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo da forragem (McDONALD *et al.*, 1991, TOMICH *et al.*, 2003).

Os valores de ácido láctico encontrados nas silagens de capim-tifton 85 descreveram comportamento cúbico e os maiores valores foram observados nas silagens produzidas aos 45 e 56 dias de rebrota, coincidindo com os menores valores ($P < 0,05$) de ácido butírico e propiônico (Figura 2). Os teores de ácido láctico encontrados neste estudo foram inferiores a faixa de variação de 60 a 80 g/kg MS recomendada por McDonald *et al.* (1991) para garantir valores de pH inferiores a 4,2, mas superiores aos valores encontrados na literatura para capins tropicais. Coan *et al.* (2005b) encontraram para silagens de capim-tanzânia e capim-mombaça entre 45 e 60 dias de rebrota valores de ácido láctico variando de 0,30 a 1,30 g/kg MS. Já Andesogan *et al.* (2004) e Schocken-Iturrino *et al.* (2005) observaram valores de 0,9 e 0,0 g/kg MS para silagem de capim-tifton 85 ensilado aos 42 e 40 dias, respectivamente. Neste estudo, a baixa concentração de ácido láctico (4,3 g/kg MS) na silagem produzida aos 27 dias justifica em parte o elevado valor de pH dessa silagem. Segundo Tomich *et al.* (2003) a quantidade de ácido láctico necessária para reduzir

rapidamente o pH e inibir fermentações indesejáveis altera-se com a capacidade de tamponamento da forrageira e com o conteúdo de umidade da silagem não permitindo avaliações isoladas.

Neste estudo a relação ácido acético:lático foi consideravelmente alta (10,88 g/g MS) na primeira idade resultando em predomínio de fermentação acética, mas reduziram para as idades mais avançadas mantendo-se entre 0,45 a 0,81 g/g, o que é considerado regular (MUCK & BOLSEN, 1991). Neste estudo, as características intrínsecas do capim-tifton 85 resultaram em perdas significativas ($P < 0,05$) de matéria seca total, principalmente aos 27 e 90 dias, as quais justificam a redução ($P < 0,05$) nos valores de MS dessas silagens. Essas perdas ocorreram por produção de gases apresentando efeito quadrático negativo ($P < 0,05$) em função do avanço da idade de ensilagem do capim-tifton 85 (Figura 3). A recuperação da matéria seca apresentou comportamento quadrático positivo, com maiores recuperações para silagens entre 45 e 74 dias, cuja média foi de 0,945 g/kg MS (Figura 3). A silagem produzida aos 90 dias de rebrota apresentou recuperação de MS de apenas 0,627 g/g MS, o que pode estar associado ao elevado teor de matéria seca da forragem fresca (478,52 g/kg; Tabela 1) e ao maior tamanho de partícula (observação visual), que dificultam a expulsão do ar e comprometem o padrão de fermentação favorecendo a produção de gases por leveduras e fungos (McDONALD *et al.*, 1991).

$$\begin{aligned} \blacklozenge \hat{Y}_{\text{PERDAS_MS}} &= 713,8426 - 23,2980***x + 0,2230***x^2; R^2: 0,900; P=0,001; CV=39,79\% \\ \blacktriangle \hat{Y}_{\text{DENSIDADE}} &= 297,23 + 8,4442x - 0,0687***x^2; R^2: 0,856; P=0,002; CV=4,55\% \\ \blacksquare \hat{Y}_{\text{RECUPERAÇÃO_MS}} &= 0,3432 + 0,0242***x - 0,00002***x^2; R^2: 0,885; P=0,001; CV=8,48\% \end{aligned}$$

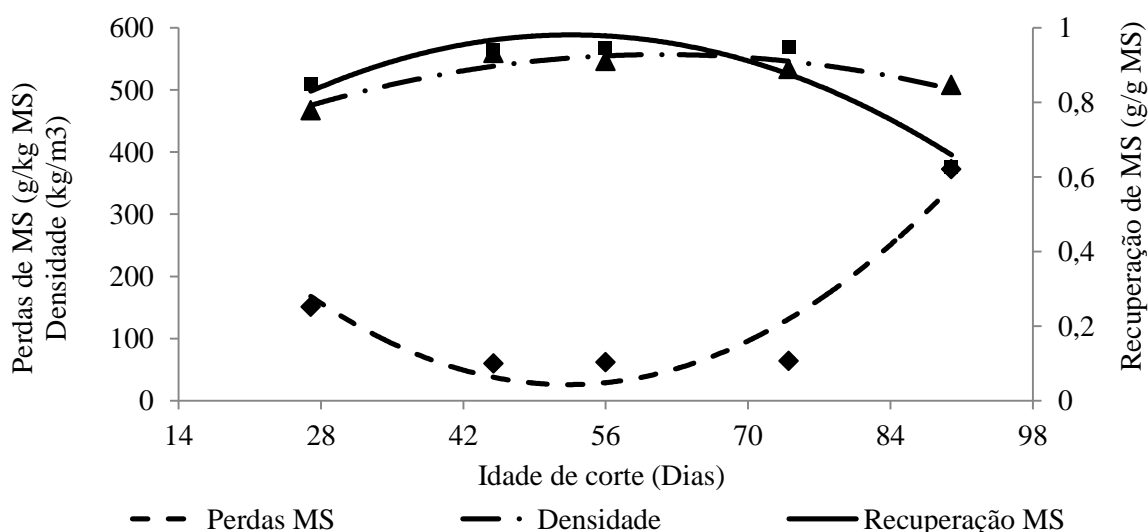


Figura 3. Perdas de matéria seca (◆, g/kg MS), Densidade (▲, kg/m³), recuperação de matéria seca (■, g/g MS) das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. ***Significativo $P < 0,001$ pelo teste T.

De fato, as densidades da matéria verde das silagens foram inferiores para as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 27 e 90 dias de rebrota, conforme observado pela equação de regressão quadrática positiva (Figura 3). Ribeiro *et al.* (2009) avaliaram as silagens de capim-marandu colhida aos 54 dias e observaram perdas de matéria seca, recuperação de matéria seca e densidade da silagem de 139 g/kg MS, 0,847 g/g MS e 471 kg/m³, respectivamente.

A análise dos parâmetros fermentativos das silagens de capim-tifton 85 (Tabela 10) sugere fermentação comprometida para a idade de 27 dias com predomínio de fermentações secundárias e comprometimento do valor nutricional da forragem. Já as idades entre 45 e 56 dias resultaram em boa conservação do material ensilado, enquanto as idades de 74 e 90 dias apresentaram qualidade regular, com considerável perda de matéria seca e certo grau de comprometimento do valor nutricional, segundo Tomich *et al.* (2003).

Tabela 10. Classificação do padrão de fermentação das silagens de capim-tifton 85 ensilado aos 28, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota

Idade	pH	N-NH ₃ /NT	Ác. Butírico	Ác. Acético	Pontuação	Classificação
27	0	10	0	-10	0	Péssima
45	10	25	50	0	85	Boa
56	10	25	50	-10	75	Boa
74	0	20	40	0	60	Regular
90	5	20	40	0	65	Regular

Segundo proposta de Tomich *et al.* (2003).

4.4. Conclusões

A idade de rebrota do capim-tifton 85 influencia na qualidade fermentativa e nutricional das silagens. As silagens de capim-tifton 85 devem ser produzidas entre 45 e 56 dias de rebrota, pois apresenta os melhores padrões fermentativos, a melhor conservação da massa ensilada e boa qualidade nutricional. As silagens produzidas neste período tornam-se mais uma opção de volumoso conservado para alimentação de ruminantes em razão da qualidade nutricional. As silagens produzidas nos extremos de idade (27 e 90 dias) apresentam indícios de fermentações indesejáveis com comprometimento nutricional da fração proteica e perdas de matéria seca.

4.5. Referências Bibliográficas

ADESOGAN, T.A.; KRUEGER, N.; SALAWA, M.B. *et al.* [2004]. The influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on fermentation

and aerobic stability of bermudagrass. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.10, p.3407–3416, 2004. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73476-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73476-1) >. Acesso em: 21 set. 2011.

ARAÚJO, V.L.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2007]. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.168-174, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000100028> >. Acesso em: 04 set. 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis**. 18.ed. 2005. Gaithersburg: AOAC International, Current Through Revision 1. 2006. 1243p.

BAILEY, R.W. [1967]. Quantitative studies of ruminant digestion of ingested plant carbohydrates from the reticulo-rumen. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.10, n.1, p.15-32, 1967. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/00288233.1967.10423074> >. Acesso em: 12 jan. 2011.

BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V. *et al.* [2006]. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurhecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000500027> >. Acesso em: 22 set. 2011.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. [2005]. Fermentative and microbiological profile of Marandugrass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, n.3, p.214-220, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000300003> >. Acesso em: 23 set. 2011.

CAMARGO, M. S. **Utilização de glifosato na produção de silagem emurhecida de *Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Xaraés**. 2006. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-06042006-154342/> >. Acesso em: 24 set. 2011.

CASTRO, G.H.F. **Silagem de capim tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzânia) em diferentes idades**. 2008, 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CASTRO, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2010]. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.654-666, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000300022> >. Acesso em: 23 set. 2011.

CHESSON, A.; FORSBERG, C.W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.) **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.329-381.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. 563p.

COAN, R.M.; REIS, R.A.; BERNADES, T.F. [2005a]. Composição química e padrão de fermentação de silagens de tifton 85 com diferentes conteúdos de umidade. **ARS Veterinária**, v.21, suplemento, p.168-174, 2005. Disponível em: < <http://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/viewFile/62/53> >. Acesso em: 15 set. 2011.

COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R. *et al.* [2007]. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5 suppl., p.1502-1511, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000700007> >. Acesso em: 08 set. 2011.

COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. *et al.* [2005b]. Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.416-424, 2005b. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000200008> >. Acesso em: 08 set. 2011.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; BERNARDES, T.F. [2000]. Avaliação de algumas características da silagem de gramínea estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.941-946, 2000. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000400001> >. Acesso em: 16 set. 2011.

FISHER, D.S.; BURNS, J.C. [1987]. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of forage carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agronomic Journal**, v.79, n.2, p.242-248, 1987. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1987.00021962007900020014x> >. Acesso em: 21 set. 2011.

FORBES, J. M. [1995]. **Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals**. Wallingford, U.K: CAB International, 1995. 405p.

HENDERSON, N. [1993]. Silage Aditives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.1, p.35-56, 1993. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90070-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(93)90070-Z) >. Acesso em: 13 set. 2011.

HOLDEN, L.A. [1999]. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3) >. Acesso em: 12 jan. 2011.

JAYME, C. G. **Produção de matéria seca e avaliação das silagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu colhida em diferentes estádios de maturação**. 2004. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

JAYME, C.G.; Molina L.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2009]. Determinação do momento de colheita da *Brachiaria brizantha* (Hochest.) Stapf. cv. Marandu para produção de silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.586-591, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000200035> >. Acesso em: 26 out. 2011.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. *et al.* [2007]. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.

suppl 0, p.101-119, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013> >. Acesso em: 05 set. 2011.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. [1995]. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/73/9/2774> >. Acesso em: 24 jul. 2011.

JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability, In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. *et al.* (Eds), **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (ASA-CSSA-SSSA). 1993. p.315-346.

LOBATO, F.C.L. **Avaliação agrônômica, perfil de fermentação e qualidade da silagem da *Brachiaria decumbens***. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; HILL, G.M. *et al.* [1999]. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrass for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.77, n.6, p.1572-1586, 1999. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/77/6/1572> >. Acesso em: 04 nov. 2011.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochts. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 138f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: < <http://200.144.190.38/handle/2012.1/5556> >. Acesso em: 24 set. 2011.

McDONALD, P.; HENDERSON, R.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. [1994]. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.1, p.107-124. 1994. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90164-3](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(94)90164-3) >. Acesso em: 07 set. 2011.

MUCK, R.E.; BOLSEN, K.K. Silage preservation and silage additive products. Hay and Silage Management in North America, p.105, 1991.

NUSSIO, G.L.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F. *et al.* Volumosos suplementares - estratégias de decisão e utilização. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Temas em Evidência, 2. 2002. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.193-232.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Forragens suplementares para bovinos de corte. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de Corte** – v. I. Piracicaba: FEALQ, 2010, p. 281-294.

NUSSIO, L.G. **Ensilagem de gramíneas tropicais: Desafio permanente**. Livre Docência - ESALQ/USP, 2004, 235p.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N.S. *et al.* Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE

MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA). 2000. p.121-138.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.203-42.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. *et al.* [2000]. Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000 (Suplemento 1). Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2827>>. Acesso em: 08 set. 2011.

QUARESMA, J.P.S.; ABREU, J.G.; ALMEIDA, R.G. *et al.* [2010]. Recuperação de matéria seca e composição química de silagens de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a períodos de pré-emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.5, p.1232-1237, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000500022> >. Acesso em: 26 set. 2011.

RADOSTITIS, M.; GAY, C.; BLOOD, C.; HINCHCLIFF, W. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 1737p.

REIS, R.A.; JOBIM, C.C. Perfil da fração de carboidratos da planta e adequação de aditivos no processo de ensilagem. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.27-51.

RIBEIRO JÚNIOR, G.O. **Características agrônômicas e qualidade das silagens do capim *Andropogon gayanus* em quatro idades de corte e perfil de fermentação da silagem aos 56 dias de crescimento**. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. *et al.* [2009]. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.230-239. 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000200003> >. Acesso em: 21 set. 2011.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. [2010]. Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.4, p.560-567, 2010. Disponível em: <<http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/view/59/76>> Acesso em: 05 dez. 2011.

RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; NOGUEIRA, F.A.S. *et al.* [1999]. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I – Teores de matéria seca, pH e ácidos graxos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.5, p.485-490, 1999. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09351999000500015> >. Acesso em: 08 out. 2011.

SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A.; COAN, R.M. *et al.* [2005]. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-tifton 85 após a abertura dos silos.

Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.2, p.464-471, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000200013> >. Acesso em: 21 set. 2011.

SENGER, C.C.D.; MUHLBACH, P.R.F.; SÁNCHEZ, L.M.B. *et al.* [2005]. Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000600026> >. Acesso em: 12 set. 2011.

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2003]. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. **Documentos**, **57**. Corumbá: Embrapa Pantanal (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2003. 20p. Disponível em: < <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC57.pdf> >. Acesso em: 10 nov. 2011.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. [1991]. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2) >. Acesso em: 25 nov. 2011.

WILKINSON, J.M. Silages made from tropical and temperate crops. 1. The ensiling process and its influence on the feed value. **World Animal Review**, v.45, n.46, p.36-42, 1983.

WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. [1997]. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.48, n.2, p.165-180, 1997. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1071/A96051> >. Acesso em: 21 nov. 2011.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York:Marcel Dekker, 1984. 350p.

CAPÍTULO 5

Perfil de fermentação das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 74 dias de rebrota

RESUMO: Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 74 dias de rebrota da planta. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com 8 tempos de fermentação para as variáveis analisadas tanto na forragem fresca e quanto na silagem e 7 tempos de fermentação para aquelas analisadas apenas na silagem, sendo quatro repetições por tempo. O valor nutricional da forragem fresca foi mantido durante o período de ensilagem sem alterações ($P>0,05$) nos valores de digestibilidade in vitro da matéria seca nas idades de 45 e 74 dias de rebrota (0,64 e 0,54 g/g MS, respectivamente). Não houve perdas significativas ($P>0,05$) de matéria seca com a ensilagem, sendo obtidas recuperações de 0,95 e 0,98 g/g MS ensilada para as idades de 45 e 74 dias de rebrota, respectivamente. Observou-se resistência ao abaixamento do pH das silagens com valores médios de 5,08 e 5,49 para 45 e 74 dias, respectivamente. O consumo dos carboidratos solúveis foi intenso durante as primeiras 24 horas nas silagens produzidas aos 45 dias, mas mostrou-se mais lento na idade mais avançada. Tais condições resultaram em pior eficiência em conversão dos carboidratos solúveis em ácido láctico, o qual apresentou menores valores nas silagens produzidas aos 74 dias. Os conteúdos de nitrogênio amoniacal, ácido acético e ácido propiônico nas silagens foram inferiores a 100 g/kg nitrogênio total, 20 g/kg MS e 7 g/kg MS, respectivamente, indicando satisfatório padrão de fermentação. Entretanto os acréscimos lineares nos conteúdos de ácido butírico, atingindo valores de 4,5 g/kg MS nas silagens produzidas aos 74 dias indica algum grau de fermentação indesejável. Portanto, o melhor perfil de fermentação foi obtido para as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 dias de rebrota, embora o valor nutricional da forrageira tenha sido eficientemente conservado nas duas idades avaliadas.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, nitrogênio amoniacal, pH, ruminantes, valor nutricional

5.1. Introdução

O capim-tifton 85 é amplamente utilizado em sistemas de produção de ruminantes por apresentar alta produtividade e elevado valor nutritivo. Contudo a estacionalidade na

produção de forrageiras em condições tropicais resulta em desajustes entre a oferta e demanda de alimento ao longo do ano e conseqüentemente reflete a baixas taxas de lotação nos sistemas produtivos. Por essa razão, propostas como a produção de silagens de capins veem crescendo em sistemas de produção baseados em pastagem (NUSSIO et al, 2000).

Todavia o processo de fermentação das silagens é muito complexo e influenciado dentre outros fatores pelas características intrínsecas da forrageira como conteúdo de matéria seca, carboidratos solúveis, capacidade tampão, tipo e atividade da microflora presente (McDONALD *et al.*, 1991). Essas características determinam o tipo de fermentação predominante na massa ensilada e a velocidade de queda no pH, alterando o tempo de estabilização do processo fermentativo da silagem.

O valor nutricional das gramíneas tropicais é diretamente influenciado pela idade de rebrota e geralmente o melhor valor nutricional da forrageira coincide com elevada umidade e baixa quantidade de carboidratos solúveis (BERNARDES *et al.*, 2005). Moisio e Heikonen (1994) consideram o conteúdo de matéria seca com o fator de maior importância no processo de fermentativo. Esses fatores restringem a velocidade e a capacidade de queda do pH da massa ensilada, favorecem o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como clostrídeos e enterobactérias que aumentam a extensão da proteólise e a perda de matéria seca da silagem (BERGAMASCHINE *et al.*, 2006). Segundo Ávila *et al.* (2009) para que se possa intervir no processo de ensilagem, a fim de garantir condições para uma boa fermentação, é preciso que se conheça o perfil de fermentação descrito pela forrageira. Portanto o objetivo com este estudo foi avaliar o perfil fermentativo das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 74 dias de rebrota.

5.2. Material e Métodos

Local e manejo

O capim-tifton 85 foi cultivado na Fazenda Santa Helena (Km 125 da rodovia MG164, Bom Despacho, MG, Brasil; 19°36,2'S, 45°16,1'O e 641 m acima do nível do mar). A área utilizada foi submetida ao corte de uniformização em 4 de outubro de 2007 e adubada com 100kg N/ha, 20 kg P/ha, 100kg K/ha e micro nutrientes. Esta foi dividida em oito canteiros (8 m² de área útil, eliminando 1 m de bordadura), sendo a ordem de corte dos canteiros determinada aleatoriamente para cada idade e mantido distância de 1 m entre canteiros dentro de cada faixa. O capim-tifton 85 foi colhido nas idades de 45 e 74 dias de crescimento vegetativo. A escolha por essas idades ocorreu pelo fato de serem as idades

intermediárias avaliadas no estudo de qualidade de silagem de capim-tifton 85 (27, 45, 56, 74, e 90 dias) deste projeto. A pluviosidade acumulada (mm) nos meses de outubro, novembro e dezembro foram de 111, 178 e 279 mm/mês, respectivamente. Já as temperaturas médias mínimas e máximas nos respectivos períodos foram de 15,0 e 33,1°C; 18,6 e 30,4°C e 17,5 e 31,1°C.

O corte da forragem de cada canteiro foi realizado manualmente a cinco centímetros do solo e a forragem foi então picada em partículas médias de 1-2 cm (ensiladeira EN 6700 – NOGUEIRA, Itapira, Brasil). As forragens frescas foram amostradas individualmente por canteiro (500 g) e acondicionadas em sacolas plásticas (identificadas e resfriadas) para o transporte até o Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFGM), Belo Horizonte, MG (19°52,3'S, 43°58,2'O e 838 m acima do nível do mar). Neste foram mantidas congeladas em câmara fria a -15° C até o processamento.

Ensilagem

As silagens foram confeccionadas em minissilos experimentais (tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 450 mm de comprimento, dotados de válvulas tipo Bunsen, sendo a compactação executada com soquete de madeira). Foram produzidos 112 minissilos, sendo dois minissilos (2 duplicatas) por canteiro (4 repetição) para cada período de fermentação (1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias de fermentação) nas duas idades de corte (45 e 74 dias). Todos os minissilos foram transportados para o Laboratório de Nutrição Animal da EV-UFGM, onde se realizou as aberturas e as análises laboratoriais.

Análises laboratoriais

Durante a abertura das silagens foram realizadas avaliações visuais, para observação do aspecto físico, cheiro e presença ou não de mofo. As silagens foram retiradas dos silos e homogeneizadas em duplicatas. Neste momento, parte dessas amostras (500 g) foram prensadas (prensa hidráulica 3856 Modelo C, Caver Inc., Wabash, IN) para obtenção do extrato aquoso da silagem onde foi imediatamente determinado os valores de pH (pH meter Q400MT, QUIMIS Aparelhos Científicos; Diadema, Brasil) e de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT), usando o método de macro kjeldahl com destilação com cloreto de cálcio e óxido de magnésio (pH>7), utilizando solução de ácido bórico como solução receptora e titulação com ácido clorídrico (AOAC, 2006). Uma porção de 8 mL do extrato aquoso foi homogeneizada e congelada com 2 mL de de ácido metafosfórico a 25% (g:vol) para determinação dos ácidos graxos voláteis (ácido acetico,

butírico e propionato) e ácido láctico por meio de cromatografia gasosa com detector FID (Shimadzu GC-17A, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) e coluna capilar Nukol™ (nº24107 Supelco, Sigma-Aldrich Brasil Ltda, São Paulo, SP). As perdas de matéria seca foram estimadas pela equação 1. (JOBIM et al, 2007):

$$PG = \frac{[(PCfe-PV) \times MSfe] - [(PCab-PV) \times MSab]}{(PCfe-PV) \times MSfe} \times 1000 \quad \text{Equação 1}$$

Em que, PG é a porcentagem de perda de matéria seca na forma de gases; PCfe é o peso do silo cheio no fechamento; PV é o peso do silo vazio; MSfe é o conteúdo de matéria seca da forragem fresca; PCab é o peso do silo cheio na abertura; MSab é o conteúdo de matéria seca da silagem. A recuperação de MS ensilada foi calculada pela relação entre a quantidade de MS ensilada e recuperada na abertura dos minissilos.

A outra parte das amostras das silagens (500 g) e as amostras das forragens frescas (500 g) (descongeladas a temperatura ambiente) foram pré-secas (em duplicata) em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas (TE-394/2; TECNAL Equipamentos de Laboratório Ltda, Piracicaba, Brasil). As amostras pré-secas foram moídas em moinho Wiley (Thomas, Philadelphia, PA) para passar em peneiras de 1mm e analisadas segundo os métodos da AOAC (2006) para matéria seca-MS (ID 967.03), cinzas (ID 942.05), proteína bruta- PB kjeldahl (ID 984.13). A fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (ID 948.13; AOAC, 2006) e lignina detergente ácido (LDA) (ID 948.13; AOAC, 2006) foram determinadas segundo o método sequencial de Van Soest *et al.* (1991), sem a utilização de α -amilase e sulfito de sódio. O NDF e FDA foram expressos incluindo as cinzas residuais. Utilizou-se sacos de tecido não tecido (TNT 100), com dimensões de 4x4 cm, e o aparelho ANKOM200 *Fiber Analyzer* (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para as análises de FDN e FDA, e o equipamento *Daisy^{II} Incubator*, (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para LDA. Os açúcares solúveis em álcool das plantas e silagens foram determinados segundo Bailey (1967).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo Holden *et al.* (1999) utilizando 0,25 g amostra em saquinhos ANKOM F57 e incubados no simulador de rúmen DaisyII Incubator (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY). Quatro vacas holandesas em lactação (20 kg/dia, 550 kg peso vivo) e fistuladas, mantidas na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa pertencente à Escola de Veterinária da UFMG, foram utilizadas como doadoras de líquido ruminal. Esses animais receberam dieta a base de silagem de milho à vontade + 2 kg de feno de capim-tifton 85 e 6 kg de concentrado comercial por dia (20% de PB). Um dia antes da coleta dos líquidos ruminais a qualidade

deste foi avaliada quanto ao pH (6,2-7,2), tempo de redução do azul de metileno a 0,03% (3 a 6 minutos) e tempo de sedimentação e flutuação (4 a 8 minutos), segundo Radostitis *et al.* (2002). Os líquidos ruminais foram retirados pela manhã antes da alimentação do animal e armazenados em garrafas térmicas previamente aquecidas. No laboratório, os líquidos ruminais dos quatro animais foram filtrados individualmente sob injeção contínua de CO₂ e amostrados para reavaliação como descrito anteriormente. Proporções iguais de cada animal foram misturadas para a formação de um pool de líquido ruminal (inoculo) que foi mantido em banho-maria a 39 °C por no máximo 10 minutos até a incubação das amostras no simulador de rúmen. O valor do pH da mistura, saliva artificial e líquido ruminal, foi de 6,3 no momento da inoculação.

Análises Estatísticas

Para as análises laboratoriais avaliadas tanto na forragem fresca quanto na silagem empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com 8 períodos de fermentação (0, 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias). Descrito pelo modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$ em que Y_{ij} = variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do período de fermentação; ϵ_{ij} = erro aleatório; $\epsilon_{ij} \cong N(0, 1)$.

Para as análises laboratoriais avaliadas apenas nas silagens (pH, nitrogênio amoniacal, ácidos graxos voláteis e ácido láctico) empregou-se o delineamento com 7 períodos de ensilagem (1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias). Descrito pelo modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$ em que Y_{ij} = variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do período de fermentação; ϵ_{ij} = erro aleatório; $\epsilon_{ij} \cong N(0, 1)$.

Todos os dados foram analisados quanto homocedasticidade e heterocedasticidade das respostas pelos testes de Bartlett e Lilliefors; e a normalidade pelo procedimento de análise univariada pelo SAS (*Statistical Analysis System*, versão 8.2). Os dados foram submetidos à análise de variância e o efeito do período de fermentação foi analisado por análise de regressão (natureza quantitativa). A significância da regressão e da falta de ajustamento foi testada pelo teste F ($\alpha = 0,05$) e os coeficientes de regressão testados pelo teste T ($\alpha = 0,05$) (SAS, versão 8.2). Foram avaliados os modelos (lineares ou não lineares) que melhor se ajustavam segundo a análise gráfica da resposta, análise gráfica dos resíduos e coeficiente de determinação.

5.3. Resultados e Discussão

O estudo dos perfis de fermentação das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 74 dias de rebrota indicou boa eficiência dos processos de fermentação em conservar os valores nutritivos das forragens frescas (Tabelas 1 e 2). Não houve alteração ($P>0,05$) na composição química da planta ensilada aos 45 dias, exceto pelo aumento linear ($P<0,05$) nos conteúdos de celulose ao longo do processo fermentativo (Tabela 1). O aumento de celulose foi pequeno (2,5%) e possivelmente associado ao efeito de concentração, em razão do consumo de carboidratos solúveis (CHOS) durante o processo fermentativo (McDONALD *et al.*, 1991) (Figura 1). Este fator pode justificar também a pequena redução (3,3%) linear ($P<0,05$) na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) dessas silagens, uma vez que os conteúdos dos outros componentes nutricionais, inclusive os valores da fração indisponível da proteína da planta representado pela proteína insolúvel em detergente ácido (%PIDA_{PB}), não se alteraram (Tabela 2; capítulo 4).

Tabela 1. Efeito do período de fermentação na composição química e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 45 dias de rebrota.

Item	Tempo de fermentação									CV (%)	P ¹
	0	1	3	5	7	14	28	56	Média		
Matéria Seca (g/kg)	258,77	228,68	291,52	211,78	258,10	257,80	238,43	245,45	248,82	6,29	ns
Proteína Bruta (g/kg MS)	142,68	143,33	141,67	148,04	154,09	153,85	150,00	150,52	148,20	3,28	ns
Fibra Detergente Neutro (g/kg MS)	721,99	730,46	731,24	755,64	738,97	724,12	710,64	726,43	729,94	1,26	ns
Fibra Detergente Ácido (g/kg MS)	353,13	354,64	359,47	353,98	359,74	363,47	359,26	362,80	358,31	1,64	ns
Hemiceluloses (g/kg MS)	368,86	375,82	371,77	401,66	379,22	360,65	351,38	363,62	371,62	1,73	ns
² Celulose (g/kg MS)	312,05	312,77	312,02	306,55	309,94	310,65	311,71	319,94	311,95	2,21	0,03
Lignina (g/kg MS)	41,08	41,88	47,45	47,43	49,80	52,83	47,55	42,86	46,36	6,94	ns
³ DIVMS (g/g MS)	0,6442	0,6477	0,6437	0,6351	0,6477	0,6327	0,6376	0,6276	0,6395	2,74	ns

CV(%): Coeficiente de variação. ¹Efeito significativo do tempo de ensilagem pelo teste F ($P<0,05$). ^{NS}Não significativo. ²Efeito linear: $\hat{Y} = 309,8399 - 0,1483 \cdot x$; $R^2 = 0,498$.

Nas silagens produzidas aos 74 dias de rebrota foi observado pequenas variações em relação a composição química da planta, como as flutuações ($P<0,05$) nos valores de MS, os quais apresentaram efeito quadrático negativo ao longo do processo fermentativo (Tabela 2). Entretanto essas variações parecem ser aleatórias uma vez que a diferença entre os valores máximos e mínimos foi de apenas 4,37% e a diferença entre a forragem fresca e

a silagem após 56 dias de fermentação foi de apenas 1,20%. Além disso, não foram observadas perdas significativas ($P>0,05$) de MS nas silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 ou 74 dias de rebrota (médias de 46,07 e 19,71 g/kg, respectivamente), com recuperações médias de MS alcançando 0,95 e 0,98 g/g MS, respectivamente. Os valores de MS das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 74 dias de rebrota apresentaram-se dentro da faixa de 250 a 350 g/kg recomendado por McDonald *et al.* (1991) para permitir boa conservação da silagem.

Os resultados obtidos por Lobato (2010), Jayme (2008) e Guimarães Jr *et al.* (2005), respectivamente, para silagens de braquiária decumbens (56 dias de idade), silagem de capim-marandu (56 dias idade, sem aditivo) e silagens de milho (BRS-1501, NPM-1 e CMS-3) corroboram a estabilidade dos conteúdos de MS observados neste estudo ao longo dos 56 dias de fermentação. Já Castro (2008) trabalhando com silagens de capim-tanzânia com diferentes idades de corte (42; 63, 84, 107 dias de rebrota) observou redução no conteúdo de MS na silagem obtida aos 107 dias, com redução nas primeiras 24 horas e segundo o autor associado a dificuldade de compactação do material.

Tabela 2. Efeito do período de fermentação na composição química e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 74 dias de rebrota.

Item	Tempo de fermentação									CV (%)	P ¹
	0	1	3	5	7	14	28	56	Média		
² Matéria Seca (g/kg)	319,74	323,41	318,40	312,62	311,30	309,70	309,26	315,90	315,04	6,21	0,034
Proteína Bruta (g/kg MS)	103,23	112,65	106,08	107,08	106,42	108,48	108,13	105,32	107,17	3,15	ns
³ Fibra Detergente Neutro (g/kg MS)	764,80	778,03	780,85	774,73	771,02	773,21	764,86	751,09	769,82	1,15	0,009
Fibra Detergente Ácido (g/kg MS)	371,69	386,48	390,75	383,33	385,46	401,09	399,32	390,98	388,64	1,64	ns
⁴ Hemiceluloses (g/kg MS)	393,11	391,55	390,09	391,40	385,55	372,12	365,55	360,11	381,19	1,68	< 0,001
⁵ Celulose(g/kgMS)	318,84	322,60	329,24	324,17	329,90	342,11	342,13	336,00	330,62	2,22	0,005
Lignina (g/kg MS)	52,85	61,52	61,51	59,17	55,56	58,98	57,19	54,99	57,72	6,11	ns
DIVMS (g/g MS)	0,5459	0,5400	0,5375	0,5442	0,5380	0,5362	0,5414	0,5585	0,5427	2,59	ns

CV(%): Coeficiente de variação. ¹Efeito significativo do tempo de ensilagem pelo teste F ($P<0,05$). ^{NS}Não significativo. ²Efeito Quadrático: $\hat{Y} = 319,9063 - 0,8779**x + 0,0145***x^2$; $R^2 = 0,639$. ³Efeito linear: $\hat{Y} = 775,7245 - 0,4141***x$; $R^2 = 0,655$. ⁴Efeito Quadrático: $\hat{Y} = 394,3947 - 1,5358***x + 0,0165***x^2$; $R^2 = 0,954$. ⁵Efeito Quadrático: $\hat{Y} = 321,0744 + 1,4629***x - 0,0215***x^2$; $R^2 = 0,827$.

As estabilidades nos conteúdos de proteína bruta (Tabela 1 e 2) observados neste estudo ao longo dos processos fermentativos concordam com a literatura. Segundo McDonald (1991)

não ocorre grandes alterações nos valores de proteína bruta com o processo de ensilagem, exceto quando há extensa produção de efluentes. Além disso, em razão dos baixos valores de nitrogênio amoniacal (Figura 1 e 2) e da manutenção ($P>0,05$) nos valores da fração indisponível da proteína da silagem (%PIDA_{PB}) em relação a forragem fresca (Tabela 2; capítulo 4) pode-se inferir que houve conservação da qualidade da proteína para as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 74 dias. Segundo Senger *et al.* (2005) os níveis de PIDA aumentaram com a ensilagem, os quais foram superiores em silagens com maior teor de umidade. Os valores de proteína bruta observados neste estudo para todas as silagens foram superiores a 70 g/kg MS, considerado por Church (1988) com suficientes para manutenção da função ruminal de animais em manutenção.

Por outro lado, houve reduções nos valores de fibra detergente neutro e hemiceluloses com a ensilagem na idade de 74 dias, descrevendo uma resposta linear e quadrática, respectivamente, ao longo do tempo de ensilagem (Tabela 2). Segundo Henderson (1993) o pH ácido e a ação de enzimas da flora microbiana das silagens podem promover a solubilização parcial das hemiceluloses (até 40%) e parte destas podem servir de substrato adicional para o crescimento microbiano em materiais de baixo conteúdo de carboidratos solúveis ou em processos fermentativos de baixa qualidade. De acordo com Munck (1988) a redução nos teores de hemiceluloses é o principal responsável pela redução nos teores de FDN das silagens. Neste estudo, a redução nos valores de hemiceluloses foi mais pronunciada durante a segunda semana de ensilagem (7 a 14 dias) com tendência de estabilização até 56 dias de fermentação. Já os valores de celulose das silagens produzidas aos 74 dias apresentaram efeito quadrático positivo (Tabela 2). Esses aumentos foram pequenos e não alteraram ($P>0,05$) os valores de fibra detergente ácido ao longo do processo fermentativo. Assim, as variações nos conteúdos de celulose podem ter sido em função do efeito de concentração como discutido anteriormente.

Jayne (2008) avaliou o perfil de fermentação da silagem de capim-marandu ensilado aos 56 dias de rebrota e não observou alteração nos conteúdos de FDN, FDA, celulose e hemiceluloses durante o processo fermentativo até 56 dias. Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro *et al.* (2007) para silagens de sorgo e Ribeiro Jr (2009) para silagens de capim-andropogon.

A manutenção dos valores de lignina com a ensilagem observadas neste estudo para as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 74 dias corroboram os resultados de Jayme (2008) e Lobato (2010) que não observaram alteração nos valores de lignina ao avaliarem

o perfil de fermentação de silagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, respectivamente. Segundo Van Soest (1994) as ligninas são inertes a ação microbiana e permanecem estáveis com a ensilagem.

O estudo de perfil de fermentação indicou conservação ($P < 0,05$) nos valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da forragem fresca com a ensilagem (Tabela 1 e 2), corroborando os resultados de Jayme (2008) e Castro (2008) que não observaram variações nos coeficientes de DIVMS das silagens de capim-braquiária e capim-tanzânia, respectivamente, durante o processo de ensilagem. Os valores médios de DIVMS observados neste estudo foram próximos aos valores obtidos por Mandebvu *et al.* (1999) para silagens do capim-tifton 85 produzidas aos 21 e 42 dias de rebrota (0,617 a 0,569 g/g MS) e indicam satisfatória qualidade nutricional das silagens.

A fermentação dos carboidratos solúveis nas silagens produzidas com a planta aos 45 dias de idade apresentou resposta linear segmentada descrita por duas retas lineares (Figura 1), com intenso consumo nas primeiras 24 horas (redução de 53,16%), seguida de decréscimos lineares menos intensos até 56 dias de fermentação. Já para a silagem confeccionada aos 74 dias a fermentação houve reduções lineares nos conteúdos de carboidratos solúveis (0,271 g/kg MS/dia) até o sétimo dia de fermentação, quando houve estabilização nos valores de carboidratos solúveis residuais (Figura 2). A rápida fermentação dos carboidratos ocorrida para a idade de 45 dias mostra-se mais favorável à conservação da silagem comparada ao consumo mais lento observado para a silagem produzida aos 74 dias de rebrota do capim-tifton 85. Ribeiro Jr (2009) avaliando silagem de capim-andropogon observou redução acentuada nos níveis de carboidratos solúveis nas primeiras 24 horas (12,7 vs. 5,5 g/kg MS) com redução progressiva até o quinto dia e estabilização a partir desse ponto até 56 dias. Já Lobato (2010) relatou que o consumo dos carboidratos solúveis iniciou após 24 horas e manteve-se até o terceiro dia sem alteração nos dias posteriores. As diferenças observadas entre estudos quanto à velocidade de fermentação dos carboidratos solúveis podem ser associadas às diferenças quanto à população epifítica das forragens, concentração de carboidratos, conteúdo de matéria seca e qualidade no processo de ensilagem do material (McDONALD *et al.*, 1991).

- ▲ $\hat{Y}_{\text{CHOS}} = (18,99 - 8,845***x; x < 1,18) \text{ e } (8,684 - 0,0747***x; x > 1,18); R^2: 0,809; P=0,002; CV=20,46\%$
 ■ $\hat{Y}_{\text{NH}_3/\text{NT}} = 6,4786 + 2,2646***x - 0,0712***x^2 + 0,0008***x^3; R^2: 0,997; P=0,0001; CV=12,36\%$
 ♦ $\hat{Y}_{\text{pH}} = 5,08; P=0,256; CV=4,06\%$

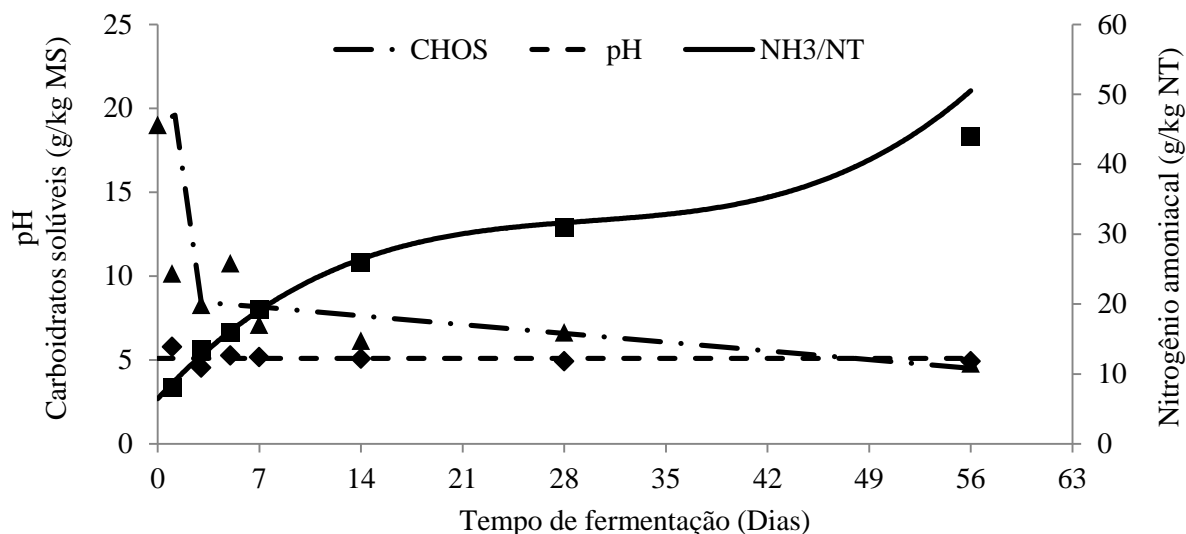


Figura 1. Efeito do período de fermentação no conteúdo de carboidratos solúveis (▲ CHOS, g/kg MS), nitrogênio amoniacal (■ NH3/NT, g/kg NT) e valor de pH (♦) das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 45 dias de rebrota. ***Significativo $P < 0,001$ pelo teste T. CHOS: regressão linear segmentada, $x_0 = 1,18$

- ▲ $\hat{Y}_{\text{CHOS}} = (24,2373 - 2,2010***x; x < 7) \text{ e } (\text{platô} = 8; x > 7); R^2: 0,956; P=0,003; CV=20,46\%$
 ■ $\hat{Y}_{\text{NH}_3/\text{NT}} = (19,0230 + 13,3892***x - 0,5488***x^2; x < 12,2) \text{ e } (\text{platô} = 100,69; x > 12,2); R^2: 0,907; P=0,008; CV=10,63\%$
 ♦ $\hat{Y}_{\text{pH}} = 5,49; P=0,287; CV=3,54\%$

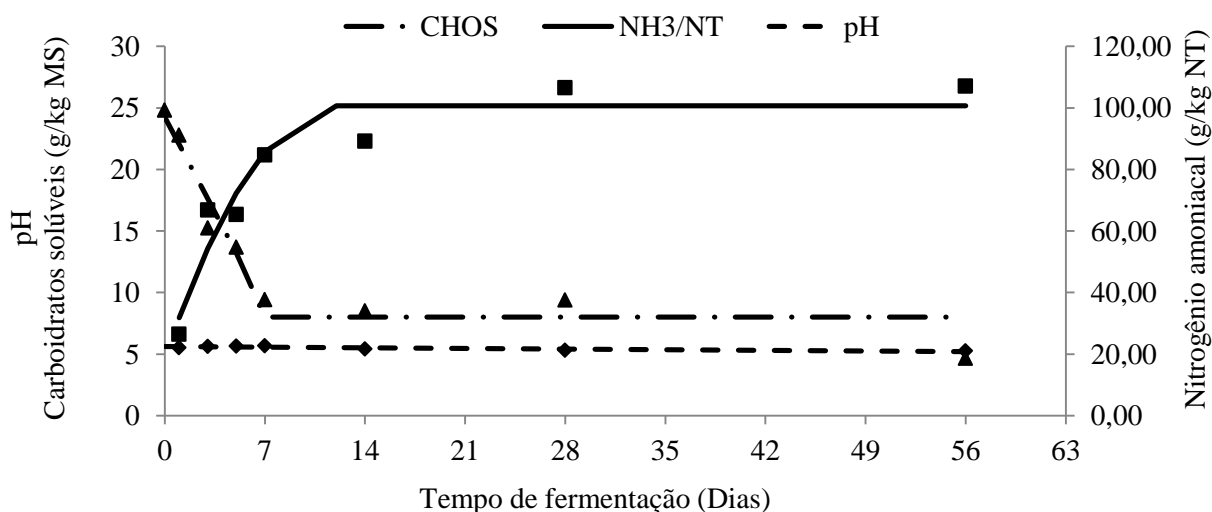


Figura 2. Efeito do período de fermentação no conteúdo de carboidratos solúveis (▲ CHOS, g/kg MS), nitrogênio amoniacal (■ NH3/NT, g/kg NT) e valor de pH (♦) das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 74 dias de rebrota. ***Significativo $P < 0,001$ pelo teste T. CHOS: regressão linear segmentada com platô, $x_0 = 7$; NH3/NT: regressão linear segmentada com platô, $x_0 = 12,2$;

Os valores de pH das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 ou 74 dias de rebrota não variaram entre o 1° e 56° dia, com valores médios de 5,08 e 5,49, respectivamente. (Figura 1 e 2). Castro (2008) também não observou alteração entre os valores de pH durante o processo fermentativo nas silagens de capim-tanzânia nas idades de 42, 63 e 84 dias de rebrota, mas na silagem produzida aos 117 dias observou tendência de redução nos valores até 14 dias com posterior aumento até 56° dias de fermentação. Já Ribeiro Jr (2009) relatou queda nos valores de pH do primeiro até 14° dia com posterior aumento após o 28° dia de fermentação em silagens de capim-andropogon, o que segundo os autores pode estar associado a elevação nos níveis de nitrogênio amoniacal. . Já Lobato (2010) observou redução progressiva nos valores de pH (5,73 para 5,52 entre 1° e o 56° dia de fermentação) em silagens de braquiária decumbens.

As silagens de capim-tifton 85 colhido aos 45 dias de idade apresentaram comportamento cúbico para os conteúdos de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (NH₃/NT) com acréscimos na fase inicial e final do processo fermentativo (Figura 1). Já nas silagens produzidas aos 74 dias de idade observou-se resposta quadrática com platô (Figura 2), indicando acréscimos até o 12° dia, no qual foi atingido o platô e estabilização dos valores em 100, 69 g/kg NT. Os conteúdos de NH₃/NT das silagens produzida aos 45 dias de rebrota foram numericamente inferiores àqueles observados para a idade de 74 dias (8 a 43,9 g/kg NT vs. 26,4 a 107,1 g/kg NT). Os valores de pH numericamente mais elevados para a idade mais avançada e o consumo de carboidratos solúveis mais lento podem ter permitido prolongamento da ação das proteases da planta e/ou o crescimento de clostrídios, o que justificaria os maiores valores de nitrogênio amoniacal desde o início. Entretanto, os valores de NH₃/NT das silagens se mantiveram dentro da faixa de pontos intermediária, segundo a classificação por pontos proposta por Tomich *et al.* (2003).

Lobato (2010) observou valores crescentes de nitrogênio amoniacal com o processo de ensilagem da braquiária decumbens. Já Castro (2008) observou aumento nos conteúdos NH₃/NT entre o 28° e o 56° dia de fermentação para as silagens de capim-tanzânia produzidas aos 42 e 63 dias, mas não relatou alterações ao longo do processo fermentativo para as idades de 84 e 107 dias de rebrota. Jayme *et al.* (2009) observaram para silagem de capim-marandu valores médios de nitrogênio amoniacal (148,2 g/kg NT) superiores aos observados neste estudo, mas sem alterações durante o período de fermentação.

- ◆ $\hat{Y}_{C2} = 1,9164 + 0,7420^{***}x - 0,0071^{***}x^2$; $R^2: 0,946$; $P=0,001$; $CV=35,92\%$
- $\hat{Y}_{C3} = 0,4025 + 0,0185x$; $R^2: 0,535$; $P=0,037$; $CV=41,36\%$
- $\hat{Y}_{LÁTICO} = 21,8592 + 0,5205x$; $R^2: 0,540$; $P=0,036$; $CV=56,87\%$

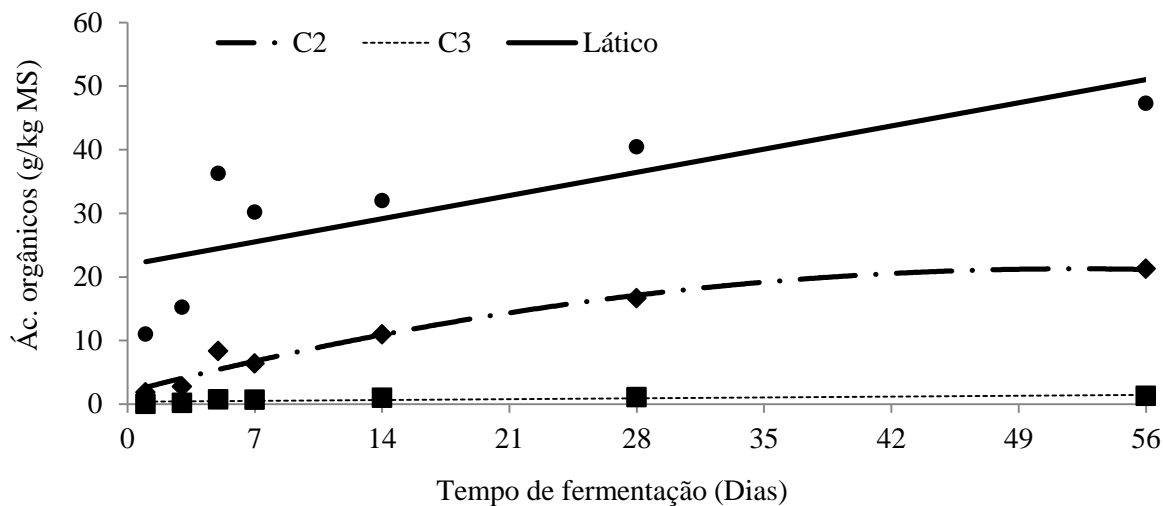


Figura 3. Efeito do período de fermentação no conteúdo de ác. acético (◆), ác. propiônico (■) e ác. láctico (●) das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 45 dias de rebrota. *Significativo $P<0,05$ e $P<0,001$ pelo teste T, respectivamente.

- ◆ $\hat{Y}_{C2} = (2,7903 + 2,8685x - 0,2024x^2; x < 7)$ e $(\text{Platô} = 12,95; x > 7)$; $R^2: 0,821$; $P=0,032$; $CV=35,75\%$
- $\hat{Y}_{C3} = 0,3148 + 0,8541x; x < 7)$ e $(\text{Platô} = 6,20; x > 7)$ $R^2: 0,882$; $P=0,014$; $CV=32,41\%$
- ▲ $\hat{Y}_{C4} = 0,7047 + 0,0790x$; $R^2: 0,715$; $P=0,010$; $CV=31,73\%$
- $\hat{Y}_{LÁTICO} = (12,7948 + 1,0429x - 0,0200x^2; x < 26)$ e $(\text{Platô} = 26,34; x > 26)$; $R^2: 0,794$; $P=0,042$; $CV=51,31\%$

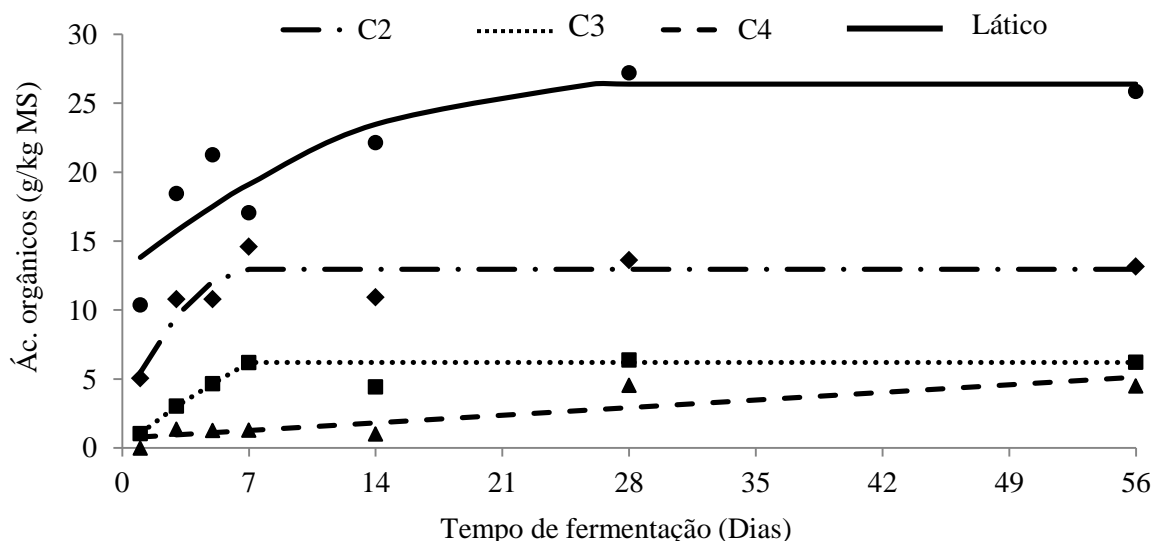


Figura 4. Efeito do período de fermentação no conteúdo de ác. acético (◆), ác. propiônico (■) e ác. láctico (●) das silagens de capim-tifton 85 colhido aos 74 dias de rebrota. *Significativo $P<0,05$ pelo teste T. Ác. acético: regressão quadrática segmentada com platô, $x_0=7$; Ác. propiônico: regressão linear segmentada com platô, $x_0=7$; Ác. láctico: regressão quadrática segmentada com platô, $x_0=26$;

Os valores de ácido acético das silagens de capim-tifton 85 apresentaram acréscimos durante o período de fermentação, sendo representados por regressão quadrática (Figura 3) e quadrática segmentada com platô a partir do 7º dia de fermentação (Figura 4) para as idades de 45 e 74 dias de rebrota, respectivamente. Esses valores em ambas as idades foram inferiores ao limite máximo desejado (25 g/kg MS) proposto por Tomich *et al.* (2003) para silagens de boa qualidade. Ribeiro Jr (2009) também observou aumentos nos valores de ácido acético ao longo do período de fermentação nas silagens capim-andropogon em diferentes idades de corte e os valores obtidos por esses autores foram próximos aos encontrados neste estudo.

É interessante notar que a variação nos conteúdos de ácido propiônico acompanharam os aumentos nos conteúdos de ácido acético, indicando correlação positiva ($r = 0,85$) entre os ácidos nas silagens de capim-tifton 85. Os acréscimos nos conteúdos deste ácido foram lineares nas silagens produzidas aos 45 dias e apresentaram um comportamento quadrático segmentado com platô ao 7º dia para as silagens confeccionadas aos 74 dias de rebrota. Moisio e Heikonen (1994) sugeriram que sua presença deveria ser inferior a 10g/kg MS o que foi observado neste estudo. A presença de pequenas quantidades de ácido propiônico, na forma não ionizada, assim como o ácido acético auxiliam na manutenção da estabilidade aeróbica da silagem, pois, possuem ação antimicótica (McDONALD *et al.*, 1991).

Os conteúdos de ácido butírico nas silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 dias de rebrota foram inferiores a capacidade de detecção do aparelho e considerados ausentes nestas silagens (Figura 3). Já para a idade de 74 dias houve acréscimos lineares, variando de 1 a 4,5 g/kg MS entre o 1º e 56º dia de fermentação (Figura 4). Esse acréscimo comprometeu a classificação da silagem em 20 pontos segundo a proposta de Tomich *et al.* (2003). Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro Jr (2009), que relatou aumentos nos conteúdos de ácido butírico no período final de fermentação da silagem de capim-andropogon ensilado aos 56 dias de rebrota. Pode-se inferir que tenha ocorrido algum grau de fermentação indesejável na silagem produzida aos 74 dias de rebrota.

As silagens de capim-tifton 85 apresentaram acréscimos nos valores de ácido láctico ($P < 0,05$) com o avanço no tempo de fermentação, com aumentos lineares para a idade de 45 dias (Figura 3) e acréscimos quadráticos para a idade de 74 dias até o 26º dia de fermentação, quando atingiu um platô e houve estabilização do processo (Figura 4). Os conteúdos de ácido láctico foram numericamente superiores nas silagens produzidas aos 45

dias comparado a 74 dias, em contraste aos maiores valores de carboidratos solúveis na última idade. Pode-se inferir que na idade mais avançada a eficiência de conversão dos carboidratos solúveis em ácido láctico foi menor e provavelmente ocorreu maior competição entre a flora epifítica da silagem. Os valores de ácido láctico observados nas silagens produzidas aos 45 dias de rebrota variaram de 11,0 a 47,3 g/kg MS e aos 74 dias variaram de 10,4 a 25,8 g/kg MS. Isso pode justificar em parte os maiores valores de pH e dos ácidos acético, propiônico e butírico encontrados nas silagens produzidas aos 74 dias de rebrota. Coan *et al.* (2005) encontraram para silagens de capim-tanzânia e capim-mombaça entre 45 e 60 dias de rebrota valores de ácido láctico variando de 0,30 a 1,30 g/kg MS, os quais foram inferiores aos observados neste estudo. Lobato (2010) relataram para silagens de braquiária decumbens maiores conteúdos de ácido láctico entre o 5º e o 28º dia de fermentação, declinando até o 56º dia. Já Castro (2008) não observou alteração nos valores de ácido láctico durante o processo fermentativo das silagens de capim-tanzânia, fato justificado pelo autor em razão da baixa quantidade de carboidratos solúveis presentes na forrageira.

5.4. Conclusões

O melhor perfil de fermentação foi obtido para as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 dias de rebrota, embora o valor nutricional da forrageira tenha sido eficientemente conservado nas duas idades avaliadas. As silagens de capim-tifton 85 pela qualidade nutricional e fermentativa torna-se nova opção de volumoso conservado para suplementação de ruminantes.

5.5. Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis**. 18.ed. 2005. Gaithersburg: AOAC International, Current Through Revision 1. 2006. 1243p.

ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; TAVARES, V.B. *et al.* [2006]. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.648-654, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000300004> >. Acesso em: 04 set. 2011.

BAILEY, R.W. [1967]. Quantitative studies of ruminant digestion of ingested plant carbohydrates from the reticulo-rumen. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.10, n.1, p.15-32, 1967. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/00288233.1967.10423074> >. Acesso em: 12 jan. 2011.

BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V. *et al.* [2006]. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000500027> >. Acesso em: 22 set. 2011.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. [2005]. Fermentative and microbiological profile of Marandugrass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, n.3, p.214-220, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000300003> >. Acesso em: 23 set. 2011.

CASTRO, G.H.F. **Silagem de capim tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzânia) em diferentes idades**. 2008, 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CHURCH, D.C. **The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. 563p.

COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. *et al.* [2005]. Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.416-424, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000200008> >. Acesso em: 08 set. 2011.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* [2005]. Matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal e ph das silagens de três genótipos de milho [*Pennisetum glaucum* (L). R. BR.], em diferentes períodos de fermentação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.251-258, 2005. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/488836> >. Acesso em: 12 jan. 2011.

HENDERSON, N. [1993]. Silage Aditives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.1, p.35-56, 1993. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90070-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(93)90070-Z) >. Acesso em: 13 set. 2011.

HOLDEN, L.A. [1999]. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3) >. Acesso em: 12 jan. 2011.

JAYME, C. G. **Silagens de *Brachiaria brizantha* sem aditivo, adicionada de cana de açúcar e aditivos bacterianos**. 2008. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-8B5MPQ> >. Acesso em: 12 jan. 2011.

JAYME, C.G.; Molina L.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2009]. Determinação do momento de colheita da *Brachiaria brizantha* (Hochest.) Stapf. cv. Marandu para produção de silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.586-591, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000200035> >. Acesso em: 26 out. 2011.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. *et al.* [2007]. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. suppl 0, p.101-119, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013> >. Acesso em: 05 set. 2011.

LOBATO, F.C.L. **Avaliação agronômica, perfil de fermentação e qualidade da silagem da *Brachiaria decumbens***. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

LOBATO, F.C.L. **Avaliação agronômica, perfil de fermentação e qualidade da silagem da *Brachiaria decumbens***. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; HILL, G.M. *et al.* [1999]. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrass for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.77, n.6, p.1572-1586, 1999. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/77/6/1572> >. Acesso em: 04 nov. 2011.

McDONALD, P.; HENDERSON, R.; HERON, S.. **The Biochemistry of Silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. [1994]. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.1, p.107-124. 1994. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90164-3](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(94)90164-3) >. Acesso em: 07 set. 2011.

MUCK, R.E. [1988]. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992–3002, 1988. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79897-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79897-5) >. Acesso em: 13 set. 2011.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N.S. *et al.* Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA). 2000. p.121-138.

RADOSTITIS, M.; GAY, C.; BLOOD, C.; HINCHCLIFF, W. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 1737p.

RIBEIRO JÚNIOR, G.O., **Características agronômicas e qualidade das silagens do capim *Andropogon gayanus* em quatro idades de corte e perfil de fermentação da silagem aos 56 dias de crescimento**. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO, C.G.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* [2007]. Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1531-1537, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000600028> >. Acesso em: 25 nov. 2011.

SENGER, C.C.D.; MUHLBACH, P.R.F.; SÁNCHEZ, L.M.B. *et al.* [2005]. Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000600026> >. Acesso em: 12 set. 2011.

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2003]. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. **Documentos**, 57. Corumbá: Embrapa Pantanal (Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2003. 20p. Disponível em: < <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC57.pdf> >. Acesso em: 10 nov. 2011.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. [1991]. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2) >. Acesso em: 25 nov. 2011.

CAPÍTULO 6

Consumo, digestibilidade aparente e metabolismo de nitrogênio e energia das silagens de capim-tifton 85 obtidas em diferentes idades de rebrota.

RESUMO: Avaliou-se o consumo voluntário, digestibilidade e metabolismo energético e proteico de ovinos alimentados com silagens de capim-tifton 85 produzidas com 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com cinco repetições (carneiros) por tratamento (silagem) e os dados comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). O consumo de matéria seca foi semelhante entre as silagens com média de 59,04 g/kg PV^{0,75}, mas o consumo de matéria seca digestível foi superior para a silagem com 45 dias de rebrota (37,63 g/kg PV^{0,75}), em razão dos superiores coeficientes de digestibilidade aparente obtidos até os 45 dias (0,547 g/g MS). O consumo de fibra detergente neutro (FDN) diferiu entre as silagens (média de 1,38 g/100g PV), mas o consumo de FDN digestível foi semelhante (média 17,04 g/kg PV^{0,75}). As retenções de proteína foram negativas para as silagens produzidas aos 27 e 56 dias de rebrota (-10,0 e -2,4 g/dia) e positivas para as demais, sendo a excreção urinária a principal fonte de perda de nitrogênio nas silagens avaliadas. Os consumos de energia digestível foram inferiores para as silagens produzidas aos 27 e 74 dias e superiores para as idades de 45 e 90 dias, com média geral de 146,30 kcal/kg PV^{0,75}. Já o consumo de energia metabolizável diferiu ($P < 0,05$) para as silagens com 27 e 45 dias de rebrota (101 vs. 162 kcal/kg PV^{0,75}), com valores intermediários para as outras silagens. Por outro lado, o consumo de energia líquida foi inferior para a silagem produzida aos 27 dias e superior para as outras silagens, que não diferiram entre si (89,59 kcal/kg PV^{0,75}). Não houve diferença nas perdas energéticas como urina, metano e incremento calórico entre as silagens, os quais apresentaram valores médios de 2,43; 4,35 e 14,66 kcal/100 kcal de energia bruta ingerida, respectivamente. A metabolizabilidade da energia bruta diferiu entre as silagens, mas a eficiência de utilização da energia metabolizável foi semelhante (0,645 kcal/kcal). As produções de metano não diferiram entre as silagens, com valores de 31,96 g/kg de matéria seca digestível consumida. Os conteúdos médios de energia bruta, digestível, metabolizável e líquida das silagens de capim-tifton 85 foram de 4,88; 2,38; 2,05 e 1,33 Mcal/kg MS, respectivamente. As silagens de capim-tifton 85 devem ser produzidas entre 45 e 90 dias de rebrota, pois

neste intervalo os consumos de matéria seca digestível e os balanços de energia e proteína foram suficientes para suprir as exigências de ovinos em manutenção.

Palavras-chave: *Cynodon dactylon*, momento de colheita, ruminante, valor nutricional

6.1. Introdução

O aumento da eficiência na produção animal é determinante para atender a crescente demanda mundial por alimento e mitigar a produção de gases do efeito estufa associados a produção animal, garantindo assim um sistema produtivo mais sustentável. Portanto diferentes estratégias nutricionais têm sido avaliadas como ferramentas para a redução na produção de metano entérico por ruminantes. O metano compromete a eficiência energética alimentar correspondendo a perdas entre 6-11% da energia bruta ingerida de gramíneas tropicas (PRIMAVESI *et al.*, 2004).

Estratégias como a utilização de volumosos de boa qualidade podem reduzir a produção de metano por quilo de produto produzido (leite ou carne). Entretanto, o estágio de maturação da forrageira pode influenciar na qualidade nutricional, no consumo voluntário (KUOPPALA *et al.*, 2010), na utilização de energia e proteína (CAMMELL *et al.*, 2000) e na produção de metano (BUDDLE *et al.*, 2011) pelo animal. Isto é particularmente crítico para a produção de silagens que além do aspecto nutricional deve ser considerado a produção por área e o perfil de fermentação das silagens. A maturidade da forrageira influencia o teor de matéria seca da gramínea que é considerado como principal fator determinante do tipo e da intensidade da fermentação (McDONALD *et al.*, 1991), o influi no valor nutricional, no consumo e na eficiência de uso do nitrogênio e da energia metabolizável.

No Brasil, as utilizações de volumosos conservados principalmente de capins tropicais veem apresentando grande crescimento nos sistemas produtivos de ruminante como alternativa prática e eficiente para equilibrar a oferta de volumoso ao longo do ano, a fim de manter a produtividade animal (NUSSIO, 2005). Além disso, os sistemas atuais de balanceamento de dietas para ruminantes empregam valores de energia metabolizável ou líquida, sendo fundamental a partição da energia dos alimentos para o adequado balanceamento de dietas. Portanto, avaliou-se o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o metabolismo do nitrogênio e energia das silagens de capim-tifton 85 produzidas em diferentes estádios de maturação da planta.

6.2. Material e Métodos

Local, colheita e ensilagem

O capim-tifton 85 foi cultivado na cidade de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais, Brasil (19°36,2'S , 45°16,1'O e e 641 m acima do nível do mar), cuja área foi submetida ao corte de uniformização em 4 de outubro de 2007 e adubada com 100kg N/ha, 20 kg P/ha, 100kg K/ha e micro nutrientes. Os cortes do capim e a ensilagem ocorreram após 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota após uniformização da área. Assim, os tratamentos deste estudo foram às silagens de capim-tifton 85 produzidas em cinco estádios de maturação da planta: 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. A colheita do capim foi realizada a cinco centímetros do solo (Colheitadeira GMD 350- KUHN) e picado em partículas homogêneas de 1-2 cm (Ensiladeira EN 6700 – NOGUEIRA, Itapira, Brasil). Tambores de aço com tampa removível (200 L- RAFT S.A., São Paulo, Brasil) revestidos com sacos de polietileno (90 cm largura x 150 cm comprimento e 100 micras, transparente) foram utilizados para a confecção das silagens. A colheita, ensilagem e selagem foram realizadas dentro de um mesmo dia para cada estágio de maturação. Os tambores de silagem foram transportados para o Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal - LAMCA da Escola de Veterinária da UFMG, Minas Gerais-Brasil (19°52,3'S, 43°58,2'O e 838 m acima do nível do mar) onde se realizou os ensaios de metabolismo e calorimetria animal. As silagens de capim-tifton 85 com 27, 45, 56, 74 e 90 dias de maturidade foram ensiladas por 282, 264, 253, 235 e 219 dias, respectivamente, antes dos silos serem abertos e a alimentação fora iniciada.

Animais e manejo

Foram utilizados vinte e cinco carneiros adultos machos deslanados, sem raça definida, com peso médio de 46,5 Kg, sendo distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos com cinco carneiros por tratamento. Os animais foram vermifugados (Ivomec® Injetável, Base Ivermectina 1%; Merial Saúde Animal Ltda, Campinas), casqueados e pesados no início e fim do ensaio. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas suspensas (1,2 m altura x 1,3 m comprimento x 0,60 m largura, piso ripado de madeira) dotadas com fundo metálico em funil e caixas plásticas para recolhimento das fezes e baldes plásticos recobertos com tela para coleta da urina, separadamente. As silagens foram fornecidas *ad libitum*, como único alimento, duas vezes ao dia (08:00 e 17:00 h) em porções iguais. Água limpa, fresca e sal mineral (Ovinofós, Tortuga Cia Zotec. Agrária,

Mairinque; macro 80 g/kg Ca, 60 g/kg P, 12 g/kg S, 132 g/kg e micro 700 mg/kg Mn, 350 mg/kg Cu, 2.600 mg/kg Zn, 50 mg/kg I, 30 mg/kg Co, 11,7 mg/kg Cr, 180 mg/kg Mo, 15 mg/kg Se; base natural) permaneceram disponíveis por todo o período. As sobras foram retiradas e pesadas diariamente (06:30 h) antes do trato da manhã para que o consumo de silagem fosse determinado e monitorado. A quantidade oferecida foi ajustada para proporcionar 15% de sobras.

Ensaio de consumo e digestibilidade aparente

A mensuração do consumo e da digestibilidade do trato total teve duração 25 dias, com vinte dias de aclimação as dietas e cinco dias consecutivos para coleta de dados e amostragem. A quantidade de silagem oferecida, de sobras e a produção total de fezes e urina (volume e peso) foram registradas diariamente e individualmente por animal durante os últimos cinco dias. Amostras diárias das silagens (tratamento) foram coletadas, estocadas a -18°C, e no final dos cinco dias produziram uma amostra composta por tratamento. Amostras diárias individuais das sobras (50 g), fezes (100g) e urina (15%) foram coletadas após pesagem pela manhã, em duplicata, e estocadas -18°C, e no final dos cinco dias compuseram proporcionalmente uma amostra composta por animal. Para coleta da urina utilizou-se 10 mL de 10% (vol:vol) de ácido sulfúrico diariamente nos baldes para evitar perdas de nitrogênio e crescimento bacteriano. Todas as amostras compostas foram congeladas a -18°C até análises.

O consumo de matéria seca (CMS) das silagens foi determinado pela diferença entre a quantidade de alimento fornecido aos animais e quantidade de sobras no cocho, em Kg de matéria natural (MN), considerando-se separadamente o teor de matéria seca (%MS) do oferecido e das sobras, equação 1:

$$CMS = \left[\frac{(\text{Kg Oferecido (MN)} \times \%MS \text{ Oferecido})}{100} - \frac{(\text{Kg Sobras (MN)} \times \%MS \text{ Sobras})}{100} \right] \text{ Equação 1}$$

Os consumos de nutriente (proteína bruta, de fibra em detergente neutro, de fibra em detergente ácido, de celulose, de hemiceluloses e de lignina) foram determinados segundo a equação 2:

$$CN = \left[\frac{(\text{Kg Oferecido (MS)} \times \% \text{ Nutriente Oferecido } (\%MS))}{100} - \frac{(\text{Kg Sobras (MS)} \times \% \text{ Nutriente Sobras } (\%MS))}{100} \right]$$

Equação 2

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade foram utilizados os dados de consumo e produção fecal. As digestibilidades aparentes da matéria seca e da proteína

bruta e as digestibilidades verdadeiras da fibra em detergente neutro, da fibra em detergente ácido, da celulose e das hemiceluloses foram obtidas conforme metodologia utilizada Silva e Leão (1979), segundo a equação 3:

$$\text{Digestibilidade} = \left[\frac{(\text{Consumo nutriente (kg MS)} - (\text{Kg de MS de fezes} \times (\% \text{ Nutriente nas fezes}/100) (\% \text{MS})))}{\text{Consumo de nutriente (kg na MS)}} \right]$$

Equação 3

Para o cálculo do balanço de nitrogênio, ou nitrogênio retido, foram utilizados os valores de nitrogênio (N) consumido, nitrogênio fecal e nitrogênio urinário, através da equação 4:

$$\text{N retido} = \text{N ingerido} - (\text{N fecal} + \text{N urinário}) \text{ Equação 4}$$

O nitrogênio ingerido foi obtido pela diferença entre a quantidade de nitrogênio na silagem oferecida e a quantidade de nitrogênio nas sobras. O Balanço de nitrogênio

Análises laboratoriais

As amostras de silagem, sobras e fezes foram moídas em moinho Wiley (Thomas, Philadelphia, PA) para passar em peneiras de 1-mm após pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 h (TE-394/2; TECNAL Equipamentos para Laboratório Ltda, Piracicaba, Brasil). As amostras foram analisadas segundo os métodos da AOAC (2006) para MS (ID 967.03), cinzas (ID 942.05), proteína bruta (PB) e nitrogênio total (NT) kjeldahl (ID 984.13) e extrato etéreo (ID 920.39). A fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e lignina (LDA) foram determinadas segundo o método sequencial de Van Soest *et al.* (1991)(ID 948.13; AOAC, 2006), sem a utilização de α -amilase e sulfito de sódio. O NDF e FDA foram expressos incluindo as cinzas residuais. Utilizou-se sacos de tecido não tecido (TNT 100) com dimensões de 4x4 cm e o analisador de fibra ANKOM200 (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para as análises de FDN e FDA e o equipamento Daisy^{II} Incubator 220 (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) para LDA. A energia bruta (GE) foi determinada por bomba calorimétrica (6200 Calorímetro Isoperibol, Parr Instrument Company, Moline, IL). As amostras de urina foram analisadas para concentração de nitrogênio e energia bruta, com previamente descrito.

Nas amostras de silagens determinou-se a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), segundo Holden *et al.* (1999) utilizando 0,25 g amostra em saquinhos ANKOM F57 e incubados no simulador de rúmen Daisy^{II} Incubator 220 (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY). O fluido ruminal foi obtido de 4 vacas holandesas em lactação alimentadas

com dieta a base de silagem de milho e suplementadas com 4 kg (base natural) de concentrado (20%PB; 72% NDT; Base MS), em duas refeições iguais às 07:00 e 16:00 h. O fluido ruminal foi colhido antes da alimentação da manhã. Os valores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) das silagens foram determinados de acordo com (VAN SOEST *et al.*, 1991) e expressados como % da fração de Proteína Bruta (%PIDA_{PB}). Os carboidratos não fibrosos (CNF) das silagens foram calculados como $CNF=100-(CP+FDN_{cp}+EE+cinzas)$, onde NDF_{cp} representa a fibra detergente neutro corrigido para cinzas e PB. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC (2001).

Amostras frescas das silagens (500 g) foram prensadas (prensa hidráulica 3856 Modelo C, Caver Inc., Wabash, IN) para obtenção extrato aquoso da silagem onde foi imediatamente determinado os valores de pH (pH meter Q400MT, QUIMIS Aparelhos Científicos; Diadema) e de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT), usando o método de macro kjeldahl destilado com oxido de magnésio (pH>7)(AOAC, 2006). Uma porção de 8 mL do extrato aquoso foi armazenada com 2 mL de 25% (g:vol) de ácido metafosfórico para determinação dos ácidos graxos voláteis-AGV (ácido acético, butírico e propiônico) e ácido lático nas silagens por cromatografia gasosa com detector FID (Shimadzu GC-17A, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) e coluna capilar Nukol™ (n°24107 Supelco, Sigma-Aldrich Brasil Ltda, São Paulo).

Ensaio de respirometria

O sistema de calorimetria indireta de circuito aberto para pequenos ruminantes da Escola de Veterinária da UFMG descrito por Rodriguez *et al.* (2007) foi usado neste estudo, permitindo a mensuração das trocas gasosas de um animal por vez. Os animais foram mantidos na mesma dieta e manejo utilizado no ensaio de consumo e digestibilidade até o momento da mensuração das trocas gasosas, sendo que o consumo foi monitorado e manteve-se em nível de manutenção (60-70 g/kg PV^{0,75})(NRC, 2007) durante esse período. As mensurações de trocas gasosas foram realizadas por um período de 21 horas com o animal alimentado e posteriormente em jejum de 48 horas. A silagem foi fornecida de uma só vez pela manhã imediatamente antes do início das mensurações de troca gasosas do animal alimentado, com disponibilidade constante de água e sal mineral (Ovinofós) durante todas as mensurações de trocas gasosas. Os pesos dos animais foram aferidos nos momentos de entrada e saída da câmara, para acompanhar possíveis mudanças de peso.

Ao fim das mensurações de cada animal a produção de urina foi registrada e amostrada para determinação de excreção de nitrogênio e conteúdo de energia bruta. O consumo de silagem foi registrado para determinação do consumo de energia. Visando o bem estar do animal e para evitar estresse, o animal da mensuração seguinte foi alojado ao lado da câmara. A taxa de fluxo de ar foi ajustada para 70 L/min e diariamente antes das mensurações de trocas gasosas os analisadores foram calibrados com gases de concentração conhecida. A concentração de oxigênio foi analisada usando o analisador de oxigênio PA-1B (Sable Systems International, Las Vegas, NV) e as concentrações de dióxido de carbono e metano foram mensuradas com analisadores de infravermelho (CA-2A para o dióxido de carbono e MA-1 para o metano; Sable Systems International, Las Vegas, NV).

Os resultados das concentrações dos gases e do fluxo de ar foram automaticamente registrados, que por diferença entre a composição do ar que entrava na câmara e do que saía calculou-se o volume (L) de O₂ consumido e de CO₂ e CH₄ produzidos pelos animais.

O cálculo da produção de calor foi realizado de acordo com a equação de Brouwer (1965), equação 6:

$$H \text{ (kj)} = 16,18 \times O_2 \text{ (L)} + 5,02 \times CO_2 \text{ (L)} - 5,88 \times N_u \text{ (g)} - 2,17 \times CH_4 \text{ (L)} \quad \text{Equação 6}$$

Em que, H = é a produção de calor; N_u = é o nitrogênio urinário

Para a transformação dos dados em calorias, utilizou-se como referência o valor de 1 Joule correspondente a 0,239 calorias (Brouwer, 1965).

O coeficiente respiratório (CR) foi calculado como a razão entre CO₂ produzido (L) e O₂ consumido (L) (Brouwer, 1965), equação 7:

$$CR = \frac{CO_2 \text{ (L) produzido}}{O_2 \text{ (L) consumido}} \quad \text{Equação 7}$$

A produção de calor observada para o animal em jejum representante de cada tratamento foi utilizada para subtração da produção de calor do animal alimentado dentro do mesmo grupo obtendo-se o incremento calórico (IC) como segue a equação 8:

$$IC = \text{Produção de calor animal alimentado} - \text{Produção calor animal jejum} \quad \text{Equação 8}$$

Para o cálculo da energia perdida na forma de metano, considerou-se a densidade de 0,7143 g/L de metano produzido pelo animal e o valor de 13,334 Kcal/g de metano, determinando-se a perda diária de energia na forma de metano (Brouwer, 1965).

Os valores de energia digestível (ED) foram obtidos a partir da diferença entre energia bruta (EB) consumida menos a energia bruta das fezes. Os valores de energia metabolizável (EM) foram obtidos a partir da diferença entre energia digestível e perdas de energia sob a forma de metano e urina. Os valores de energia líquida (EL) foram obtidos pela diferença entre energia metabolizável e as perdas de energia como incremento calórico.

O valor de metabolizabilidade da energia bruta (q_m) foi obtido a partir da equação 9:

$$q_m = \frac{CEM \times 100}{CEB} \quad \text{Equação 9}$$

Em que, CEM = Consumo de energia metabolizável (Kcal/dia); CEB = Consumo de energia bruta (Kcal/dia).

O valor de eficiência de utilização de energia metabolizável (k_m) foi obtido a partir da equação 10:

$$K_m = \frac{CEL \times 100}{CEM} \quad \text{Equação 10}$$

Onde, CEL = Consumo de energia líquida (Kcal/dia); CEM = consumo de energia metabolizável (Kcal/dia).

O consumo de matéria seca dos animais durante o ensaio de respirometria foi registrado para estabelecer as relações entre consumo de matéria seca e as trocas gasosas, produção de calor, incremento calórico para serem ajustados aos consumos e digestibilidade aparente obtidos previamente ao ensaio de metabolismo, já que os cálculos de partição de energia, os teores de energia bruta foram determinados nas amostras de sobras, fezes e urina coletadas na primeira fase experimental.

Análises Estatísticas

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco animais (unidade experimental) por tratamento, com o modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$ onde, Y_{ij} é a variável dependente, μ é média geral; T_i é o efeito fixo do tratamento, e ϵ_{ij} o erro (residual) $\epsilon_{ij} \cong N(0, 1)$. Todos os dados foram analisados quanto homocedasticidade e heterocedasticidade das respostas pelos testes de Bartlett e Lilliefors; e a normalidade pelo procedimento de análise univariada através SAS (*Statistical Analysis System*, versão 8.2). Todos os dados foram submetidos a ANOVA, correlação de Pearson e teste de médias utilizando-se o teste Tukey ($P < 0,05$) (SAS, versão 8.2). A escolha pelo teste de média em detrimento a análise

de regressão para o estudo das respostas quantitativas foi fundamentada na inadequação dos modelos (lineares e não lineares testados) em descrever o comportamento das respostas apresentados pelas variáveis analisadas neste capítulo.

6.3. Resultados e Discussão

A composição química, digestibilidade *in vitro* e padrão de fermentação das silagens utilizadas neste estudo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química, parâmetros fermentativos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas, em tambores, aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota

Item	Silagens				
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias
Matéria seca (g/kg)	174,20	264,00	217,90	308,50	325,50
Proteína bruta (g/kg MS)	106,40	126,00	98,00	97,00	96,00
Fibra detergente neutro (g/kg MS)	653,72	688,74	750,20	776,89	751,82
Fibra detergente ácido (g/kg MS)	354,50	341,80	370,40	392,60	383,60
Hemiceluloses (g/kg MS)	255,40	271,50	304,40	291,50	294,70
Celulose (g/kg MS)	309,50	294,80	320,30	337,60	326,60
Lignina (g/kg MS)	45,00	47,00	50,10	55,00	57,00
PIDN (g/100 g PB)	37,25	26,65	32,06	27,53	23,00
PIDA (g/100 g PB)	13,06	7,14	10,18	8,14	7,45
Extrato etéreo (g/kg MS)	20,50	20,00	20,10	21,00	23,00
Fibra detergente neutro corrigido cinzas e proteína (g/kg MS)	609,24	654,34	714,43	745,99	728,07
Carboidratos não fibrosos (g/kg MS)	141,87	113,45	76,76	61,56	89,44
Nutrientes digestíveis totais (g/kg MS)	532,37	556,20	528,72	530,26	545,97
Energia Bruta (Mcal/kg MS)	4,80	4,92	4,88	4,90	4,91
pH	6,01	4,73	5,40	5,45	4,68
Nitrogênio amoniacal (g/kg nitrogênio total)	306,18	99,90	192,52	252,10	136,21
Ácido acético (g/kg MS)	67,66	23,52	33,31	22,22	12,07
Ácido propiônico (g/kg MS)	40,69	3,87	10,62	20,48	8,98
Ácido butírico (g/kg MS)	51,71	1,80	26,73	42,74	3,06
Ácido lático (g/kg MS)	40,51	67,45	14,45	12,08	20,86
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (g/g MS)	0,633	0,586	0,532	0,510	0,522

PIDN= proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA= proteína insolúvel em detergente ácido.

6.3.1 Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca

Os consumos de matéria seca (g/kg peso vivo; g/dia e g/PV^{0,75}) não diferiram entre as silagens de capim-tifton 85 produzidas nas diferentes idades de corte (Tabela 2). Os consumos de matéria seca das silagens permaneceram dentro da faixa de variação de 20 a 75 g/kg PV^{0,75} relatado por McDonald *et al.* (1991) para forragens conservadas. Entretanto o consumo da silagem produzida aos 27 dias de rebrota não atingiu o valor de 53,19 g/PV^{0,75} recomendado pelo NRC (2007) para animais com peso médio de 46 kg em manutenção, mas foi superior ao indicado pelo AFRC (1993) de 46 g/kg PV^{0,75}. Ataíde Jr *et al.* (2000) estudaram fenos de capim-tifton 85 produzidos com 28, 35, 45 e 56 dias de rebrota e não observaram diferenças (P>0,05) no consumo de matéria (20,85 g/kg PV; 54,56 g/kg PV^{0,75}) entre os fenos corroborando com os resultados obtidos neste estudo. As silagens de capim-tifton 85 apresentam consumos de matéria seca competitivos comparados a outras forragens conservadas como silagem de sorgo (45,90 a 59,99 g/kg PV^{0,75}), silagem de capim-marandu aos 56 dias de rebrota (47,40 g/kg PV^{0,75}) e silagem de capim-tanzânia entre 42 a 107 dias de rebrota (58,07 g/kg PV^{0,75}) relatados por Machado *et al.* (2011a), Jayme *et al.* (2011a) e Castro (2008), respectivamente.

Tabela 2. Consumos de matéria seca, digestibilidade aparente da matéria seca e consumos de matéria seca digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.

Unidade	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Consumo de matéria seca							
g/dia	860,19 a	1296,18 a	1122,92 a	1007,95 a	965,54 a	1050,55	24,75
g/100 g Peso Vivo	1,99 a	2,61 a	2,25 a	2,11 a	2,41 a	2,27	17,87
g/kg PV ^{0,75}	51,00 a	68,80 a	59,63 a	55,30 a	60,45 a	59,04	17,57
Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca							
g/g MS	0,558 a	0,547 a	0,458 bc	0,441 c	0,494 b	0,499	5,32
Consumo de matéria seca digestível							
g/kg PV ^{0,75}	28,15 b	37,63 a	27,45 b	24,31 b	29,90 b	29,49	17,59

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). PV^{0,75} = peso metabólico.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (g/g MS) foram superiores (P<0,05) e semelhantes entre si para as silagens produzidas até 45 dias de rebrota. (Tabela 2). Já os coeficientes médios de digestibilidade aparente da MS (0,499 g/g MS) obtidos neste estudo foram medianos, mas semelhantes aos observados por Machado *et al.* (2011a) para silagens de sorgo BRS-610 (0,496 g/g MS). Gonçalves *et al.* (2003) também relataram

reduções nos valores de digestibilidade aparente da matéria seca de fenos de capim-tifton 85 produzidos entre 28 e 84 dias de rebrota (0,605 para 0,538 g/g MS).

Os consumos de matéria seca digestível ($\text{g/PV}^{0,75}$) foram superiores ($P < 0,05$) para as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 dias de rebrota e foram inferiores ($P < 0,05$) e semelhantes entre si para as outras idades ($P > 0,05$). Apesar dos menores valores de digestibilidade encontrado nas silagens de capim-tifton 85 os elevados consumos de matéria seca garantiram consumos médios de matéria seca digestível ($29,90 \text{ g/kg PV}^{0,75}$) competitivos comparado a outras fontes alternativas de volumosos. De fato, Van Soest (1994) indica que o consumo corresponde por 70% do potencial nutritivo do alimento (consumo de matéria seca digestível), sendo mais importante que a digestibilidade que corresponderia pelos outros 30%. Consumos de matéria seca digestível obtidos para as silagens de capim-tifton 85 foram superiores aos valores relatados por Castro (2008), Jayme *et al.* (2011a) e Machado *et al.* (2011a), respectivamente, para silagens de capim-tanzânia ($32,17$ a $26,53 \text{ g/kg PV}^{0,75}$ entre 42 e 84 dias de rebrota), silagens de capim-marandu ($27,27 \text{ g/kg PV}^{0,75}$ com 56 dias de rebrota) e silagens de sorgo ($23,85$ a $32,19 \text{ g/kg PV}^{0,75}$), corroborando o potencial uso de silagens de capim-tifton 85 como volumoso suplementar na nutrição de ruminantes.

6.3.2 Consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta e balanço de nitrogênio

As silagens produzidas aos 45 dias de rebrota garantiram consumos de proteína bruta (g/dia e $\text{g/kg PV}^{0,75}$) superiores ($P < 0,05$) as silagens produzidas aos 27, 56, 74 e 90 dias de rebrota, as quais foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) (Tabela 3). Ataíde Jr (2000) relatam reduções no consumo de PB com o avanço da idade de rebrota para fenos de capim-tifton 85 produzidos entre 28 a 46 dias, devido a redução no consumo de matéria seca e menores conteúdos de PB, o que não foi confirmado neste estudo. O maior consumo de PB ($\text{g/kg PV}^{0,75}$) observado para a silagem de capim-tifton 85 produzida aos 45 dias de rebrota ocorreu, provavelmente, pelo maior conteúdo de PB presente nesta silagem (Tabela 1), uma vez que o consumo de matéria seca não diferiu entre as silagens avaliadas. O consumo médio de proteína bruta ($\text{g/kg PV}^{0,75}$) obtido neste estudo foi superior aos valores de 2,19; 3,53; 3,83; 4,06; 4,65 e 5,19 $\text{g/kg PV}^{0,75}$ relatados na literatura para silagem de capim-elfante (70 dias de rebrota) (FERREIRA *et al.*, 2010), silagem de capim-marandu (56 dias de rebrota) (Jayme *et al.*, 2011a), silagem de sorgo (MACHADO *et al.*, 2011a), silagem de capim-andropogon (56 dias de rebrota) (JAYME *et al.*, 2011b), silagem de capim-tanzânia (42 dias de rebrota) e silagem de milho (MARTINS *et al.*, 2003), respectivamente.

Tabela 3. Consumo de proteína bruta, digestibilidade aparente da proteína bruta e consumo de proteína bruta digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.

Unidade	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Consumo de proteína bruta							
g/dia	95,35 b	161,57 a	109,08 b	102,82 b	92,27 b	112,22	25,74
g/kg PV ^{0,75}	5,65 b	8,59 a	5,80 b	5,64 b	5,78 b	6,29	16,85
Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta							
g/g PB	0,428 c	0,586 a	0,483 bc	0,533 ab	0,591 a	0,524	9,32
Consumo de proteína bruta digestível							
g/kg PV ^{0,75}	2,37 b	5,04 a	2,84 b	3,02 b	3,42 b	3,34	19,55

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$). PV^{0,75} = peso metabólico.

Já os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (g/g PB) foram superiores e semelhantes entre si para as silagens produzidas aos 45 e 90 dias (Tabela 3), os quais coincidiram com as menores frações de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA)(Tabela 1). Corroborando essa relação os menores coeficientes de digestibilidade aparente foram observados para a silagem produzida aos 27 e 56 dias, as quais apresentaram valores de PIDA de 13,06 e 10,18 g/100g PB, respectivamente. Senger *et al.* (2005) observaram aumentos nos valores de PIDA com o aumento da umidade da silagem do milho, o que pode justificar em parte os valores mais elevados de PIDA (Tabela 1) para as silagens produzidas aos 27 e 56 dias. Castro *et al.* (2006) observaram para silagens de capim-tifton 85 valores de PIDN (25,0 g/100g PB) e PIDA (5,92 g/kgN) inferiores aos encontrados neste estudo. Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta encontrados neste estudo são superiores aos valores de 0,192 a 0,457 g/g PB obtidos por Machado *et al.* (2011a) para silagens de sorgo e não reduziram com o avanço da idade de corte contrariando os resultados de Gonçalves *et al.* (2003). Esses autores encontraram reduções lineares (0,609 a 0,479 g/g PB) na digestibilidade aparente da PB de fenos de capim-tifton 85 produzidos entre 28 a 84 dias de rebrota, com aumentos lineares na fração indisponível de proteína. Segundo Castro (2008), os coeficientes de digestibilidade aparente da PB das silagens de capim-tanzânia reduziram de 0,519 para 0,222 g/g PB entre 42 e 107 dias de rebrota da planta no momento da ensilagem.

Os consumos médios de proteína bruta digestível neste estudo (3,34 g/kg PV^{0,75}) atendem o preconizado pelo AFRC (1993) de 2,46 g/kg PV^{0,75} e pelo NRC (2007) de 2,48 g/kg PV^{0,75} para ovinos em manutenção e foram superiores aos relatados por Jayme *et al.* (2011a) para

silagens de capim-marandu aos 56 dias de rebrota com ou sem aditivo microbiano (1,87 a 3,08 g/kg PV^{0,75}). A silagem produzida aos 45 dias proporcionou consumo de proteína bruta digestível (g/kg PV^{0,75}) superior (P<0,05) as demais silagens que não diferiram entre si (Tabela 3). Os consumos de proteína bruta digestível encontrados na literatura para volumosos conservados como silagens de sorgo, milho e milheto variam de 0,76 a 3,25 g/kg PV^{0,75} (PIRES, 2007), 4,24 a 5,19 g/kg PV^{0,75} (FREITAS *et al.*, 2003) e 2,54 a 3,17 g/kg PV^{0,75} (GUIMARÃES JR, 2006), respectivamente. Portanto, as silagens de capim-tifton 85 garantem consumos de proteína bruta digestível compatível com as silagens de volumosos convencionais.

Entretanto, os balanços de nitrogênio das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 27 e 56 dias de rebrota foram negativos, indicando que a qualidade da proteína bruta absorvida foi comprometida. Acredita-se que a absorção ruminal do nitrogênio amoniacal (nitrogênio não proteico) responda em parte pela elevada perda urinária de nitrogênio (Tabela 4) (HUHTANEN *et al.*, 2007). Segundo Broderick *et al.* (1991) a eficiência de utilização do nitrogênio amoniacal das silagens pelas bactérias ruminais é baixa pois a velocidade de absorção epitelial supera a capacidade microbiana de fixação do nitrogênio em proteína microbiana (principal fonte de aminoácidos ao ruminantes) principalmente na falta de carboidratos prontamente fermentáveis (CNF). Segundo esses autores silagens com elevados valores de PIDA e nitrogênio amoniacal podem limitar a produção de proteína microbiana por deficiência no nitrogênio disponível e comprometer o aporte de aminoácidos ao intestino delgado, resultando em balanços negativos de nitrogênio mesmo com níveis adequados de proteína bruta na dieta.

Tabela 4. Consumo, perda fecal e urinária de nitrogênio, nitrogênio retido, balanços de nitrogênio, eficiências de uso do nitrogênio retido das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.

Item	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Nitrogênio ingerido (g/dia) (NI)	15,27 b	25,90 a	17,45 b	16,45 b	14,91 b	18,00	17,12
Perda fecal de nitrogênio (g/dia)	8,85 a	10,73 a	8,96 a	7,67 a	6,02 b	8,44	20,92
Nitrogênio absorvido (g/dia) (NA)	6,43 b	15,18 a	8,49 b	8,78 b	8,89 b	9,55	19,52
Perda urinária de nitrogênio (g/dia)	16,46 a	11,92 ab	10,87 ab	8,45 b	6,06 b	10,75	25,18
Nitrogênio retido (g/dia) (NR)	-10,03 c	3,26 a	-2,38 b	0,32 ab	2,83 a	-1,19	182,00
Balanco de N (NR/NI) (%)	-67,0 c	14,0 a	-15,0 b	2,0 ab	18,0 a	-75,0	124,35
Eficiência de uso N (NR/NA) (%)	-157,0 c	23,0 a	-33,0 b	3,0 ab	31,0 a	-26,0	100,00

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Neste estudo, a quantidade de proteína bruta potencialmente disponível a degradação ruminal (PB g/kg MS – PIDA g/kg MS) foi superior a 70 g/kg MS preconizado por Van Soest (1994) para manter a função ruminal.

As silagens produzidas aos 45, 74 e 90 dias de rebrota proporcionaram balanços positivos de nitrogênio indicando retenção de proteína no animal e atendimento às exigências proteicas de manutenção dos ovinos. Jayme *et al.* (2011a) avaliando silagens de capim-marandu (56 dias de rebrota) observaram perdas de nitrogênio urinário de 0,186 g/dia, retenção de nitrogênio de 4,66 g N/dia e balanço de nitrogênio (NR/NI) de 50,97%, sendo os dois últimos superiores aos valores encontrados neste estudo. Já Castro (2008) estudou silagens de capim-tanzânia produzidas entre 42 e 107 dias de rebrota e relatou perdas urinárias superiores às perdas fecais corroborando os resultados deste estudo. Além disso, esse autor também observou maiores perdas urinárias para silagens com maiores teores de umidade confirmando a importância do padrão de fermentação da silagem na qualidade da proteína e conseqüentemente sobre o desempenho do animal. Jayme *et al.* (2011b) relataram para silagem de capim-andropogon retenções de nitrogênio variando de 1,77 a 0,56 g/dia, balanços de nitrogênio (NR/NI) de 12,68 a 6,08 % e eficiência de uso do nitrogênio ingerido de 32,78 a 24,48 %. Em síntese, a partição do nitrogênio sugere a necessidade de aporte adicional de energia prontamente fermentável no rúmen para maximizar o aproveitamento do nitrogênio solúvel (nitrogênio amoniacal) presente nas silagens favorecendo a fixação desse nitrogênio em proteína microbiana e minimizando a absorção e excreção urinária da amônia.

6.3.3 Consumo e digestibilidade das frações fibrosas

Os consumos de fibra detergente neutro (g/dia, g/kg PV e g/kg PV^{0,75}) das silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 27 dias de rebrota foram inferiores ($P < 0,05$) aqueles proporcionados pelas silagens confeccionadas aos 45 dias (Tabela 5), os quais se mantiveram ($P > 0,05$) para as silagens produzidas até 90 dias de rebrota. O menor consumo de FDN observado para primeira idade de ensilagem resulta dos menores conteúdos de FDN destas silagens (Tabela 3 capítulo 4), uma vez que os consumos de matéria seca foram semelhantes entre as silagens (Tabela 2). Os consumos de FDN em relação ao peso vivo foram, respectivamente, superiores (1,08 g/100g PV) e próximos (1,52 g/100g PV) aos observados por Bringel *et al.* (2011) e Teles *et al.* (2010) para silagens de capim-elefante.

Portanto, o consumo de matéria seca das silagens produzidas aos 27 dias de rebrota diferentemente das outras idades deve ter sido regulado por outros fatores nutricionais e não pelo enchimento físico proporcionado pela ingestão de FDN, pois este foi inferior a capacidade de consumo de 35 g/kg PV^{0,75} proposto por Mertens (1994) para ovinos consumindo volumosos com valores de FDN entre 350 a 759 g/kg MS. Segundo Huhtanen *et al.* (2007) os coeficientes de digestibilidade da MS apresentam maior impacto no consumo de matéria seca que os conteúdos e consumos de FDN para silagens de capim colhidas em diferentes idades de rebrota, permitindo semelhantes consumos de matéria seca em silagens com diferentes consumos de FDN.

Os consumos de fibra das silagens de capim-tifton 85 são compatíveis com aqueles obtidos por Machado *et al.* (2011a) e Jayme (2008) para silagens de sorgo e silagens de capim-marandu (56 dias rebrota), os quais relataram consumos médios de FDN de 31,66 e 32,58 g/kg PV^{0,75} e de FDA de 17,75 e 17,74 g/kg PV^{0,75}, respectivamente. Já Bringel *et al.* (2011) avaliando silagens de capim-elefante (60 dias de rebrota) encontraram consumos de FDN (23,74 g/PV^{0,75}) e FDA (16,93 g/PV^{0,75}) inferiores aos obtidos neste estudo. Esses resultados confirmam que embora o capim-tifton 85 apresente valores relativamente altos de FDN a qualidade da fibra permite bons consumos de FDN (PACIULLO *et al.*, 2001, 2002ab).

Tabela 5. Consumo de fibra detergente neutro, digestibilidade da fibra detergente neutro e consumo de fibra detergente neutro digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.

Unidade	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Consumo de fibra detergente neutro							
g/dia	422,38 b	769,87 a	739,62 a	661,68 ab	635,58 ab	645,83	25,46
g/100 g Peso Vivo	0,97 b	1,55 a	1,42 ab	1,39 ab	1,58 a	1,38	19,87
g/kg PV ^{0,75}	24,91 b	40,83 a	39,29 a	36,34 ab	39,78 a	36,23	18,59
Coeficiente de digestibilidade da fibra detergente neutro							
g/g de FDN	0,601 a	0,493 b	0,436 bc	0,388 c	0,478 b	0,479	9,54
Consumo de fibra detergente neutro digestível							
g/kg PV ^{0,75}	14,81 a	20,19 a	17,12 a	14,09 a	19,01 a	17,04	20,66

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). PV^{0,75} = peso metabólico.

Já os consumos de fibra detergente ácido foram iguais (Tabela 6) e são justificados pelas semelhanças nos conteúdos de FDA (Tabela 4, capítulo 4) e nos consumos de matéria seca (Tabela 2) entre as silagens. Da mesma forma, Castro (2008) não observou diferença nos

consumos de FDA em ovinos alimentados com silagens de capim-tanzânia produzidas com 42 a 107 dias de rebrota (23,47 g/PV^{0,75}).

Tabela 6. Consumo de fibra detergente ácido, digestibilidade da fibra detergente ácido e consumo de fibra detergente ácido digestível das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.

Unidade	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Consumo de fibra detergente ácido							
g/dia	304,34 a	434,16 a	406,09 a	385,89 a	359,88 a	378,07	24,26
g/kg PV ^{0,75}	18,04 a	23,05 a	21,57 a	21,17 a	22,52 a	21,27	17,81
Coeficiente de digestibilidade da fibra detergente ácido							
g/g FDA	0,637 a	0,5478 ab	0,464 b	0,428 b	0,507 b	0,517	11,34
Consumo de fibra detergente ácido digestível							
g/kg PV ^{0,75}	11,39 a	12,68 a	9,99 a	9,09 a	11,42 a	10,91	21,35

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). PV^{0,75} = peso metabólico.

Neste estudo, houve redução na digestibilidade da FDN com o avanço da idade de ensilagem, sendo mais acentuado entre as idades de 27 e 45 dias de rebrota com variações menores para as idades mais avançadas. Assim, os maiores comprometimentos da fibra da silagem ocorreram precocemente (Tabela 5). Já para a digestibilidade da FDA as diferenças significativas (P<0,05) ocorreram entre as idades de 27 e 56 dias com estabilização nos valores para as idades mais avançadas (Tabela 6). Os valores médios de digestibilidade da fibra das silagens de capim-tifton 85 foram superiores aos observados por Machado *et al.* (2011a) para silagens de sorgo (0,479 vs. 0,455 g/g FDN e 0,517 vs. 0,366 g/g FDA) e semelhante aos descritos por Castro (2008) para silagens de capim-tanzânia colhidos entre 42 e 107 dias de 0,614 a 0,498 g/g de FDN e 0,670 a 0,507 g/g de FDA, respectivamente.

Já os consumos de fibra detergente neutro digestível e de fibra detergente ácido digestível não diferiram entre as silagens produzidas nos diferentes estádios de maturação do capim-tifton 85, com médias de 17,04 e 10,91 g/kg PV^{0,75}, respectivamente (Tabela 5 e 6). Bringel *et al.* (2011) encontraram para silagens de capim elefante (60 dias de rebrota) consumos de FDN e FDA digestíveis (14,94 e 10,61 g/kg PV^{0,75}, respectivamente) inferiores aos obtidos neste estudo. Já Castro (2008) observou reduções nos consumos de FDN (21,10 a 19,91 g/kg PV^{0,75}) e FDA (14,91 a 11,95 g/kg PV^{0,75}) digestíveis com o avanço da idade de ensilagem do capim-tanzânia (56 a 107 dias) e os valores encontrados foram superiores e inferiores, respectivamente, aos obtidos neste estudo.

Os consumos de hemiceluloses, celulose e lignina (g/dia e g/kg PV^{0,75}) não diferiram (P>0,05) entre as silagens de capim-tifton 85, exceto pelo menor consumo de lignina (g/kg PV^{0,75}) obtido para a idade de 27 dias (Tabela 7). Foi observado reduções nos coeficientes de digestibilidade das hemiceluloses e celulose com o avanço da idade de ensilagem, com diferenças significativas a partir de 45 e 56 dias, respectivamente (Tabela 7). Entretanto, essas alterações não promoveram alteração nos consumos de hemiceluloses e celulose digestíveis, exceto pelo menor valor obtido para hemiceluloses na idade de 74 dias. Segundo Brito *et al.* (2003) as hemiceluloses apresentam menores digestibilidades que a celulose em razão da maior associação dessas com a lignina da parede celular primária, confirmando os resultados deste estudo.

Tabela 7. Consumos de hemiceluloses, celulose e lignina, digestibilidade das hemiceluloses e celulose e consumos de hemiceluloses e celulose digestíveis das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos.

Item	Unidade	Silagens					Médias	CV (%)
		27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Consumos								
Hemicelulose	g/dia	213,78 a	335,71 a	333,54 a	275,79 a	275,70 a	286,90	24,9
	g/kg PV ^{0,75}	12,67 a	17,78 a	17,72 a	15,18 a	17,26 a	16,13	18,47
Celulose	g/dia	265,86 a	374,48 a	351,32 a	334,17 a	306,91 a	326,55	24,3
	g/kg PV ^{0,75}	15,76 a	19,88 a	18,67 a	18,33 a	19,20 a	18,37	17,94
Lignina	g/dia	38,48 a	59,69 a	54,76 a	51,72 a	52,97 a	51,52	24,2
	g/kg PV ^{0,75}	2,28 b	3,17 a	2,90ab	2,84 ab	3,31 a	2,90	17,18
Digestibilidade (g/g)								
Hemiceluloses		51,02 a	42,12 b	40,41 bc	33,20 c	44,16 ab	42,18	9,99
Celulose		74,00 a	65,30 ab	56,35 c	52,63 c	58,55 bc	61,36	7,6
Consumos (g/kg PV ^{0,75})								
Hemiceluloses digestíveis		6,34 ab	7,51 a	7,16 ab	5,00 b	7,59 a	6,72	17,32
Celulose digestível		11,57 a	13,00 a	10,50 a	9,64 a	11,24 a	11,19	18,46

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). PV^{0,75} = peso metabólico.

Gonçalves *et al.* (2011a) encontraram para a silagem de capim-andropogon colhido aos 56 dias consumos de hemiceluloses e celulose de 16,97 e 22,39 g/kg PV^{0,75}, com respectivos coeficientes de digestibilidade de 0,572 e 0,722 g/g. Assim, os valores de consumo de nutrientes digestíveis foram de 9,70 e 16,18 g/kg PV^{0,75} para as hemiceluloses e a celulose, respectivamente. O consumo de lignina encontrado neste estudo foi inferior aos observados por Machado *et al.* (2011a) para silagens de sorgo (2,9 vs. 3,06) e justifica-se pelos menores conteúdos de lignina observados nas silagens de capim-tifton 85.

6.3.4 Partição e balanço de energia

Os consumos de energia bruta (EB) não diferiram entre as silagens de capim-tifton 85 com valores médios de 299,72 kcal/kgPV^{0,75} (Tabela 8), o que é condizente com os consumos de matéria seca (Tabela 2) e conteúdos de energia bruta semelhantes da dieta (Tabela 11). Velasco (2011) também observou semelhança nos consumos de energia bruta (291,1 kcal/kgPV^{0,75}) para a braquiária decumbens entre 56 e 112 dias de rebrota.

As perdas de energia nas fezes (EF) em kcal/kg PV^{0,75} foram semelhantes entre as silagens (Tabela 8), embora a digestibilidade da matéria seca tenha variado (Tabela 2). Assim, as propriedades inerentes a cada nutriente influenciaram no aproveitamento da energia do alimento durante o trânsito pelo trato gastrointestinal. Por outro lado, quando as perdas fecais foram avaliadas em proporção ao consumo de energia bruta (Tabela 9) observaram-se menores ($P < 0,05$) perdas energéticas para as silagens produzidas aos 45 dias de rebrota (45,50 kcal/100 kcal EB). Teixeira *et al.* (2011) observaram perdas energéticas fecais de 44,26 kcal/100 kcal EB para silagens de sorgo (BRS 625, BRS 610, ATF54A x CMSXS235R). Já Ramirez (2011) e Velasco (2011) relataram perdas fecais variando de 44,1 a 54,1 kcal/100 kcal EB e 34,0 a 42,0 kcal/100 kcal EB para a braquiária decumbens fenada ou fresca, respectivamente. Para as dietas comumente oferecidas aos ruminantes, a perda de energia fecal varia de 10% (dietas ricas em concentrado) a 70% (dietas ricas em fibra) da energia bruta do alimento ingerido, portanto determinante no valor nutritivo dos alimentos (BLAXTER, 1962). Estudos de melhoramento genético das forrageiras no sentido de melhorar a digestibilidade das frações fibrosas podem representar grande impacto na eficiência de uso da energia nos sistemas produtivos.

O consumo de energia digestível é resultado da interação entre consumo de matéria seca, densidade energética e extensão da perda de energia nas fezes. Neste estudo, as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45 e 90 dias de rebrota proporcionaram consumos de energia digestível semelhantes entre si ($P > 0,05$) e superiores ($P > 0,05$) as idades de 27 e 74 dias, as quais foram semelhantes entre si ($P > 0,05$). Jayme *et al.* (2011a) encontraram consumos de energia digestível de 140 kcal/PV^{0,75} para ovinos alimentados com silagens de capim-marandu colhido aos 56 dias de rebrota, sendo próximo ao obtido neste estudo para idade correspondente. Já Gonçalves *et al.* (2011b) e Ramirez (2011) relataram reduções nos consumos de energia digestível de silagens de capim-andropogon (56, 84 e 112 dias de rebrota) e fenos de braquiária decumbens (56,84 e 112 dias de rebrota) com o

avanço do estágio de maturação, com valores variando de 150 a 104 kcal/PV^{0,75} e 158 a 114 kcal/PV^{0,75}, respectivamente.

Tabela 8. Consumos e perdas de energia das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em kcal/PV^{0,75}.

Item	Silagens					Médias	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Consumo de energia Bruta ¹	261,61 a	340,43 a	292,72 a	293,08 a	310,79 a	299,72	16,68
Perda de energia nas fezes ¹	141,52 a	154,74 a	156,23 a	160,56 a	154,09 a	153,43	19,78
Consumo de energia digestível ¹	120,09 b	185,68 a	136,49 ab	132,52 b	156,70 a	146,30	16,66
Perda de energia na urina ¹	5,82 a	6,53 a	7,94 a	9,77 a	5,30 a	7,07	59,51
Perda de energia em metano ¹	13,01 a	16,96 a	11,05 a	10,86 a	12,87 a	12,95	29,51
Consumo de energia Metabolizável ¹	101,26 b	162,19 a	117,50 ab	111,88 ab	138,52 ab	126,27	18,50
Perdas de energia com incremento calórico ¹	50,02 a	69,04 a	42,17 a	29,34 a	31,18 a	44,35	47,83
Consumo de energia Líquida ¹	51,24 b	93,15 a	75,33 a	82,55 a	107,34 a	81,92	32,30
Exigência de energia metabolizável de manutenção ^{1;2}	113,24 a	124,74 a	100,22 a	104,40 a	102,65 a	109,05	13,63
Retenção de energia ^{1;3}	-11,98 b	37,45 a	17,28 a	7,48 a	35,87 a	13,97	34,0

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). ¹kcal/kg PV^{0,75}; PV^{0,75} = peso metabólico. ² Produção de calor do animal alimentado + energia bruta contida na urina representou a exigência de energia metabolizável de manutenção. ³ Retenção de energia (Balanço de energia)= Diferença entre o consumo de energia metabolizável e a produção de calor do animal.

Tabela 9. Perdas de energia nas fezes, na urina, como metano e incremento calórico em relação a energia bruta das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos em manutenção.

Item	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Fezes (kcal/100 kcal EB)	53,42 a	45,50 b	53,89 a	54,55 a	49,23 ab	51,32	6,70
Urina (kcal/100 kcal EB)	2,30 a	2,01 a	2,75 a	3,37 a	1,71 a	2,43	63,32
Metano (kcal/100 kcal EB)	5,16 a	4,92 a	3,82 a	3,73 a	4,15 a	4,35	26,55
Incremento calórico (kcal/100 kcal EB)	19,07 a	19,52 a	14,77 a	9,91 a	10,05 a	14,66	38,42

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). ¹EB=Energia Bruta.

Já as perdas de energia na urina foram semelhantes (P>0,05) entre os animais alimentados com as silagens de capim-tifton 85 produzidas em diferentes idades de rebrota, indicando valores médios de 7,07 kcal/PV^{0,75} (Tabela 8) e 2,43 kcal/100 kcal EB (Tabela 9). Machado (2010), Ramirez (2011) e Velasco (2011) relataram perdas de energia urinária para silagens de sorgo (2,35 a 4,48 kcal/PV^{0,75} ou 0,95 a 2,15 kcal/100 kcal EB), feno de

braquiária decumbens (2,4 a 6,7 kcal/PV^{0,75} ou 0,88 a 2,61 kcal/100 kcal EB) e braquiária decumbens fresca (1,50 a 5,54 7 kcal/PV^{0,75} ou 6,2 a 4,06 kcal/100 kcal EB) inferiores, semelhantes e superiores, respectivamente, aos obtidos neste estudo. Segundo Blaxter e Wainman (1964), a perda energética na forma de urina não deve ultrapassar 5 kcal/100 kcal EB. Altas perdas de energia urinária indicam baixa eficiência de utilização do nitrogênio ingerido pelo animal e maior custo energético para excreção em ureia (12 kcal/g N amoniacal convertido em ureia)(VAN SOEST, 1994).

As perdas médias de energia como metano foram de 12,95 kcal/PV^{0,75} (Tabela 8) e 4,35 kcal/100 kcal EB (Tabela 9) não diferindo ($P>0,05$) entre as silagens avaliadas. A produção de metano é dependente do tipo de substrato fermentado e da digestibilidade da fibra (JOHNSON & JOHNSON, 1995). A semelhança nos consumos de celulose e hemiceluloses digestíveis (Tabela 7) justificam as produções de metano semelhantes entre as silagens. A produção de metano entérico representa importante perda de energia em ruminantes com valores inicialmente sugeridos de 5,5 a 6,5 kcal/100 kcal da energia bruta ingerida (JOHNSON & WARD, 1996). Atualmente, grandes variações têm sido indicadas através de estudos de calorimetria indireta (método padrão ouro) na emissão de metano com valores de 2 a 12 kcal/100 kcal da energia bruta ingerida (JOHNSON & JOHNSON, 1995). Harper *et al.* (1999) verificaram que 8,1 e 2,1 kcal/100 kcal da energia bruta ingerida foram perdidas como metano em novilhos de corte alimentados com dietas exclusivas de forragem ou com 80% de concentrado, respectivamente. Já Ramirez (2011) encontrou perdas de energia com metano variando de 19,6 a 12,2 kcal/PV^{0,75} ou 6,9 a 4,9 kcal/100 kcal EB para fenos de braquiária decumbens produzidos entre 56 e 112 dias de rebrota, respectivamente.

O consumo de energia metabolizável diferiu significativamente ($P<0,05$) apenas entre as silagens produzidas aos 27 e 45 dias, com valores semelhantes ($P>0,05$) e intermediários para as silagens entre 56 e 90 dias de rebrota (Tabela 8). Os consumos energia metabolizável proporcionados pelas silagens de capim-tifton 85 aos 45 dias de rebrota superaram os valores de 131,2 e 135,0 kcal/PV^{0,75} observados para silagens de capim-andropogon (GONÇALVES *et al.*, 2011b) e fenos de braquiária decumbens (RAMIREZ, 2011) ambos produzidos aos 56 dias de rebrota.

O incremento calórico (IC) proporcionado pela ingestão das silagens foi semelhante entre os tratamentos com valores médios de 44,35 kcal/kg PV^{0,75} (Tabela 8) e 14,66 kcal/100 kcal EB (Tabela 9). As perdas de energia como IC dependem da quantidade de alimento

ingerido, porque os processos de digestão e transporte da digesta no trato digestivo requerem energia. Além disso, dietas ricas em forragens proporcionam maiores perdas de energia como incremento calórico comparado a dietas ricas em concentrados (JOHNSON *et al.*, 2003), pois a conservação da energia durante a produção de ácido acético é menos eficiente comparada a produção de propionato. Velasco (2011) também não observou diferença nas perdas de energia como IC (36,06 kcal/kg PV^{0,75} e 12,63 kcal/100 kcal EB) em ovinos alimentados com braquiária decumbens colhida entre 56 e 112 dias de rebrota. Machado (2010) encontrou valores de IC variando de 19,34 a 40,70 kcal/kg PV^{0,75} e 10,10 a 19,48 kcal/100 kcal EB para silagens de sorgo (BRS 610, BR700 e BRS655) entre os estádios leitoso, pastoso ou farináceo, corroborando os resultados obtidos neste estudo. A proporção de energia metabolizável perdida como IC neste estudo (22,51 a 49,90 kcal/100 kcal EM) permaneceram dentro da faixa de variação de 35 a 60 kcal/100 Kcal EM proposta por Johnson *et al.* (2003) para dietas ricas em forragens.

Os coeficientes de variação obtidos para as perdas de energia na forma de urina, metano e incremento calórico estão acima dos valores de 20 a 30% recomendado como adequados para experimentação animal, segundo Sampaio (2002). Entretanto justificam-se pelo caráter instável dessas variáveis, como observado por Castro (2008), Machado (2010), Velasco (2011) e Ramirez (2011).

Os consumos de energia líquida proporcionados pelas silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 27 dias foram inferiores ($P < 0,05$) aqueles observados para as silagens obtidas entre 45 e 90 dias de rebrota, os quais foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) (Tabela 8). Embora tenham ocorrido semelhanças ($P > 0,05$) no consumo de energia bruta e nas perdas de energia fecal entre as silagens, as variações numéricas resultaram em menores ($P < 0,05$) consumos de energia digestível e metabolizável para a silagem produzida aos 27 dias de rebrota, o que se manteve para o consumo de energia líquida. Ramirez (2011) e Velasco (2011) não observaram efeito do estágio de maturação da braquiária decumbens no consumo de energia líquida proporcionado, respectivamente, pelo feno (84,8 kcal/kg PV^{0,75}) ou pela forragem fresca (124,36 kcal/kg PV^{0,75}) entre 56 e 112 dias de rebrota. Por outro lado, Gonçalves *et al.* (2011b) observaram reduções nos consumos de energia líquida de silagens de capim-andropogon com o avanço do estágio de maturação da planta (108,33 para 74,40 kcal/kg PV^{0,75} 56 a 112 dias), assim como Teixeira *et al.* (2011) para o capim-elfante colhido entre 56 e 112 dias de rebrota (137,4 vs. 84,23 kcal/PV^{0,75}). Já Machado (2010) encontrou para silagens de sorgo consumos de energia líquida variando de 47,68 a

96,17 kcal/kg PV^{0,75}. Esses resultados sugerem que as silagens de capim-tifton 85 produzidas entre 45 e 90 dias de rebrota resultam em consumos de energia líquida competitivos com silagens referências como o sorgo e mostra-se também como opção comparada a outras gramíneas tropicais.

A partição da energia das silagens indicou retenções negativas de energia para silagens produzidas aos 27 dias e retenções positivas e semelhantes entre si ($P > 0,05$) para as demais idades (45, 56, 74 e 90 dias) (Tabela 8). Entretanto, as silagens produzidas aos 27 dias foram incapazes de atender as exigências de manutenção em energia (Tabela 8) e proteína (Tabela 4) dos animais. A retenção de energia foi baixa com valores de 7,04; 2,52; 4,98 e 12,67 kcal/100 kcal EB para as silagens de capim-tifton 85 produzidas aos 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota. Assim, as silagens de capim-tifton 85 utilizadas como único alimento permitiu apenas a manutenção do peso dos animais em confinamento.

6.3.5. Eficiência de utilização da energia

As eficiências de utilização de energia das silagens não foram influenciadas pelo estágio de maturação da planta no momento da ensilagem ($P > 0,05$), exceto pela diferença ($P < 0,05$) entre a metabolizabilidade da energia bruta (EB) da silagem produzida aos 45 e 74 dias (Tabela 10). Assim, não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (0,487 kcal/kcal EB).

Tabela 10. Digestibilidade aparente da energia bruta, metabolizabilidade da energia bruta (qm), eficiência de conversão da energia metabolizável em energia líquida (Km) e proporção de energia líquida na energia bruta das silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, em ovinos em manutenção.

Item	Silagens					Médias	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Digestibilidade da energia bruta ¹	0,4660 a	0,5450 a	0,4610 a	0,4540 a	0,5080 a	0,487	8,16
qm ¹	0,3912 ab	0,4758 a	0,3954 ab	0,3835 b	0,4491 ab	0,4190	9,08
Km ¹	0,5075 a	0,5851 a	0,6107 a	0,7398 a	0,7803 a	0,6447	25,74
Energia líquida/Energia bruta ¹	0,2005 a	0,2805 a	0,2477 a	0,2843 a	0,3487 a	0,2726	29,84

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$). ¹kcal/kcal

A eficiência de conversão de energia bruta em energia digestível (ED) para silagens de gramíneas têm variado entre 0,488 a 0,726 kcal/kcal EB em silagens de sorgo (MARTINS *et al.*, 2003, PIRES, 2007), 0,591 a 0,669 kcal/kcal EB em silagens de milho (FREITAS *et al.*, 2003, RIBAS *et al.*, 2007); 0,445 a 0,597 kcal/kcal EB em silagens de capim-tanzânia

(CASTRO, 2008); 0,49,4 a 0,536 kcal/kcal EB para o silagens de capim-marandu (JAYME *et al.* 2011a); 0,533 a 0,734 kcal/kcal EB para o silagens de capim-elefante (RIBEIRO, 2011). A variação corresponde às diferenças entre estádios fenológicos e qualidade estrutural da parede celular que irão determinar a digestibilidade e as perdas fecais (VAN SOEST, 1994).

A eficiência de utilização da energia é influenciada pelas perdas energéticas durante o fluxo da energia pelo animal. Desta forma, a metabolizabilidade da energia bruta ($qm = \text{consumo de energia metabolizável} / \text{consumo de energia bruta: EM/EB}$) envolve as perdas de energia na forma de fezes, urina e metano e variações entre 0,395 a 0,642 kcal/kcal EB foram observadas para fenos e silagens de gramíneas tropicais (CASTRO, 2008; RIBAS, 2010; MACHADO, 2010; RAMIREZ, 2011). Neste estudo, os valores médios de qm foram de 0,419 kcal/kcal EB, com semelhança ($P > 0,05$) entre as silagens, exceto pela diferença ($P < 0,05$) entre os qm das silagens produzidas aos 45 e 74 dias (Tabela 10). Comportamento semelhante foi observado por Velasco (2011), o qual encontrou valor médio de 0,550 kcal/kcal EB para a braquiária decumbens colhida entre 56 e 112 dias de rebrota.

Já a eficiência de uso da energia metabolizável ($Km = \text{consumo de energia líquida} / \text{consumo de energia metabolizável: EL/EM}$) é diretamente influenciada pelo incremento calórico. Neste estudo, apesar da variação numérica (0,5075 vs. 0,7803) não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) nos valores de Km entre as silagens avaliadas, com valor médio de 0,6447 kcal/kcal EM (Tabela 10). O AFRC (1993) adota a fórmula: $Km = 0,35 qm + 0,503$, o qual considera que a metabolizabilidade dos alimentos esteja entre 0,35 a 0,80 kcal/kcal EB, resultando, portanto, em valores de Km entre 0,65 a 0,78 kcal/kcal EM. Os valores de Km obtidos neste estudo quando comparados aos valores propostos pelo AFRC (1993) são superestimados para as silagens produzidas até 56 dias de rebrota e subestimados para as outras idades. Já a proposta de Fox *et al.* (2003, 2004) para o CNCPS utilizando valores de Km de 0,576; 0,651 e 0,686 kcal/kcal EM para dietas com concentrações de energia metabolizável de 2,0; 2,6 e 3,2 Mcal/Kg MS, respectivamente, subestimaria os valores de Km das silagens de capim-tifton 85 produzidas entre 45 e 90 dias de rebrota. Os valores de Km obtidos por Velasco (2011), Ramirez (2011) e Machado (2010) não foram influenciados pelo estágio fenológico das gramíneas com valores médios de 0,780; 0,725 e 0,710 kcal/kcal EM, respectivamente, para a braquiária decumbens fresca, fenada e silagem do sorgo BRS610.

As eficiências finais da energia ingerida (EL/EB) obtidas neste estudo (Tabela 10) encontram-se dentro da faixa de variação de 0,2258 a 0,4012 kcal/kcal EB obtida por Machado (2010) para as silagens de sorgo (BRS610, BR700, BRS655) entre o estágio leitoso a farináceo. Já Ramirez (2011) e Velasco (2011) encontraram valores médios de 0,3287 e 0,4299 para fenos e forragem fresca de braquiária decumbens, respectivamente. Esses valores representam a energia realmente disponível para atividades de manutenção e ganho.

6.3.6. Teores de energia nas silagens

A partir do desdobramento da energia foi possível obter então as concentrações de energia nas silagens. Os conteúdos de energia bruta das silagens de capim-tifton 85 foram semelhantes e com valor médio de 4,88 Mcal/kg MS (Tabela 11). Já os conteúdos de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) das silagens diferiram entre as idades de ensilagem, com valores inferiores ($P < 0,05$) ocorrendo aos 27 e 74 dias, embora as idades de 45, 56 e 90 dias tenham sido semelhantes entre si ($P > 0,05$). Por outro lado, Ramirez (2011) e Velasco (2011) não observaram influência do estágio fenológico da planta nas concentrações de ED e EM, respectivamente, dos fenos (2,20 e 1,87 kcal/kg MS) ou da forragem fresca (2,52 e 2,26 kcal/kg MS) de braquiária decumbens colhida entre 56 e 112 dias. Já Gonçalves *et al.* (2011b) avaliando silagens de capim-andropogon observaram reduções ($P < 0,05$) nos valores ED (2,63 vs. 2,12 kcal/kg MS) e EM (2,30 vs. 1,89 kcal/kg MS) entre 56 e 84 dias de rebrota, com estabilização nas concentrações a partir desta idade.

Tabela 11. Concentração de energia bruta, digestível, metabolizável e líquida (Mcal/kg MS) nas silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota e ofertada a ovinos em manutenção.

Item	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Energia Bruta ¹	4,80 a	4,92 a	4,88 a	4,90 a	4,91 a	4,88	6,00
Energia Digestível ¹	2,24 b	2,68 a	2,25 ab	2,23 b	2,49 ab	2,38	8,48
Energia Metabolizável ¹	1,88 b	2,34 a	1,93 ab	1,88 b	2,20 ab	2,05	10,28
Energia Líquida ¹	0,96 a	1,38 a	1,21 a	1,39 a	1,71 a	1,33	30,11

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$). ¹Mcal/kg MS.

Os conteúdos de energia líquida das silagens de capim-tifton 85 não diferiram ($P > 0,05$) entre as idades de ensilagem com valores médios de 1,33 Mcal/kg MS (Tabela 11), concordando com os valores de 1,3 Mcal/kg MS obtidos por de Machado (2010) e Ramirez (2011), respectivamente, para silagens de sorgo (BRS610, BR700, BRS655) e fenos de

braquiária decumbens colhidos entre 56 e 112 dias de rebrota. Por outro lado, Ribas (2010) e Velasco (2011) avaliando, respectivamente, forragens frescas de híbridos de capim-sudão com sorgo (35 dias) e braquiária decumbens (56 dias) encontraram concentrações de EL de 1,65 e 1,75 Mcal/kg MS.

Vale ressaltar que neste estudo as comparações de energia metabolizável e líquida em relação aos dados da literatura foram baseadas em estudos que também utilizaram o método de respirometria calorimétrica para estimar esses valores. Alguns estudos obtêm as concentrações de energia metabolizável dos alimentos por dedução do metano estimado pela fórmula de Blaxter e Clapperton (1965). Esta fórmula estima a produção de metano a partir da digestibilidade aparente da energia dos alimentos, mas foi obtida com gramíneas temperadas (menor teor de FDN) e dietas completas (com concentrados). Como observado neste estudo, a fórmula subestimou em 28, 25 e 11% a perda energética de metano (kcal/100 kcal EB) das silagens com coeficientes de digestibilidade da energia superior a 0,466 kcal/kcal EB, como as silagens de capim-tifton 85 colhido aos 27, 45 e 90 dias. Portanto estaria superestimando os valores de energia metabolizável e líquida das silagens.

6.3.7. Respirometria

O estudo respirométrico mostrou semelhança entre as silagens obtidas em diferentes idades de rebrota, não ocorrendo efeito do estágio de maturação sobre o consumo de oxigênio (21,74 L/kg PV^{0,75}), produção de dióxido de carbono (21,36 L/kg PV^{0,75}), produção de metano (1,29 L/kg PV^{0,75}), produção de calor (109,05 kcal/kg PV^{0,75}) e coeficiente respiratório (0,99) (Tabela 12).

Tabela 12. Consumos de oxigênio, produções de dióxido de carbono, de metano, de calor e coeficiente respiratório de ovinos em manutenção consumindo silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Item	Silagens					Média	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
Oxigênio ¹	22,58 a	25,10 a	19,87 a	20,59 a	20,58 a	21,74	14,59
Dióxido de carbono ¹	22,10 a	23,73 a	19,95 a	21,21 a	19,82 a	21,36	12,14
Metano ¹	1,18 a	1,52 a	1,07 a	1,32 a	1,35 a	1,29	22,70
Produção de calor ^{2,3}	113,24 a	124,74 a	100,22 a	104,40 a	102,65 a	109,05	13,63
Coeficiente respiratório ⁴	0,99 a	0,95 a	1,01 a	1,04 a	0,97 a	0,99	8,12

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). ¹Litros/PV^{0,75}; ²Kcal/ PV^{0,75}; ³Produção de calor do animal alimentado+ energia contida na urina excretada; ⁴L/L

As semelhanças no consumo e na digestão da matéria seca e das frações fibrosas entre as silagens deste estudo justificam a semelhança nos consumos de oxigênio e nas produções de dióxido de carbono e de metano. Os coeficientes respiratórios (CR) encontrados neste estudo indicam a metabolização predominante de carboidratos para todas as silagens. Segundo Diener (1997) os coeficientes respiratórios de carboidratos, proteína e gorduras são 1,0; 0,8 e 0,7, respectivamente. Assim, pode-se inferir que os balanços negativos de proteína observados podem estar associados ao baixo aporte de aminoácidos (deficiente síntese de proteína microbiana) para manter o turnover proteico dos tecidos em manutenção do animal e não refletem a mobilização de proteína como fonte de energia, e a deficiência energética observada para a silagem aos 27 dias parece não ser tão significativa e poderia ser corrigida com pequena suplementação energética.

Os parâmetros respirométricos dependem do nível de consumo de nutrientes e do tipo de substrato metabolizado (CHWALIBOG, 2004). Teixeira *et al.* (2011) e Velasco (2011) avaliaram os parâmetros respirométricos de ovinos alimentados, respectivamente, com capim-elefante e braquiária decumbens, ambos frescos e colhidos entre 56 e 112 dias de rebrota. Os consumos médios de O₂ (21,8 e 20,9 L/kg PV^{0,75}), produção de CO₂ (21,4 e 21,0 L/kg PV^{0,75}), produção de metano (1,6 e 1,9 L/kg PV^{0,75}), produção de calor (108,2 e 105,5 kcal/kg PV^{0,75}) e CR (0,98 e 1,00) encontrados por esses autores corroboram os resultados deste estudo. Da mesma forma, os resultados encontrados para as silagens de capim-tifton 85 encontraram-se dentro da faixa de variação relatada por Machado (2010) para silagens de sorgo (BRS610, BR700, BRS655) produzidas nos estádios leitoso, pastoso e farináceo. Esse autor relatou consumos de O₂ de 20,8 a 28,7 L/kg PV^{0,75}, produções de CO₂ de 17,1 a 25,5 L/kg PV^{0,75}, produções de metano de 0,99 a 1,26 L/kg PV^{0,75}, produções de calor de 105,8 a 128,0 kcal/kg PV^{0,75} e coeficientes respiratórios de 0,88 a 0,97.

A produção de calor dos animais em jejum acrescido da perda de energia da urina em jejum representa a exigência de energia líquida de manutenção em repouso, a qual foi semelhante entre os animais com valor médio de 67,95 kcal/kg PV^{0,75} e coeficiente de respiração de 0,75. Esses resultados encontram-se na faixa prevista para condição de mobilização intermediária de proteína e energia durante o jejum. Geraseev *et al.* (2000) trabalhando com carneiros Santa Inês encontraram exigências de energia líquida de manutenção em repouso de 69,87 kcal/kg PV^{0,75}.

6.3.8. Produção de metano entérico

Não houve diferença nas produções de metano por dia (L/dia, L/kg PV^{0,75}, g/dia, g/kg PV^{0,75}) ou nas relações de metano produzido por consumo (g/kg) de matéria seca, matéria seca digestível, fibra detergente neutro e fibra detergente neutro digestível entre as silagens de capim-tifton 85 produzidas entre 27 e 90 dias de rebrota (Tabela 13). A produção de metano é diretamente associado à fermentação ruminal de carboidratos complexos como celulose e hemiceluloses pelas bactérias fibrolíticas. Esse processo libera produtos como hidrogênio (potenciais redutores) e dióxido de carbono, que são então utilizados como substratos para crescimento de bactérias metanogênicas, as quais produzirem o metano (DEHORITY, 2003). Portanto, a semelhanças nas produções de metano são condizentes com as semelhanças nos consumos de FDN, FDA, celulose e hemiceluloses digestíveis (Tabela 7) proporcionados pelas silagens deste estudo.

Tabela 13. Produções de metano de ovinos em manutenção consumindo silagens de capim-tifton 85 confeccionadas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota.

Item	Silagens					Médias	CV (%)
	27 dias	45 dias	56 dias	74 dias	90 dias		
L/dia	18,75 a	34,77 a	23,48 a	23,09 a	19,11 a	23,84	39,92
L/kg PV ^{0,75}	1,12 a	1,78 a	1,30 a	1,31 a	1,21 a	1,37	38,53
g/dia	13,40 a	24,84 a	16,77 a	16,50 a	13,65 a	17,03	39,92
g/kg PV ^{0,75}	0,80 a	1,27 a	0,93 a	0,93 a	0,86 a	0,98	35,53
g/kg de matéria seca consumida	17,73 a	20,32 a	17,15 a	14,42 a	14,89 a	16,90	31,35
g/kg de matéria seca digestível consumida	31,53 a	37,15 a	37,91 a	32,85 a	30,16 a	31,96	31,96
g/kg de fibra detergente neutro consumida	32,39 a	35,60 a	24,69 a	21,08 a	21,96 a	27,14	48,04
g/kg de fibra detergente neutro digestível consumida	56,05 a	71,90 a	56,99 a	55,45 a	46,90 a	57,46	46,77

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Machado (2010) encontrou para silagens de sorgo produções de metano na ordem de 28,40 g/kg MS digestível consumida e 57,36 g/kg FDN digestível consumido. Esses resultados foram, respectivamente, inferiores e semelhantes aos valores médios obtidos neste estudo para as silagens de capim-tifton 85. A menor produção em relação ao consumo de MS digestível deve-se provavelmente a presença de grãos nas silagens de sorgo, cuja fermentação ruminal do amido produz predominantemente propionato e não libera H⁺ e CO₂ no ambiente ruminal. Já a semelhança entre a produção de metano em relação ao consumo de FDN digestível sugere que a intensidade do sequestro de H⁺ do meio promovido pela produção de propionato (menor aporte de H₂ para os microrganismos metanogênicos) ou mesmo a possível redução do pH ruminal (MORGAVI *et al.*, 2010) não foram suficientes para alterar a produção de metano decorrente da degradação da fibra.

Ramirez (2011) comparando as perdas de energia de metano ou a produção de metano por consumo de FDN digestível observou que não houve diferença entre fenos de braquiária decumbens produzidos aos 56, 84 e 112 dias de rebrota, o que difere quando é analisada a resposta com consumo de MS digestível. Forragens que propiciem semelhantes consumos de MS digestível podem diferir na produção de metano devido às diferenças nas proporções de proteínas e carboidratos solúveis comparados as hemiceluloses e celulose (VAN SOEST, 1994).

Castro *et al.* (2009) utilizando respirometria calorimétrica encontrou grande variação na produção de metano em ovinos alimentados com forrageiras tropicais, com as maiores produções ocorrendo para as silagens de capim-tanzânia (63 a 112 dias) (média de 35,5 g/kg MS digestível), seguida pela braquiária decumbens (56 a 112 dias) e capim-elefante (56 a 84 dias) que com valores médios de 20,5 g/kg MS digestível e a menor produção de metano ficou por conta da silagem de capim-andropogon com valores de 6,8 g/kg MS digestível (semelhante entre as idades de 56 a 112 dias). Esses autores não observaram alta correlação entre produção de metano e idade ao corte na avaliação conjunta entre forrageiras verdes e/ou conservadas. No entanto, quando a avaliação foi realizada separadamente para cada volumoso observou-se que a influência da idade ao corte na produção de metano é uma característica específica de cada gramínea. De acordo com Beauchemin *et al.* (2008) a metanogênese é influenciada pelo método de conservação e processamento, com tendência a ser inferior quando a forragem é ensilada em comparação a fenação, e quando essa é finamente moída ou peletizada do que quando é grosseiramente picada.

Magalhães *et al.* (2009) quantificaram, por meio da técnica do gás traçador interno SF₆, a emissão de metano em novilhos zebuínos alimentados exclusivamente com forrageiras tropicais (cana-de-açúcar, silagem de milho e feno de capim-tifton 85). O maior consumo de nutrientes pelos animais alimentados com o feno de capim-tifton 85 ocasionou a maior emissão de metano, quando comparado aos demais tratamentos ($P > 0,05$), principalmente pelo maior consumo de celulose. Apesar da emissão de metano ter sido superior pelos novilhos alimentados com o feno, os animais que receberam a cana-de-açúcar na dieta perderam mais energia ingerida na forma de metano (12,6 kcal/100 kcal EB ingerida) do que os que foram alimentados com feno de capim-tifton 85 (11,9 kcal/100 kcal EB ingerida) e silagem de milho (9,8 kcal/100 kcal EB ingerida). Extrapolando as produções médias de metano (31,96 g/kg de matéria seca digestível) e os consumos de silagem de

capim-tifton 85 (29,5 g/kg PV^{0,75} de matéria seca digestível) obtidas neste estudo, uma ovelha com peso médio de 50 kg alimentada com silagens de capim-tifton 85 e mantida em nível de manutenção na propriedade produziria anualmente 6,47 kg de metano.

6.4. Conclusões

As silagens de capim-tifton 85 devem ser produzidas entre 45 e 90 dias de rebrota, pois neste intervalo os consumos de matéria seca digestível e os balanços de energia e proteína foram suficientes para suprir as exigências de ovinos em manutenção.

As produções de metano e as concentrações de energia líquida das silagens não foram influenciadas pelo estágio de fenológico da planta no momento da ensilagem.

6.5. Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International. 1993. 159p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis**. 18.ed. 2005. Gaithersburg: AOAC International, Current Through Revision 1. 2006. 1243p.

ATAÍDE JÚNIOR, J.S.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. *et al.* [2000]. Valor nutritivo do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2193-2199, 2000 (Suplemento 2). Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2797>>. Acesso em: 30 set. 2011.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M., O'MARA, F. *et al.* [2008]. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.2, p.21-27. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1071/EA07199>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

BLAXTER, K. L. **The Energy Metabolism of Ruminants**. Illions:Springfield, 1962. 187p.

BLAXTER, K. L.; WAINMAN, F. W. [1964]. The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and for fattening. **The Journal of Agricultural Science**, v.63, n.1 p.113-128, 1964. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S002185960001515X>>. Acesso em: 12 set. 2011.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. [1965]. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.19, n.1, p.511-522, 1965. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1079/BJN19650046>>. Acesso em: 28 set. 2011.

BRINGEL, L.M.L.; Neiva, J.N.M.; Araújo, V.L. *et al.* [2011]. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à

silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1975-1983, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000900019> >. Acesso em: 30 dez. 2011.

BRITO, C.J.F.A.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. [2003]. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, suppl.2, p.1835-1844, 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000800005> >. Acesso em: 22 set. 2011.

BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.R. [1991]. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; KAWASHIMA, R. (Eds.). **Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants**. 7.ed. *Proceedings International Symposium on Ruminant Physiology*. San Diego: Academic Press, 1991. p.541-592.

BROUWER E. Report of subcommittee on constants and factors. In: BLAXTER, K.L. (Ed.), **The Energy Metabolism of Ruminants**. 3.ed. *Proceedings Symposium of Energy Metabolism in Farm Animals*, European Association for Animal Production (EAAP), publ. n.11. London: London Academic Press. 1965, p.441-443.

BUDDLE, B.M.; DENIS, M.; ATTWOOD, G.T. *et al.* [2011]. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. **The Veterinary Journal**. v.188, n.1, p.11-17. 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.019> >. Acesso em: 18 set. 2011

CAMMELL, S.B.; SUTTON, J.D.; BEEVER, D.E. *et al.* [2000]. The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows. 1. Energy and nitrogen utilization. **Animal Science**, v.71, part 2, p.381-390, 2000. Disponível em: < http://www.bsas.org.uk/Publications/Animal_Science/2000/Volume_71_Part_2/381/ >. Acesso em: 20 set. 2011.

CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. *et al.* [2006]. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.7-20, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S151635982006000100002> >. Acesso em: 23 out. 2011.

CASTRO, G.H.F. **Silagem de capim tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzânia) em diferentes idades**. 2008, 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CASTRO, G.H.F.; RODRÍGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. *et al.* Produção de metano em ovinos consumindo volumosos tropicais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, [2009]. (CD-ROM). Disponível em: <http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

CHWALIBOG, A. **Physiological basis of heat production: The fire of life**, Frederiksberg: Denmark, The Royal Veterinary and Agricultural University, Department of Animal and Veterinary Basic Sciences, Research School of Animal Nutrition and Physiology, 2004. 23p.

DEHORITY, B. **Rumen Microbiology**. Thrumpton, Nottingham: Nottingham University Press. 2003. 372p.

DIENER, J. R.C. [1997]. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v.43, n.3, p.245-253, 1997. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-42301997000300013> >. Acesso em: 17 set. 2011.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.M.N.; RODRIGUEZ, N.M. *et al.* [2010]. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.693-701. 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000400025> >. Acesso em: 12 ago. 2011.

FOX, D.G., TYLUTKI, T.P., TEDESCHI, L.O *et al.* **The Net Carbohydrate and Protein System for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**. Ithaca, NY: Cornell University, 2003. 202p.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P. *et al.* [2004]. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. In: NAGORCKA, B.; EVANS, E.; ROBINSON, P.H. (Eds), *Mathematical Modeling of Animal-Plant interactions in Livestock Enterprises*. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, n.1-4, p.29-78. 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006> >. Acesso em: 19 set. 2011.

FREITAS, G.A.R.; COELHO, S.G.; GONÇALVES, L.C. [2003]. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia bruta, e balanço de nitrogênio das silagens de cinco genótipos de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n. 4, p.443-449. 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352003000400009> >. Acesso em: 05 set. 2011.

GERASEEV, L.C.; PEREZ, J.R.O.; SANTOS, Y.C.C. Composição corporal e exigências de energia e proteína para o ganho de peso de cordeiros Santa Inês dos 35 aos 45 kg de peso vivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV [2000]. p.435. (CD-ROM).

GONCALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* [2003]. Determinação do consumo, digestibilidade e frações proteicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.804-813, 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000400004> >. Acesso em: 12 ago. 2011.

GONÇALVES, L.C.; JAYME, D.G.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O. *et al.* Consumo voluntário e digestibilidade em ovinos das frações fibrosas das silagens de capim *Andropogon (Andropogon gayanus)* em três idades de corte In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, 2011. Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL. [2011a].

GONÇALVES, L.C.; JAYME, D.G.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O. *et al.* Consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos da energia das silagens de capim-andropogon (*Andropogon gayanus*) em três idades de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, 2011. Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL. [2011b]. (CD-ROM).

GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Avaliação nutricional de silagens de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)**. 2006. 90f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/570669> >. Acesso em: 12 set. 2011.

HARPER, L.A.; DENMEAD, O.T.; FRENEY, J.R. *et al.* [1999]. Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, n.6, p.1392–1401, 1999. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/77/6/1392> >. Acesso em: 01 set. 2011.

HOLDEN, L.A. [1999]. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3) >. Acesso em: 12 jan. 2011.

HUHTANEN, P.; RINNE, M.; NOUSIAINEN, J. [2007]. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. **Animal**, v.1, n.5, p.758-770. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S175173110773673X>>. Acesso em: 24 set. 2011.

JAYME, C.G.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. *et al.* [2011a]. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de *Brachiaria brizantha* cv marandu adicionada de aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.704-711. 2011a. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000300023> >. Acesso em: 26 out. 2011.

JAYME, D.G.; GONÇALVES, L.C.; RIBEIRO JUNIOR, G.O. *et al.* Consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos da proteína bruta das silagens de capim *Andropogon (Andropogon gayanus)* em três idades de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, 2011b, Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL. [2011b]. (CD-ROM).

JOHNSON, D.E.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.C. [2003]. The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going?. **Journal of Animal Science**, v.81, n.13, p.E27-E38. 2003. (Suppl_1). Disponível em: < http://www.journalofanimalscience.org/content/81/13_suppl_1/E27 >. Acesso em: 22 set. 2011.

JOHNSON, D.E.; WARD, G.M. [1996]. Estimates of animal methane emissions. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.42, n.1-2, p.133-141, 1996. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF00394046> >. Acesso em: 21 set. 2011.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. [1995]. Methane Emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.8, p.2483-2492, 1995. Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/73/8/2483> >. Acesso em: 22 set. 2011.

KUOPPALA, K.; RINNE, M.; AHVENJARVI, S. *et al.* [2010]. The effect of harvesting strategy of grass silage on digestion and nutrient supply in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.7, p.3253–3263, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-3013> >. Acesso em: 20 set. 2011.

MACHADO, F. S. **Digestibilidade, partição de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de híbridos de sorgo em diferentes estádios de**

maturação. 2010. 109 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MACHADO; F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* [2011a]. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1470-1478, 2011a. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000600026> >. Acesso em: 05 jan. 2012.

MAGALHÃES, K.A.; REIS, R.A.; CASAGRANDE, D.R. *et al.* Utilização da técnica do gás traçador SF6 para medição do metano ruminal em novilhos zebuinos alimentados exclusivamente com forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá : SBZ, [2009]. (CD-ROM). Disponível em: <http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/?idiom=pt> >. Acesso em: 09 dez. 2011.

MARTINS, R.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* [2003]. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.346-349, 2003. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352003000300015> >. Acesso em: 10 ago. 2011.

McDONALD, P.; HENDERSON, R.; HERON, S.. **The Biochemistry of Silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.), **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. Madison, WI: American Society of Agronomy, 1994. p.450- 493.

MORGAVI, D.P.; FORANO, E.; MARTIN, C. *et al.* [2010]. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. In: CHILLIARD, Y.; DOREAU, M.; VEISSIER, I. (Eds), XIth International Symposium on Ruminant Physiology (ISRP): **Animal**, v.4, n.7 special, p.1024–1036. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.4141/cjas96-035> >. Acesso em: 04 set. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, DC: National Academy Press, 2007. 384p.

NUSSIO, L.G. Silage production and utilization. In: PARK, R.S.; STRONGE, M.D. (Eds). **Silage Production and Utilization, Proceedings of the XIVth International Silage Conference, a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress**. Belfast, Northern Ireland: Wageningen Academic. 2005. p.97-107.

PACIULLO, D.S.C. [2002a]. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras: revisão. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.357-364, 2002a. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000200029> >. Acesso em: 29 set. 2011.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. *et al.* [2001]. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.964-974, 2001 (Suplemento 1). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000400009> >. Acesso em: 20 set. 2011.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. *et al.* [2002b]. Degradação *in vitro* de tecidos da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2 suplemento, p. 890-899, 2002b. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000400013> >. Acesso em: 09 out. 2011.

PIRES, F. S. **Avaliação de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) com e sem taninos nos grãos para a produção de silagens.** 2007. 107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/1843/BUDB-8BHGDY> >. Acesso em: 12 set. 2011.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S. *et al.* [2004]. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.3, p.277-283, 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300011> >. Acesso em: 20 set. 2011.

RAMIREZ, M. A. **Valor nutricional do feno de *Brachiaria decumbens* em três idades.** 2011. 107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8S5GKU> >. Acesso em: 23 set. 2011.

RIBAS, M. N. **Avaliação agrônômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes bmr- portadores de nervura marrom.** 2010. 128 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBAS, M.N.; GONÇALVES, L.C.; IBRAIM, G.H.F. *et al.* [2007]. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade no grão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p.104-115, 2007. Disponível em: < <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/216> >. Acesso em: 20 set. 2011.

RIBEIRO, M. Y. H. **Consumo voluntário e digestibilidade aparente da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em diferentes idades de corte, em ovinos.** 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8M4FAT> >. Acesso em: 20 set. 2011.

RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E.; LACHICA, M.L. *et al.* [2007]. A calorimetry system for metabolism trials. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.495-500, 2007. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000200033> >. Acesso em: 27 set. 2011.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.

SENGER, C.C.D.; MUHLBACH, P.R.F.; SÁNCHEZ, L.M.B. *et al.* [2005]. Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000600026> >. Acesso em: 12 set. 2011.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocercos, 1979. 380p.

TEIXEIRA, A.M.; GONÇALVES, L.C.; JAYME, D.G. *et al.* Consumo de energia e respirometria de ovinos alimentados com capim elefante verde em três idades de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, 2011. Maceió. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas. [2011]. (CD-ROM).

TELES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; CLEMENTINO, R.H. *et al.* [2010]. Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.427-433, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000200027> >. Acesso em: 21 set. 2011.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. [1991]. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2) >. Acesso em: 25 nov. 2011.

VELASCO, F. O. **Valor nutricional do capim *Brachiaria decumbens* em três diferentes idades**. 2011. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8TXHA8> >. Acesso em: 09 out. 2011.

CAPÍTULO 7

Considerações Finais e Implicações

A idade de corte apresentou forte influência na produção e na composição da planta de capim-tifton 85. A planta colhida aos 45 dias apresenta elevado valor nutritivo e boa produção de matéria seca digestível por área.

Considerando em conjunto a produção de matéria seca digestível por área, a qualidade de fermentação da silagem e o valor nutricional recomenda-se a ensilagem do capim-tifton 85 aos 45 dias de rebrota.

As produções de metano (g/kg matéria seca digestível ou g/kg fibra detergente neutro digestível) e o incremento calórico de ovinos recebendo silagem de capim-tifton 85 não foram influenciadas pelo estágio de maturação da planta no momento da ensilagem. Assim, as concentrações de energia líquida das silagens mantiveram-se semelhantes ao longo dos estádios fenológicos. Acredita-se que novas pesquisas devem ser realizadas para confirmar esses resultados e os fatores determinantes para tal comportamento.

A ensilagem capim-tifton 85 apresenta-se como nova opção de volumoso suplementar e pode ser empregada como técnica de manejo com intuito de equilibrar a oferta de forragem no sistema de produção.

A silagem de capim-tifton 85 produzida com a planta muito jovem (27 dias), apesar da elevada qualidade nutricional, apresentou elevada umidade o que comprometeu o padrão fermentativo, o consumo de matéria seca digestível e as retenções de energia e proteína pelos animais. Acredita-se que as técnicas de emurchecimento e/ou a utilização de aditivos absorventes possam melhorar o padrão de fermentação nestas situações. Portanto, novas pesquisas devem ser realizadas para a determinação de aditivos (tipos e níveis) e tempos de emurchecimento mais adequados para utilização nesta forrageira para garantir o melhor aproveitamento do potencial forrageiro desta gramínea.

Além disso, a suplementação energética das silagens de capim-tifton 85 e utilização em dietas completas deveriam ser avaliadas na tentativa de melhorar a utilização do nitrogênio e retenção de energia das silagens pelo animal.

ANEXOS

Anexo 1. Modelos de curvas de produção de gases $G = YS_0 * \Phi$

Modelo	Integral $\Phi(t)$	Taxa de degradação (μ/h)	Limites
Ørskov e McDonald (1979) e McDonald (1981)	$(1 - \exp^{-ct}) e (1 - \exp^{-c(t-L)})$	c	$c > 0 \quad t > T$
Generalizado Von Bertalanffy (López <i>et al.</i> , 2000)	$(1 - \exp^{-ct})^{1/b}$	$\frac{c * \exp^{-ct} * \Phi(1-b)}{b (1-\Phi)}$	$c > 0$
Richards	$1 + b \exp^{(-c(t-t_i))^{1/b}}$	c	$c > 0$
France <i>et al.</i> (1993)	$(1 - \exp^{-[b(t-T)+c(\sqrt{t}-\sqrt{T})]})$	$b + c/(2\sqrt{t})$	$b \geq 0, T > 0,$ $c \geq -2b\sqrt{t}$
Generalizado Michaelis-Menten – Morgan (France <i>et al.</i> , 2000)	$(t-T)^c / [(t-T)^c + K^c]$	$[c(t-T)^{c-1}] / [(t-T)^c + K^c]$	$K > 0, t > T$
Logístico (France <i>et al.</i> , 2000)	$\{(1 - \exp^{-bK(t-T)}) / (1 + [S_0/(K - S_0)] \exp^{-bK(t-T)})\}$	$\frac{bK}{1 + [S_0/(K - S_0)] * \exp^{-bK(t-T)}}$	$b, S_0 > 0 \quad K > S_0$
Gompertz (France <i>et al.</i> , 2000)	$1 - \exp[-b(\exp^{c(t-T)} - 1)/c]$	$b \exp^{c(t-T)}$	$b > c, c \geq 0, t > T$
Gompertz (Lavrencic <i>et al.</i> , 1997)	$\exp(-C(\exp(-At)))$	$C \exp^{-At}$	
Schofield <i>et al.</i> (1994) Multi-fase (empírico)	$\sum a_i \{1 + \exp[2 + (4b_i/a_i)(T-t)]\}$		$a_i, b_i, K_i > 0$
Groot (Multi-estágio) López <i>et al.</i> (2011) (mecanicístico)	$A - b_1 \exp^{-c_1 * t} - b_2 \exp^{-c_2 * t}$		$a_i, b_i, K_i > 0$

G = produção de gases (mL/g incubada) no tempo de incubação t (h), A = assíntota de produção de gases (mL/g incubada); c e b = taxa fracional; T = tempo de colonização; S_0 = Substrato no tempo zero; K = tempo para degradação da metade do substrato inicial (ponto de inflexão). C = taxa constante de produção de gases do material potencialmente degradável e A = fator constante de eficiência microbiana. Fonte: LÓPEZ, S. Non-Linear functions in animal nutrition. In: FRANCE, J.; KEBREAB, E (Eds.), Mathematical modelling in animal nutrition. Wallingford, UK: CABI International. 2008. p.47-88.

Anexo 2. Pontuação da fermentação da silagem com relação aos valores de pH, associado ao conteúdo de matéria seca (MS), níveis de amônia e ácidos butírico e acético.

Valor de pH associado ao conteúdo de MS						
Conteúdo de MS (g/kg matéria natural)						
Valor de pH	< 200	200-300	300-400	> 400	Pontos	
	< 4,0	< 4,2	< 4,4	< 4,6	25	
	> 4,0 - 4,2	> 4,2 - 4,4	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	20	
	> 4,2 - 4,4	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	15	
	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	> 5,0 - 5,2	10	
	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	> 5,0 - 5,2	> 5,2 - 5,4	5	
	> 4,8	> 5,0	> 5,2	> 5,4	0	

N-NH ₃ /NT (g/kg NT)		Ác. Butírico (g/kg MS)		Ác. Acético (g/kg MS)	
Valor	Pontos	Valor	Pontos	Valor	Pontos
< 100,0	25	0,0 - 1	50	< 25	0
100,0 - 130,0	20	> 1 - 3	40	> 25 - 40	-5
> 130,0 - 170,0	15	> 3 - 5	30	> 40 - 55	-10
> 170,0 - 210,0	10	> 5 - 7	20	> 55 - 70	-15
> 210,0 - 250,0	5	> 7 - 9	10	> 70 - 85	-20
> 250,0	0	> 9	0	> 85	-25

Adaptado de Tomich *et al.* (2003). Classificação por pontos das silagens.