

WELLYNGTON TADEU VILELA CARVALHO

**VALOR NUTRICIONAL DO FENO DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES
DE CORTE**

**Tese apresentada ao departamento de
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 Animal**

Orientador: Prof.: Lúcio Carlos Gonçalves

Belo Horizonte – Minas Gerais

Escola de Veterinária – UFMG

2012

Carvalho, Wellyngton Tadeu Vilela, 1981 -

C331v Valor nutricional do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte/ Wellyngton Tadeu Vilela Carvalho. – 2012.
250 p.: il.

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves

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

Inclui bibliografia

1. Carneiro – Alimentação e rações – Teses. 2. Feno como ração – Teses. 3. Valor nutricional – Teses. 4. Nutrição animal – Teses. 5. Digestibilidade – Teses. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.390 85

Dissertação defendida e aprovada em 25/05/2012 pela comissão examinadora constituída por:

Prof. Lúcio Carlos Gonçalves
(Orientador)

Prof. Norberto Mario Rodriguez

Prof. Diogo Gonzaga Jayme

Prof. Cristiano Gonzaga Jayme

Dr. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos amigos e colegas do grupo de pesquisa que me ajudaram na concretização das diferentes etapas desta luta.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho:

A Deus, que me deu forças, paciência e sabedoria para vencer os desafios durante estes anos que passaram.

À Renata pelo amor, carinho e ajuda em todos os momentos. A minha força e incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais e minhas irmãs pelo carinho, paciência e apoio incondicional durante todo este período de estudo.

Ao professor Lúcio Carlos Gonçalves pela amizade, confiança, orientação durante todas as etapas deste trabalho e principalmente pelos ensinamentos de vida. Um grande pai!

Ao professor Rogério Martins Mauricio pela disponibilidade, ensinamentos e apoio para a realização dos experimentos.

Ao Thierry, Diogo e Fred pela paciência e disponibilidade durante a realização das análises estatísticas.

Ao grupo de pesquisa, amigos e colegas por todo apoio e disponibilidade em todas as etapas deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal por toda ajuda, disponibilidade e paciência durante as análises.

A todos os meus amigos por toda amizade.

À toda a equipe da Fazenda Santa Helena pela parceria e contribuição durante a colheita e fenação do material.

A todos os amigos e colegas do IF Sudeste MG – Campus Barbacena que me apoiaram durante a fase final deste trabalho.

Às instituições que financiaram e apoiaram as diferentes etapas deste experimento: Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES), Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciências Animal (INCT – CA) e a rede Rumengases (Repensa – CNPQ).

E, principalmente, aos animais do meu experimento, grandes mestres e companheiros de uma jornada difícil para ambos.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	10
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	22
CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1 Gênero <i>Cynodon</i>	25
2.2 Produção de feno	27
2.3 Influência da idade da planta sobre o valor nutricional	33
2.4 Técnicas para avaliação dos alimentos	34
2.5 Calorimetria indireta.....	38
2.6 Produção de metano pelos ruminantes.....	41
2.7 Partição de energia	47
2.8 Experimentação e bem estar animal	48
2.9 Referências bibliográficas.....	49
CAPÍTULO III - PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO FENO DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE	59
3.1 RESUMO.....	59
3.2 INTRODUÇÃO	60
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	61
3.3.1 Material utilizado e processamento.....	61
3.3.2 Análises estatísticas	62
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
3.5 CONCLUSÃO	74
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
CAPÍTULO IV - CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL <i>IN VITRO</i> DOS FENOS DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE.....	77
4.1 RESUMO.....	77
4.2 INTRODUÇÃO	78
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	78
4.3.1 Material utilizado e processamento.....	78
4.3.2 Técnica <i>in vitro</i> de produção de gases (TIVPG).....	80
4.3.3 Análises estatísticas	81
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83

4.5 CONCLUSÃO	89
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
CAPÍTULO V - DEGRADABILIDADE <i>IN SITU</i> DOS FENOS DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE.....	92
5.1 RESUMO.....	92
5.2 INTRODUÇÃO	93
5.3 MATERIAL E MÉTODOS	94
5.3.1 Material utilizado e processamento	94
5.3.2 Técnica <i>in situ</i>	95
5.3.3 Análises estatísticas	96
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
5.5 CONCLUSÃO	121
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
CAPÍTULO VI - CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DO FENO DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE.....	125
6.1 RESUMO.....	125
6.2 INTRODUÇÃO	126
6.3 MATERIAL E MÉTODOS	127
6.3.1 Material utilizado e processamento.....	127
6.3.2 Procedimento experimental	128
6.3.3 Análises estatísticas	129
6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	130
6.4.1 Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica dos fenos de Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>).....	130
6.4.2 Consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta e balanço de nitrogênio dos fenos de Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>).....	135
6.4.3 Consumo e digestibilidade das frações fibrosas dos fenos de Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>).....	140
6.5 CONCLUSÃO.....	148
6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
CAPÍTULO VII - BIOENERGÉTICA EM OVINOS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE.....	152
7.1 RESUMO.....	152
7.2 INTRODUÇÃO	153
7.3 MATERIAL E MÉTODOS	154
7.3.1 Material utilizado, processamento e análises	154

7.3.2 Procedimento experimental	155
7.3.3 Análises estatísticas	158
7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	159
7.5 CONCLUSÕES.....	180
7.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	180
CAPÍTULO VIII – CONCLUSÕES GERAIS.....	184
ANEXOS.....	185

LISTA DE TABELAS

Capítulo III

Tabela 1 - Irrigação mecanizada e pluvial em mm do Tifton 85, cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias a partir do corte de uniformização para a produção de feno.....61

Tabela 2 - Análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado.....63

Tabela 3 - Equações de regressão (ER) em função da idade de corte e valores médios da produção de matéria natural (PMN, ton/ha), produção de matéria seca (PMS, ton/ha) e produção de matéria seca digestível (PMSD, ton/ha) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....64

Tabela 4 - Teores de cálcio (Ca), fósforo (P), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e carboidrato não fibroso (CNF) em % da matéria seca dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote.....66

Tabela 5 – Equações de regressão (ER) em função da idade de corte e valores médios dos teores de matéria seca (MS, %), matéria mineral (MM, % da MS), proteína bruta (PB, % da MS) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, % da MS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....68

Tabela 6 – Equações de regressão (ER) em função da idade de corte e valores médios dos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN, % da MS), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA, % da MS), hemiceluloses (HEM, % da MS), celulose (CEL, % da MS) e lignina (LIG, % da MS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias...71

Capítulo IV

Tabela 1 - Análise de variância para o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas.....83

Tabela 2 - Produção acumulativa de gases (PAG) em ml/g de matéria seca (MS), após 6, 12, 24, 48, 72 e 96 de fermentação para os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....84

Tabela 3 - Degradabilidade da matéria seca em porcentagem (%), após 6, 12, 24, 48, 72 e 96 de fermentação dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....86

Tabela 4 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal e degradabilidade efetiva da matéria seca dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....88

Capítulo V

Tabela 1 - Análise de variância para o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas.....98

Tabela 2 – Valores médios de degradabilidade ruminal da matéria seca (DRMS) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....99

Tabela 3 - Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....102

Tabela 4 - Valores médios de degradabilidade ruminal da matéria orgânica (DRMO) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....105

Tabela 5 - Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da matéria orgânica (DEMO) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....106

Tabela 6 - Valores médios de degradabilidade ruminal da proteína bruta (DRPB) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....108

Tabela 7 - Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da proteína bruta (DEPB) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....110

Tabela 8 - Valores médios de degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente neutro (DRFDN) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....112

Tabela 9 - Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente neutro (DEFDN) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	114
Tabela 10 - Valores médios de degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente ácido (DRFDA) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	115
Tabela 11 - Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente ácido (DEFDA) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	117
Tabela 12 - Valores médios de degradabilidade ruminal das hemiceluloses (DRHEM) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	118
Tabela 13 - Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva das hemiceluloses (DEHEM) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	119
Tabela 14 - Valores médios de degradabilidade ruminal da celulose (DRCEL) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	120
Tabela 15 - Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da celulose (DECEL) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	120

Capítulo VI

Tabela 1 - Análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado.....	130
Tabela 2 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de matéria natural (CMN) em gramas por dia (g/dia), consumo de matéria seca (CMS) em g/dia, consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico (CMS-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) em porcentagem (%), consumo de matéria seca digestível (CMSD) em g/dia e consumo de matéria seca digestível por unidade de tamanho metabólico (CMSD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....	131

Tabela 3 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de matéria orgânica (CMO) em g/dia, consumo de matéria orgânica por unidade de tamanho metabólico (CMO-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO) em porcentagem (%), consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) em g/dia e consumo de matéria orgânica digestível por unidade de tamanho metabólico (CMOD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....134

Tabela 4 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de proteína bruta (CPB) em g/dia, consumo de proteína bruta por unidade de tamanho metabólico (CPB-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) em porcentagem (%), consumo de proteína bruta digestível (CPBD) em g/dia e consumo de proteína bruta digestível por unidade de tamanho metabólico (CPBD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....136

Tabela 5 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte de nitrogênio (N) ingerido, N fecal, N urinário e balanço de nitrogênio (N retido) em gramas por dia, N retido por unidade de tamanho metabólico (N-retido-UTM), em gramas por UTM por dia, e relação N retido / N ingerido (N ret / N ing), em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....138

Tabela 6 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN) em g/dia, consumo de fibra insolúvel em detergente neutro por unidade de tamanho metabólico (CFDN-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN) em porcentagem (%), consumo de fibra insolúvel em detergente neutro digestível (CFDND) em g/dia e consumo de fibra insolúvel em detergente neutro digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDND-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....141

Tabela 7 - Valores médios do consumo de fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA) em g/dia, consumo de fibra insolúvel em detergente ácido por unidade de tamanho metabólico (CFDA-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade da fibra insolúvel em detergente ácido (DFDA) em porcentagem (%), consumo de fibra insolúvel em detergente ácido digestível (CFDAD) em g/dia e consumo de fibra insolúvel em detergente ácido digestível por

unidade de tamanho metabólico (CFDAD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....144

Tabela 8 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de hemiceluloses (CHEM) em g/dia, consumo de hemiceluloses por unidade de tamanho metabólico (CHEM-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade das hemiceluloses (DHEM) em porcentagem (%), consumo de hemiceluloses digestíveis (CHEMD) em g/dia e consumo de hemiceluloses digestíveis por unidade de tamanho metabólico (CHEMD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....145

Tabela 9 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de celulose (CCEL) em g/dia, consumo de celulose por unidade de tamanho metabólico (CCEL-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade da celulose (DCEL) em porcentagem (%), consumo de celulose digestível (CCELD) em g/dia e consumo de celulose digestível por unidade de tamanho metabólico (CCELD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....146

Tabela 10 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de lignina (CLIG) em g/dia e do consumo de lignina por unidade de tamanho metabólico (CLIG-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....147

Capítulo VII

Tabela 1 - Análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado.....159

Tabela 2 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte para consumo de matéria (CMS) em gramas / unidade de tamanho metabólico (UTM), consumo de energia bruta (CEB), consumo de energia digestível (CED), consumo de energia metabolizável (CEM) e consumo de energia líquida (CEL) em Kcal / UTM por ovinos dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....160

Tabela 3 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da partição percentual (%) e em Kcal / UTM/dia das perdas da energia bruta nas fezes (FEZ), na urina (URI), na forma de metano (CH₄) e de incremento calórico (IC), e o balanço de

energia (BEN) (Kcal/dia e Kcal/ UTM/dia) em relação à energia bruta consumida por ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....164

Tabela 4 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da forrageira para digestibilidade aparente da energia bruta em % (DAEB), metabolizabilidade (qm), eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (Km) e razão entre energia líquida e energia bruta em %, dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....168

Tabela 5 - Valores médios equações de regressão em função da idade de corte de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), em Mcal por Kg de matéria seca consumida (Mcal/Kg de MS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....170

Tabela 6 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da produção de metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), e consumo de oxigênio (O₂) em litros por dia (L/dia) e em litros por Unidade de Tamanho Metabólico (L/UTM/dia) e coeficiente respiratório (CR) em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....172

Tabela 7 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte para a perda de energia bruta na forma de metano (PEBCH₄) (Kcal/dia), formação de metano (CH₄) em gramas por dia (g/dia) e gramas por Unidade de Tamanho Metabólico (g/UTM), perda de energia bruta na forma de CH₄ (EBCH₄), em Kcal, pelo consumo de matéria seca (CH₄/CMS) total e digestível (Dig) em (Kcal/g/UTM) e a perda de EBCH₄ pelo consumo de FDN (CH₄/FDN) total e digestível (Dig) em (Kcal/g/UTM) em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....176

Tabela 8 - Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da produção total de calor (PTC) (Kcal/dia), produção de calor por Unidade de Tamanho Metabólico (Kcal/UTM/dia), incremento calórico (IC), em Kcal e Kcal/UTM, incremento calórico em relação ao consumo de matéria seca (IC/CMS) e matéria seca digestível (IC/CMSD) em Kcal por grama por UTM (Kcal/g/UTM) de ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.....179

RESUMO

Objetivou-se avaliar a produtividade e o valor nutricional dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) cortados com 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote por meio da produtividade e composição bromatológica (capítulo III), técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (capítulo IV), técnica de incubação *in situ* (capítulo V), consumo e digestibilidade aparente (capítulo VI) e ensaio de calorimetria indireta (capítulo VII). Com o capítulo III avaliou-se a produtividade, composição bromatológica dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições e quatro tratamentos e os resultados foram submetidos ao modelo de regressão. A equação gerada pelo modelo de regressão para a produtividade de matéria seca digestível apresenta comportamento cúbico em função das idades de corte, representada pela equação $y = 0,0002x^3 - 0,0381x^2 + 2,0423x - 27,756$. Já as equações geradas para os teores de proteína bruta, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e fibra insolúvel em detergente neutro apresentaram um comportamento linear em função das idades de corte, representadas pelas equações $y = -0,1431x + 23,998$, $y = -0,2937x + 77,242$, $y = 0,0839x + 70,777$, respectivamente. No capítulo IV avaliou-se a cinética de fermentação dos gases associado à degradabilidade da matéria seca (DMS) dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) produzidos aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote por meio da técnica semi-automática de produção de gases. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas e as médias foram comparadas pelo teste SNK ($P < 0,05$). Para a produção acumulativa de gases não houve diferença significativa entre os fenos produzidos nas diferentes idades de corte para cada período de fermentação ($P < 0,05$), sendo que para os períodos de fermentação de 6 horas houve variação de 13,63 a 16,61 ml/g de matéria seca (MS), de 12 horas de 39,14 a 45,05 ml/g de MS, de 24 horas de 103,61 a 114,23 ml/g de MS, de 48 horas de 159,96 a 173,73 ml/g de MS, de 72 horas de 173,56 a 191,37 ml/g de MS e de 96 horas de 179,48 a 197,93 ml/g de MS. Para a DMS os valores referentes aos fenos das idades de corte de 27 (68,30%) e 43 (67,23%) dias foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) e superiores aos valores referentes aos fenos das idades de corte de 73 (62,23%) e 84 (57,67%) dias ($P < 0,05$), indicando o efeito da idade de corte sobre a DMS dos fenos de Tifton 85. No capítulo V determinou-se a degradabilidade ruminal *in situ* dos fenos de Tifton 85 produzidos a partir das idades de

corte de 27, 43, 73 e 84 dias. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas e as médias foram comparadas pelo teste SNK ($P < 0,05$). Para o tempo de incubação de 96 horas os valores referentes às degradabilidades ruminal da matéria seca (77,00 e 73,36%), matéria orgânica (76,69 e 72,70%), proteína bruta (87,38 e 83,80%) e fibra insolúvel em detergente neutro (75,50 e 71,56%), para os fenos obtidos aos 27 e 43 dias foram semelhantes ($P > 0,05$), porém superiores aos fenos obtidos aos 73 e 84 dias ($P < 0,05$), que foram semelhantes ($P > 0,05$). Os fenos obtidos a partir das idades de corte de 27 e 43 dias apresentaram fração potencialmente degradável da matéria seca de 79,32 e 78,18%, respectivamente. Para a taxa constante de degradação da matéria seca (c) foi verificado maior taxa de degradação para o feno referente à idade de corte de 27 dias. No capítulo VI avaliou-se o consumo, balanço de nitrogênio, a digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta, e digestibilidade das frações fibrosas em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) obtidos em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições (carneiros) por tratamento (idades de corte). Houve comportamento linear para os coeficientes das digestibilidades aparentes da matéria seca ($y = -0,1033x + 64,361$) e da proteína bruta ($y = -0,1561x + 79,961$), e para o coeficiente da digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro ($y = -0,2204x + 77,408$) em função das idades de corte ($P < 0,05$). O balanço de nitrogênio (Nitrogênio retido / Nitrogênio ingerido) foi positivo para todos os fenos consumidos, não havendo influência das idades de corte ($P > 0,05$). Os consumos de lignina apresentaram aumento linear em função das idades de corte ($P < 0,05$). No capítulo VI avaliou-se a bioenergética em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) obtido em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias). Utilizou-se a metodologia da calorimetria indireta com 20 carneiros distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições e as médias dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de regressão. Os valores referentes aos parâmetros incremento calórico (IC) em Kcal/UTM e em % da energia bruta consumida se adequaram ao modelo de regressão linear em função da idade de corte, com valores variando de 25,1 a 48,2 Kcal/UTM e 9,2 a 18,2%, respectivamente ($P < 0,05$). A eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (K_m) apresentou um comportamento linear em função da idade de corte, representado pela equação $y = 0,0034x + 0,5202$. Os valores de energia

líquida variaram de 1,22 a 1,57 Mcal/Kg de MS consumida, com um valor médio de 1,43 Mcal/Kg de MS consumida, não havendo diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$). Para os valores referentes à produção de CO_2 , consumo de O_2 e IC, houve um comportamento linear em função da idade de corte ($P<0,05$). A partir dos experimentos realizados recomenda-se utilizar os fenos de Tifton 85 produzidos dos 27 dias aos 43 dias de idade.

Palavras-chave: bioenergética, calorimetria indireta, degradabilidade, digestibilidade, metano, ruminantes.

NUTRITIONAL VALUE OF TIFTON 85 HAY CUT AT DIFFERENT AGES

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the productivity and nutritive value of Tifton 85 (*Cynodon* spp.) hay at 27, 43, 73 and 84 days of growth through productivity and chemical composition (chapter III), in vitro semi-automatic gas production technique (chapter IV), in situ incubation technique (chapter V), intake and digestibility trial (chapter VI) and indirect calorimetry (chapter VII). In the third chapter, it was evaluated the yield and chemical composition of Tifton 85 hay (*Cynodon* spp.) cut at four different ages (27, 43, 73 and 84 days). It was used an entirely randomized design with five replicates and four treatments and the results were submitted to the regression model. The equation generated by the regression model for digestible dry matter yield presented a cubic trend depending on the cutting age, represented by the equation $y = 0,0002x^3 - 0,0381x^2 + 2,0423x - 27,756$. The equations generated for crude protein, in vitro dry matter digestibility and neutral detergent fiber showed a linear trend depending on the cutting age, represented by the equations $y = -0,1431x + 23,998$, $y = -0,2937x + 77,242$, $y = 0,0839x + 70,777$, respectively. In the fourth chapter it was evaluated the gas fermentation kinetics associated with dry matter degradability (DMD) of Tifton 85 hay (*Cynodon* spp.) obtained at 27, 43, 73 and 84 days of growth using the in vitro semi-automatic gas production technique. It was used a randomized blocks in split plots experimental design and the means were compared by SNK test ($P < 0.05$). Cumulative gas production showed no significant difference ($P > 0.05$) between treatments for each fermentation period. At 6 hours of fermentation gas production ranged from 13.63 to 16.61 ml / g dry matter (DM), at 12 hours it ranged from 39.14 to 45.05 ml / g of DM, at 24 hours it ranged from 103.61 to 114.23 ml / g of DM, at 48 hours it ranged from 159.96 to 173.73 ml / g of DM, at 72 hours it ranged from 173.56 to 191.37 ml / g of DM and at 96 hours it ranged from 179.48 to 197.93 ml / g of DM. The dry matter degradability (DMD) values presented by hay obtained at 27 (68.30%) and 43 (67.23%) days were similar ($P > 0.05$) and higher than the values presented by hay obtained at 73 (62.23%) and 84 (57.67%) days ($P < 0.05$), indicating the cutting age effect on Tifton 85 hay DMD. In the fifth chapter it was determined the ruminal degradability in situ for Tifton 85 hay obtained at 27, 43, 73 and 84 days of growth. It was used a randomized blocks in split plots experimental design and

means were compared by SNK test ($P < 0.05$). At 96 hours of incubation dry matter (77.00 and 73.36%), organic matter (76.69 and 72.70%), crude protein (87.38 and 83.80%) and neutral detergent fiber (75.50 and 71.56%) ruminal degradability obtained for hay cut at 27 and 43 days were similar ($P > 0.05$) but higher than the values presented by hay cut at 73 and 84 days ($P < 0.05$), which were similar ($P > 0.05$). Hay obtained at 27 and 43 days of growth showed dry matter potentially degradable fraction of 79.32 and 78.18%, respectively. The constant dry matter degradation rate (c) was higher for hay cut at 27 days. In the sixth chapter it was evaluated the intake, nitrogen balance and apparent digestibility dry matter, organic matter and crude protein, and digestibility fibrous fractions) in sheep fed Tifton 85 (*Cynodon spp.*) hay obtained at four different ages (27, 43, 73 and 84 days). It was used a completely randomized experimental design with five replicates (sheep) on each treatment (cutting age). There was a linear trend for dry matter apparent digestibility coefficients ($y = -0.1033x + 64.361$) and crude protein ($y = -0.1561x + 79.961$), and for neutral detergent fiber digestibility coefficient ($y = -0.2204x + 77.408$) as a function of the cutting age ($P < 0.05$). The nitrogen balance (nitrogen retained / nitrogen ingested) was positive for all treatments, without any influence of cutting ages ($P > 0.05$). Lignin intake showed a linear increase depending on the cutting age ($P < 0.05$). In seventh chapter it was evaluated the bioenergetics in sheep fed Tifton 85 (*Cynodon spp.*) hay obtained at four different ages (27, 43, 73 and 84 days). It was used the indirect calorimetry method with 20 sheep distributed in an entirely randomized experimental design with four treatments and five replicates, and the means were submitted to regression analysis. The caloric increment (CI) in Kcal / UTM and in % of ingested gross energy showed a linear trend depending on the cutting age, with values ranging from 25.1 to 48.2 kcal / UTM and 9.2 to 18.2%, respectively ($P < 0.05$). The maintenance metabolizable energy utilization efficiency (km) showed a linear trend as a function of the cutting age, represented by the equation $y = 0.0034x + 0.5202$. The net energy values ranged from 1.22 to 1.57 Mcal / kg DM, with an average value of 1.43 Mcal / kg DM, with no significant difference between treatments ($P > 0.05$). The CO₂ production, O₂ consumption and CI, showed a linear behavior as a function of the cutting age ($P < 0.05$). The results indicate that Tifton 85 should be used for haymaking between 27 and 43 days of growth.

Keywords: bioenergetic, degradability, digestibility, indirect calorimetry, methane, ruminants.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

Durante o período de seca no Brasil, fatores como a baixa disponibilidade de água, temperaturas mais amenas e luminosidade reduzida, interferem negativamente na produção e valor nutricional das pastagens, sendo necessário suplementar os animais com volumosos de maior valor nutricional. Desta forma, torna-se importante como forma de suplementação volumosa o cultivo de forrageiras produtivas e com alto valor nutricional para a produção de fenos.

A fenação constitui-se em uma das alternativas recomendáveis, especialmente pela possibilidade de associação ao programa de manejo das pastagens, aproveitando para fenação o excedente das pastagens produzido no período das águas.

Os diferentes cultivares de Tifton ganharam importância dentre as forrageiras pela maior produtividade de matéria seca, maior resposta à adubação, maior digestibilidade, maior teor de proteína bruta e boa relação cálcio:fósforo em relação às demais forrageiras do gênero *Cynodon*. Estas características favorecem a produção animal, sendo este grupo de gramíneas utilizadas nos mais diversos sistemas produtivos. O Tifton 85 (*Cynodon spp.*) é uma gramínea perene, estolonífera e rizomatosa, de porte alto em relação às demais gramíneas do gênero, com colmos e folhas largas, de cor verde escura.

O estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e a qualidade das forrageiras, influenciando o valor nutricional destas. A partir do crescimento das forrageiras, ocorrem aumentos nos teores de carboidratos estruturais e lignina, além disso ocorre interações entre lignina e compostos digestíveis, como proteína, hemiceluloses e celulose, proporcionando redução na digestibilidade. As estruturas das plantas são alteradas, com a elevação da relação haste/folha, sendo que as plantas mais velhas apresentam maiores proporções de hastes em relação às folhas, reduzindo o conteúdo dos nutrientes potencialmente digestíveis com a maturação. Estas características irão influenciar negativamente o consumo e a digestibilidade da forrageira, tornando-se

importante a busca de informações relativas ao melhor momento de utilização das gramíneas.

A qualidade da forragem ingerida associada à sua digestão pela microbiota ruminal e pós rúmen está diretamente relacionada com o desempenho animal, podendo ser mensurada por diferentes técnicas *in vitro*, *in situ* e *in vivo*.

A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Mauricio *et al.*, 1999) tem a capacidade de avaliar grande número de substratos e descrever a cinética de fermentação ruminal a partir da produção de gases associada à degradação da matéria seca, podendo-se diferenciar a capacidade de fermentação de volumosos em diferentes idades de corte (Mauricio *et al.*, 2003).

A partir da técnica de degradabilidade ruminal *in situ* pode-se avaliar qual o aproveitamento das forrageiras. O estudo *in situ* possibilita a determinação da degradabilidade de alimentos e seus diversos componentes nutricionais. Esta técnica tem sido muito utilizada na avaliação de alimentos para os ruminantes, devido à facilidade e rapidez de execução. A avaliação da degradação ruminal de gramíneas tropicais em diferentes idades permite não só a comparação entre diferentes espécies, mas também o estudo da melhor época de corte para cada uma delas (Barbi *et al.*, 1995).

A determinação da digestibilidade *in vivo* é mais precisa que a obtida por métodos *in vitro*. Segundo Minson (1990) o coeficiente de digestibilidade é um dos principais índices para se avaliar um volumoso, pois fornece parâmetros em relação ao aproveitamento dos diferentes nutrientes presentes no alimento. A inter-relação entre fatores como a qualidade do volumoso associada ao estágio de maturação da forrageira, nível de consumo, tempo de retenção da digesta, ciclo de ruminação e taxa de fermentação ruminal interferem na digestibilidade.

A determinação dos valores de energia líquida é importante por quantificar a energia utilizada do alimento para os processos metabólicos envolvidos na manutenção, gestação e produção animal, permitindo a obtenção de formulações de dietas mais precisas, que poderão trazer como consequência maior eficiência do sistema de produção. Além disso,

os valores de energia líquida das diferentes forrageiras utilizadas no Brasil são estimados e os estudos que estão sendo realizados são recentes, sendo importante a determinação destes valores nas diferentes forrageiras tropicais para que as dietas possam ser balanceadas de forma mais precisa.

Objetivou-se avaliar a produtividade e o valor nutricional do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte. No capítulo II foi realizada uma revisão de literatura sobre o gênero *Cynodon*, produção de feno, influência da idade da planta sobre o valor nutricional, técnicas para avaliação dos alimentos, calorimetria indireta, produção de metano pelos ruminantes, partição de energia, e experimentação e bem estar animal. No capítulo III foi determinada a composição bromatológica e a produtividade dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte. No capítulo IV os fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte foram avaliados pela técnica de produção de gases. No capítulo V foram determinadas as degradabilidades *in situ* dos componentes nutricionais, no capítulo VI foram obtidos os consumos e as digestibilidades aparentes, no capítulo VII estudou-se a bioenergética em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte e no capítulo VII foram apresentados as conclusões gerais dos experimentos realizados.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gênero *Cynodon*

O gênero *Cynodon* representa um pequeno grupo de gramíneas tropicais. Algumas tem como característica a presença de rizomas subterrâneos, como por exemplo o *Cynodon dactylon*, conhecida como grama bermuda, no entanto as espécies *Cynodon plectostachyus* e *Cynodon nlemfuensis*, conhecidas como gramas estrelas não apresentam rizomas. Além disso, a espécie *Cynodon dactylon* é cosmopolita, invasora e pode ser utilizada como forrageira ou planta ornamental (Vilela *et al.*, 2005).

As forrageiras do grupo das gramas-estrela são geralmente mais robustas e com folhas maiores do que as do grupo das bermudas. Na média, são plantas maiores e, em crescimento livre, podem chegar a 2 m de altura em condições extremas. As gramas-estrela normalmente produzem estolões vigorosos que podem atingir mais de 10 m de comprimento, os quais enraízam e podem emitir perfilhos na região dos nós. A principal característica morfológica que distingue os táxons bermuda dos de estrela é a ausência de rizoma nessas últimas, conferindo menor resistência a elas em condições de estresse (Harlan, 1970).

As gramíneas do gênero *Cynodon* são de origem africana e de um modo geral são forrageiras de alta produtividade e valor nutritivo, e dentro deste gênero, tem se destacado as gramíneas do grupo dos Tiftons. Estes híbridos foram obtidos pela equipe do Doutor Glen Burton, nos Estados Unidos da América, na estação experimental de Tifton, localizada no estado da Geórgia, sendo os de maior importância os Tiftons 44, 68, 78 e 85. O Tifton 44 foi desenvolvido pelo cruzamento do híbrido Coastal (*Cynodon dactylon*) e um acesso de grama bermuda originária de Berlim, Alemanha (Hill *et al.*, 2001; Undersander & Pinkerton, 1988; Maraschin, 1995; Vilela & Alvim, 1998) sendo liberado pelos Estados Unidos e pela estação experimental de agricultura da Geórgia em 1978 (Undersander & Pinkerton, 1988). O Tifton 68 foi liberado pelos Estados Unidos e pela estação experimental de agricultura da Geórgia em 1984, sendo este formado 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 (Mickenhagen, 1994; Rodrigues *et al.*, 1998a.; Undersander & Pinkerton, 1988; Vilela & Alvim, 1998). Com o cruzamento entre o Tifton 44 e o cultivar Callie (*Cynodon dactylon*) foi obtido o Tifton 78 (Rodrigues *et al.*, 1998a; Undersander & Pinkerton, 1988; Vilela & Alvim, 1998). Este último liberado em 1984 pelos Estados Unidos e pela estação experimental de agricultura da Geórgia (Undersander & Pinkerton, 1988). O Tifton 85 é o resultado do cruzamento do Tifton 68 com a introdução PI 290884, aparentemente de *Cynodon dactylon*, proveniente da África do Sul (Mickenhagen, 1994; Rodrigues *et al.*, 1998a; Hill *et al.*, 2001;). Este híbrido foi liberado para plantio em 1992, sendo considerado o melhor híbrido de *Cynodon* até o momento (Mickenhagen, 1994; Rodrigues *et al.*, 1998a; Vilela e Alvim, 1998).

Os procedimentos para o estabelecimento correto das pastagens de *Cynodon* incluem o preparo adequado do solo, com boa fertilidade, fazendo-se a análise do solo previamente para realizar-se as correções adequadas de acordo com as necessidades de calagem e adubação, e na época correta (início das águas), atentando-se para os seguintes procedimentos operacionais: plantio em solo úmido, uso de mudas recém colhidas, deixar as pontas das mudas descobertas acima da superfície do solo (cerca de 20 a 25% da massa de mudas) após o término do plantio, necessidade de compactação, logo após o plantio, controle de invasoras e adubação nitrogenada em cobertura para estimular novas brotações e produção de estolões (Pedreira, 2010).

2.1.1 Tifton 85

O Tifton 85 é uma gramínea perene, estolonífera e rizomatosa, apresentando rizomas e estolões grandes e grossos, que se espalham rapidamente pelo terreno, porém os rizomas aparecem em pequeno número. É exigente em fertilidade do solo, respondendo bem a adubação nitrogenada e é um híbrido de propagação vegetativa, não se propagando por sementes (Pedreira 2010).

O Tifton 85 foi descrito como sendo de porte mais alto, com colmos maiores, folhas mais largas e com coloração verde mais escura que as outras gramíneas híbridas da grama bermuda. Segundo Burton *et al.* (1993), o Tifton 85 produziu 26% mais matéria seca que a variedade Coastal, foi 11% mais digestível, e também mais succulenta (com menor teor de matéria seca quando colhida com a mesma idade, sob as mesmas condições). O Tifton 85 também superou o Tifton 68 em produtividade (cerca de 20%).

Alvim *et al.* (1999) avaliando o efeito de cinco doses de nitrogênio (zero, 100, 200, 400 e 600 kg/ha/ano) e três intervalos de cortes (2, 4 e 6 semanas, nas chuvas, e 4, 6 e 8 semanas, na seca) sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do capim tifton 85, verificaram que a produção anual de matéria seca do tifton 85 cresceu com a dose de nitrogênio até a aplicação de 600 kg/ha/ano, e até o intervalo de cortes de quatro semanas, nas chuvas, e seis semanas, na seca, sendo que a maior produção de matéria seca foi de 23,1 t/ha/ano, com 17,8 t/ha obtidas na época das chuvas. Já em relação ao teor de proteína bruta houve um aumento com a elevação da dose de nitrogênio até 600 kg/ha/ano, apresentando um valor máximo de 21,7%. Os autores verificaram que a persistência do tifton 85 foi comprometida pela ausência da adubação nitrogenada e pelo menor intervalo de cortes.

2.2 Produção de feno

Visando a utilização das forrageiras no período de escassez de alimento (seca), técnicas de conservação vêm sendo utilizadas. A fenação tem apresentado grande importância como processo de conservação de forragem pela facilidade e custo de execução. Para a confecção de fenos deve-se selecionar forrageiras que aliem alto valor nutritivo e alta produção de MS para que haja um maior rendimento no processo.

O feno é um dos mais versáteis sistemas de conservação de forrageiras, pois desde que protegido adequadamente durante o armazenamento, apresenta as seguintes vantagens: pode ser armazenado pôr longos períodos com pequenas alterações no valor nutritivo (VN), grande número de espécies forrageiras podem ser usadas no processo, pode ser produzido e utilizado em qualquer escala, pode ser colhido armazenado e fornecido aos

animais manualmente ou num processo inteiramente mecanizado, e pode atender a exigência nutricional de diferentes categorias animais.

O princípio básico da fenação baseia-se na conservação do valor nutritivo da forragem por meio da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos é paralisada. Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas predominantes durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado (Reis *et al.*, 2001).

A formação e o manejo das áreas destinadas a produção de fenos envolve a escolha de gramíneas com elevada produção de matéria seca digestível. Além disso, a presença de hastes finas e alta proporção de folhas são características desejáveis que favorecem a secagem mais rápida, produzindo um feno de melhor qualidade. As forrageiras escolhidas devem apresentar facilidade de corte, tolerância a cortes frequentes e permitir uma boa cobertura do solo, sendo que estas características estão presentes nas gramíneas do gênero *Cynodon* spp., como por exemplo o Tifton 85 (Costa & Resende, 2006).

Os capins do gênero *Cynodon* são amplamente utilizados na forma de feno, sendo que os cultivares que apresentam maior relação folhas/hastes, como o Florarkik, Tifton 85, Coastcross e Florona, originam fenos de melhor qualidade. Independentemente do cultivar, o corte deve ser realizado buscando-se o equilíbrio entre valor nutricional e produtividade. No Brasil Central, a idade de corte pode variar de 25 a 28 dias no período de primavera/verão e no outono/inverno de 42 a 63 dias, dependendo do tipo de solo, dos níveis de adubação e da disponibilidade de água (Vilela *et al.*, 2005).

O processo de fenação abrange três etapas principais: corte, desidratação ou secagem e armazenamento. Em cada etapa deve-se adotar o procedimento correto, em função do tipo de maquinário utilizado, da espécie forrageira e das condições climáticas, para produzir feno de boa qualidade. O processo consiste em desidratar a forragem até 10 a 15% de umidade, sendo que a desidratação é mais acentuada logo após o corte, diminuindo à medida que atinge valores abaixo de 65% de umidade, até atingir o ponto ideal. A rapidez

com que o ponto de feno é obtido contribui para menores perdas do valor nutritivo nesta fase.

A produção de feno deve ocorrer em dias ensolarados, não sujeitos a chuvas. A ocorrência de chuvas aumenta o tempo de secagem, prejudicando a qualidade do feno. As gramíneas devem ser colhidas quando apresentarem maior proporção de folhas e bom rendimento. Para a maioria das gramíneas, os cortes podem ser efetuados a intervalos de quatro a seis semanas de crescimento no verão. O corte deve ser realizado pela manhã, logo após a evaporação do orvalho ou do excesso de umidade da planta, a altura de 5 a 10 cm acima do solo (Arruda, 2010).

A partir do ponto em que a água evapora da superfície celular para o espaço intercelular, a difusão é o modo principal de qualquer movimento posterior de água para fora da folha. A cutícula cerosa que cobre a superfície foliar é uma barreira muito efetiva ao movimento de água. Estima-se que apenas 5% da água perdida pelas folhas saem pela cutícula. Quase toda a água perdida por folhas típicas dá-se por difusão de vapor de água pelos poros dos estômatos, presentes na superfície da folha (Taiz & Zeiger, 2004).

A água move-se principalmente por difusão, sendo que este movimento é controlado pelo gradiente de concentração de vapor da água, ou seja a água será direcionada do meio interno, onde este apresenta maior pressão de vapor, para o ambiente externo, onde há menor pressão de vapor (Taiz & Zeiger, 2004). No entanto, o processo de fenação deve ser realizado em dias mais secos, favorecendo a perda de água de forma mais rápida.

Após o corte a supressão do suprimento de água pelas raízes e uma evaporação contínua da superfície foliar levam ao pré-murchamento, secagem e morte das células, sendo que durante a secagem pode ocorrer alguma atividade enzimática permitindo a perda de nutrientes. Assim, quanto mais rapidamente ocorrer a secagem, e a morte das células menor será a perda de valor nutritivo (Reis *et al.*, 2001).

No momento do corte as gramíneas contém de 75 a 85% de umidade, sendo que com o processo de desidratação a umidade do feno deve ser inferior a 20%, visando uma melhor

conservação. Para acelerar e uniformizar a secagem, e reduzir a perdas nutricionais durante a fenação, é necessário efetuar a viragem da forragem uma ou duas vezes ao dia. Deve-se enleirar a forragem com baixa umidade no final do dia, para reduzir o aumento do teor de umidade durante a noite, e no dia seguinte essa deve ser desenleirada para finalizar o processo de secagem (Arruda, 2010).

A fenação é o processo de conservação de forragens através da desidratação parcial da planta forrageira. O processo de desidratação retira água disponível à ação deletéria de microrganismos, fazendo com que o produto final se conserve por longo tempo, evitando-se perdas durante o armazenamento e rejeição pelos animais. Sabendo-se que a perda de água, mesmo em condições ambientais constantes não é uniforme, o tempo de secagem pode ser dividido em duas ou três fases, as quais diferem na duração, na taxa de perda de água e na resistência à desidratação (MacDonald & Clark, 1987).

Segundo Jobim *et al.* (2001) para produzir feno de boa qualidade, deve-se utilizar plantas com alto valor nutritivo e características adequadas para fenação. Uma das características desejáveis da forrageira para ser fenada é a facilidade de desidratação. Esta característica está relacionada a fatores morfológicos intrínsecos da planta (espessura da cutícula, diâmetro e comprimento do colmo, relação folha/haste) e a fatores climáticos e de manejo. Os cultivares do gênero *Cynodon* apresentam características morfológicas favoráveis ao processo de desidratação, além da sua facilidade de cultivo, alta produção de forragem (20 a 25 t MS/ha/ano), bom teor protéico (11 a 13% de PB) e boa relação folha/haste.

Jobim *et al.* (2001) avaliaram a desidratação de três cultivares de *Cynodon* spp. (Tifton 44, Tifton 85 e Coast-cross) durante o processo de fenação a partir da determinação da curva de desidratação e dos teores de proteína bruta (PB) da planta inteira e das frações folhas e colmos nos tempos zero (momento do corte), 3, 6, 21, 24, 27 e 30 horas após o corte. Eles verificaram que a fração folha de todos os cultivares apresentou alta taxa de secagem, atingindo valores ao redor de 90% de matéria seca (MS) em 24 horas após o corte e que para alcançar a umidade de equilíbrio com a fração colmo são necessárias cerca de 30 horas de exposição da forragem, em condições de campo. De acordo com os autores, as plantas do Tifton 44 apresentaram o menor teor de MS (74,5%) 30 horas após o corte em

relação ao Tifton 85 (78,01%) e o “Coast-cross” (79,85%), o que pode ser devido ao maior diâmetro dos colmos deste cultivar, além disso não houve influência do tempo de desidratação sobre o teores de proteína dos cultivares avaliados. O tempo de secagem da forragem no campo é de grande importância, determinando as perdas e, em consequência, a qualidade do feno, sendo que neste experimento concluiu-se que o tempo de 30 horas após o corte foi suficiente para enfardar os cultivares avaliados.

O enfardamento facilita o manuseio e o transporte do feno, além de reduzir o espaço no galpão e favorecer a sua comercialização. Após o enfardamento o feno deve ser armazenado em galpões arejados, protegidos da umidade e abrigados da luz solar, pois essa provoca a descoloração da cor esverdeada original. Os fardos são dispostos em pilhas sobre estrados de madeira, evitando-se o contato com o piso (Costa & Resende, 2006).

2.2.1 Principais perdas durante o processo de fenação

A qualidade dos alimentos que compõem uma dieta é de fundamental importância na busca da eficiência produtiva e reprodutiva dentro de um sistema de produção animal, sendo que, na maioria dos sistemas, os gastos com alimentação representam a maior parte dos custos de produção. Diante disso, o emprego de tecnologia adequada na produção de alimentos é fator primordial. Especialmente as forragens conservadas como o feno ou a silagem podem ter seu valor alimentício bastante alterado em razão dos procedimentos adotados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo. As alterações que ocorrem durante a secagem, recolhimento e armazenamento do feno, exercem influência marcante na composição química, ingestão e digestibilidade da forragem (Jobim *et al.*, 2007).

Burton & Hart (1967) avaliaram as perdas de umidade e as mudanças no rendimento e na qualidade de 64 amostras de feno da grama Coastal Bermuda (*Cynodon spp.*) durante o processo de fenação. Eles verificaram que o teor de umidade da grama após um dia de fenação foi significativamente influenciado pelo teor de água inicial, umidade do ar, radiação solar e rendimento (quantidade de forragem em processo de desidratação), além disso houve uma interação significativa do teor de umidade com os outros três fatores. O

teor de umidade da grama pode aumentar ou diminuir durante a noite, dependendo do teor de umidade no final do dia anterior, umidade do ar e do rendimento. As produções de matéria seca, proteína bruta e teor de matéria seca digestível diminuíram com o avançar do tempo de fenação, principalmente em período mais chuvoso. Houve perdas de caroteno associados com a radiação total recebida durante o processo de fenação.

A coloração ideal para feno é verde clara típica, sendo que essa ocorre devido a presença de carotenos, e indica boa qualidade do feno. No entanto, durante o processo de fenação, deve-se evitar a incidência de chuvas e orvalhos, que causam a descoloração do feno, além de outras perdas a partir da lixiviação de nutrientes mais solúveis. Além disso, durante o armazenamento deve-se evitar a luz e o vento, pois esses fatores causam o ressecamento excessivo e a descoloração nas partes externas dos fardos (Faria, 1975).

O bom feno não deve ser mofado. A presença de mofo (fungos) é originária de procedimentos inadequados durante o processo de fenação e armazenamento, ocorrendo na maioria das vezes a partir do enfardamento antes do ponto ideal de fenação, diminuindo a aceitabilidade e o valor nutritivo, além dos riscos de intoxicar os animais a partir da ingestão de toxinas produzidas pelos fungos (Butolo, 2002).

Os fungos oriundos do processo de fenação e armazenamento inadequados produzem metabólitos que comprometem a qualidade do alimento, sendo que parte desses são tóxicos para o homem e animais, as chamadas micotoxinas. A produção de micotoxinas pelos fungos é influenciada pelos parâmetros ambientais e nutricionais, mas também pelo histórico prévio em relação ao crescimento e desenvolvimento dos fungos. A combinação apropriada desses fatores determina a infestação e colonização do substrato (feno) e o tipo e quantidade de toxina produzida. O estresse hídrico, as altas temperaturas e os danos causados por insetos na forrageira hospedeira são os maiores fatores determinantes da infestação por fungos e produção de toxinas durante o desenvolvimento das forrageiras. Já durante o armazenamento do feno, os fatores que atuam favorecendo a produção de micotoxinas incluem a umidade presente no feno armazenado, a temperatura ambiente, os danos oriundos de pragas e doenças na forrageira ceifada, a disponibilidade de oxigênio, a concentração de gás carbônico, a composição do substrato, a quantidade de fungos

presentes, a prevalência de esporos toxinogênicos, a interação entre microorganismos e os vetores invertebrados, principalmente os insetos, favorecendo a disseminação destes fungos (Marquardt, 1996).

2.3 Influência da idade da planta sobre o valor nutricional

A composição nutricional das forrageiras passa por alterações devido a vários fatores, como o estágio de crescimento no momento da colheita (ou pastejo), a espécie e a variedade da planta, a relação folha/caule, a aplicação de fertilizantes, e o estresse ambiental. As forrageiras novas, quando bem adubadas, são ricas em proteínas e nitrogênio não-protéico, mas pobres em carboidratos solúveis e constituintes da parede celular (carboidratos estruturais), com baixa concentração de lignina, conferindo maior digestibilidade à forragem consumida. Já as forrageiras mais velhas são ricas em carboidratos estruturais e lignina, apresentando menor digestibilidade e menor teor de proteína, sendo que parte desta proteína se encontrará fortemente ligada às frações fibrosas, conferindo um menor aproveitamento deste nutriente (Van Soest, 1994).

A presença abundante de folhas é fundamental para a qualidade do feno, sendo que quanto maior for a proporção de folhas em relação ao caule, melhor será a qualidade do feno. A maior presença de folhas indica que o feno foi produzido a partir de forrageiras cortadas no ponto ideal e bem manejadas, ou seja, respeitando-se a idade de corte associada às condições ambientais (Monteiro, 1996).

A produção acumulada de matéria seca cresce com a idade da planta enquanto, o valor nutritivo decresce quando a planta passa da fase de crescimento vegetativo para reprodutivo, ou seja, quando a planta começa a emitir as inflorescências. Cortes no início da fase de crescimento vegetativo trariam como desvantagens, menor rendimento forrageiro e ainda alto teor de umidade da forrageira, dificultando o processo de fenação e aumentando o custo de produção. Cortes durante a fase de crescimento reprodutivo teriam como desvantagens, maior lignificação das células e menor digestibilidade da proteína e energia. A época ideal de corte seria aquela em que a forrageira estaria com o maior equilíbrio entre quantidade e qualidade dos nutrientes digestíveis pelos animais. Portanto

esta época não pode ser definida em termos somente de crescimento ou de datas de cortes pré-fixadas, mas sim em períodos de descanso da cultura, condições locais do meio, e aspectos econômicos (Corsi, 1986). No entanto, a qualidade da forragem à época do corte é de fundamental importância na qualidade do feno.

As gramíneas forrageiras, de um modo geral apresentam declínio na qualidade nutricional associada ao aumento da idade de rebrota. As maiores mudanças que ocorrem na composição química das gramíneas tropicais são aquelas que acompanham a maturação. À medida que a planta amadurece, o conteúdo celular diminui, enquanto que os constituintes da parede celular aumentam, observando-se conseqüente declínio na digestibilidade (Azevedo *et al.*, 1992).

Segundo Carvalho *et al.* (2005), a queda do valor nutritivo das pastagens em função do crescimento das plantas está relacionado aos seguintes fatores: redução dos teores de proteína e fósforo, devido ao envelhecimento da planta com aumento da relação caule/folha, pois o caule das gramíneas apresenta maiores teores de fibra e menores de proteína e fósforo em relação às folhas; aumento do processo de lignificação e redução da digestibilidade dos nutrientes.

2.4 Técnicas para avaliação dos alimentos

A qualidade da forragem é uma expressão utilizada como referência ao valor nutritivo da massa de forragem associado ao consumo efetuado pelo animal e ao aproveitamento a partir do consumo de matéria seca digestível, proporcionando bom potencial de desempenho animal (Jobim *et al.*, 2007).

Diversos métodos químicos e biológicos foram desenvolvidos para estimar a digestibilidade e degradabilidade de alimentos, predizendo, assim, o valor nutritivo dos mesmos. Os ensaios *in vivo* envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais precisos para determinar o valor nutricional dos alimentos. Entretanto, os mesmos requerem número considerável de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e alto custo financeiro. Já os estudos *in situ* podem superestimar a degradação química e microbiana no

rumem, tendo em vista a perda de partículas pelos poros dos sacos de náilon. Desta forma, metodologias *in vitro* de avaliação de alimentos têm sido utilizadas para a determinação do valor nutricional de forrageiras, apresentando altas correlações com o consumo e a digestibilidade *in vivo* (Ørskov, 2002). Estas técnicas possuem menor custo, menor tempo de execução e melhor controle das condições experimentais (Fondevilla & Barrios, 2001).

A primeira geração de técnicas *in vitro* para avaliação de alimentos (Tilley & Terry, 1963; Menke *et al.*, 1979; Aufreire, 1982) proporcionam estimativa da digestibilidade potencial dos alimentos, porém, com uma referência mínima à descrição da dinâmica de fermentação ruminal. Já a segunda geração destes métodos incorpora as estimativas da cinética de degradação no retículo-rúmen tanto pela mensuração na degradação ruminal de alimentos em sacos de náilon incubados no rúmen (Ørskov e McDonald, 1979) quanto pelas técnicas de produção de gases (Theodorou *et al.*, 1994; Maurício *et al.*, 1999).

2.4.1 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

A técnica mais utilizada para avaliação da digestibilidade *in vitro* de forrageiras é baseada em duas etapas, segundo a metodologia de Tilley e Terry (1963). A primeira etapa dessa técnica consiste em deixar amostras de forragens em contato com o líquido ruminal no interior de um tubo de ensaio, procurando reproduzir as condições predominantes no rúmen-retículo (presença de microorganismos, anaerobiose, temperatura de 39°C, poder tampão e pH de 6,9), simulando a digestibilidade *in vivo* durante 24 a 48 horas de fermentação. Já a segunda etapa, a partir da adição de uma solução ácida de pepsina, visa quebrar as frações protéicas dos microorganismos formados a partir do processo de fermentação e do alimento (Silva & Queiroz, 2002).

2.4.2 Digestibilidade aparente

A digestibilidade aparente de um alimento é considerada a proporção dos nutrientes ingeridos que não foi excretada nas fezes, não considerando a matéria fecal metabólica representada principalmente pelas secreções endógenas, contaminação por microorganismos e descamações epiteliais. Busca-se com a digestibilidade aparente avaliar

de forma precisa a quantidade de alimento fornecido e a quantidade excretada durante um período de tempo, sendo importante previamente ao período de coleta das fezes e urina e medição do consumo, a partir da pesagem do alimento oferecido e das sobras, um período de adaptação dos animais à nova dieta, que pode variar de 10 a 15 dias (Lascano, *et al.*, 1990). De acordo com Poppi *et al.* (2000), apesar dessa técnica ser a mais confiável, apresenta como desvantagens o fato de requerer maior número de animais, controle rigoroso da quantidade ingerida e excretada e a implantação de instalações, as quais normalmente apresentam custo elevado.

2.4.3 Técnica *in vitro* de produção de gases (TIVPG)

O estudo da digestibilidade pelo método *in vivo* é oneroso, demanda tempo, mão-de-obra, além de avaliar número restrito de substratos. As técnicas *in vitro* têm sido utilizadas para a determinação do valor nutricional de alimentos sendo estas relacionadas com o consumo e digestibilidade. A técnica *in vitro* de produção de gases (Mauricio *et al.*, 1999) ou Reading Pressure Technique (RPT) tem a capacidade de avaliar grande número de substratos e descrever a cinética de fermentação ruminal (Mauricio *et al.*, 2003).

A técnica de produção de gases é similar a outros procedimentos de digestibilidade *in vitro* que utilizam substrato, meio de cultura anaeróbico e inóculo microbiano proveniente do fluido ruminal. O substrato pré-pesado é suspenso no meio anaeróbico, mantido a 39°C e o fluido ruminal fresco é adicionado como inóculo. A partir deste momento, a produção de gases (volume) oriundos da fermentação começa a ser registrada possibilitando a descrição da cinética de fermentação (Williams *et al.*, 2000).

A técnica de produção de gases possui várias aplicações. A sua maior utilização é para avaliações de forragens, seja entre espécies, condições de cultivo, entre genótipos, híbridos ou variedades de uma mesma espécie e efeitos de tratamentos físicos ou químicos sobre a fermentabilidade de diferentes substratos (Pereira, 2003). Por meio desta técnica também pode-se avaliar o efeito associativo de alimentos e melhores níveis de inclusão de um determinado alimento na dieta (Campos *et al.*, 2000).

Rodrigues *et al.* (2002) concluíram que as constantes da produção *in vitro* de gases podem ser usadas para estimar o consumo voluntário de MS e MS digestível. Maurício *et al.* (2001a), observaram correlações significativas entre os dados de produção de gases *in vitro* e os dados de digestibilidade *in vivo*. Blümmel & Ørskov (1993) além de encontrarem altas correlações ($r = 0,88$) entre os parâmetros de produção de gases e o consumo de MS, observaram também elevadas correlações destes parâmetros com a ingestão de MS digestível ($r = 0,93$) e taxa de crescimento dos animais ($r = 0,95$).

As técnicas de produção de gases e dos sacos de náilon avaliaram de forma semelhante silagens de milho obtidas em diferentes estádios de maturidade (DiMarco *et al.*, 2002). Sileshi *et al.* (1996) e López *et al.* (1998), também constataram a possibilidade de estimar os dados de degradabilidade *in situ* através da técnica de produção de gases.

Porém, a técnica *in vitro* de produção de gases apresenta algumas limitações como: as medições manuais dos registros, baseia-se apenas na fermentação ruminal e não em todo trato gastrointestinal, apresenta variações do inóculo, falta de uniformidade da metodologia, e dificuldades de definir um meio de cultura ideal para o crescimento de microorganismos.

2.4.4 Degradabilidade *in situ*

O alimento consumido pelos ruminantes é retido no rúmen, sendo que nesse local interagem forças físicas e químicas que auxiliam na degradação e retenção ruminal. As partículas alimentares que compõem as dietas dos ruminantes possuem componentes solúveis que se misturam à fase líquida que são rapidamente fermentados pela microbiota ruminal. E por outro lado, possuem componente estrutural que preenche o interior do rúmen e, que apresenta digestão mais lenta, maior resistência ao escape ruminal, funcionando como barreira física, impedindo novo consumo alimentar (Rodrigues & Vieira, 2011). Diante dessa situação é de grande importância a determinação das diferentes frações dos alimentos a partir da degradação ruminal.

A técnica *in situ* é um dos métodos utilizados para determinar a degradabilidade ruminal dos componentes da forragem, a partir da utilização de sacos de náilon imersos, contendo o alimento, no conteúdo ruminal, sendo que segundo Nocek (1998) essa técnica possui como vantagens a maior rapidez do procedimento experimental, boa repetibilidade dos resultados e simplicidade de execução.

Para execução da técnica *in situ*, Ørskov e McDonald (1979) propuseram modelo exponencial para auxiliar no estudo da degradação dos nutrientes no rúmen em função do tempo, e equação baseada no princípio de redução do material incubado em função do tempo de degradação, proporcionando a obtenção dos valores de degradabilidade potencial e das taxas de degradação, podendo relacioná-las às diferentes taxas de consumo pelo animal.

A determinação dos valores de degradabilidade ruminal, sem levar em consideração a taxa de passagem, pode superestimar a extensão da degradação já que as partículas dos alimentos estão sujeitas a passagem pelos compartimentos do trato digestivo, antes de serem completamente degradadas. No entanto, a degradabilidade do alimento varia em função das taxas de degradação e de passagem (Ørskov, 1982). Já o conceito de degradabilidade efetiva leva em consideração a taxa de passagem para avaliar a degradabilidade do alimento.

2. 5 Calorimetria indireta

O armazenamento diário de lípidos e proteína nos animais é determinado a partir da diferença entre toda energia e proteína consumida e as concentrações destes nutrientes que foram excretados via fezes e urina. A ingestão de energia metabolizável é determinada convencionalmente pela mensuração do calor de combustão do alimento consumido, das excreções fecal e urinária, associados com a medida da produção de metano (Johnson, 1986). Já a produção de calor diária do animal é mais comumente calculada a partir do consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono de acordo com a equação de Brouwer (1965).

Segundo Johnson (1986) para que sejam determinados os teores de energia líquida presente nos alimentos vários cuidados devem ser tomados, visando reduzir os erros durante o procedimento experimental. A primeira exigência é a confecção de instalações convencionais que proporcionem conforto para os animais em sistema individual para que possa ser mensurado durante sete dias o consumo do alimento, a produção de fezes e urina e, a digestibilidade do alimento avaliado. Essas instalações devem proporcionar altas taxas de consumo, minimizando o desperdício e permitir a coleta de fezes e urina de forma individual.

A segunda exigência está relacionada ao sistema de medição e coleta de informações referentes a produção e consumo de gases, sendo que o equipamento mais utilizado é a câmara respirométrica em circuito aberto para estudos de calorimetria indireta. Esse sistema de coleta de informações é a forma mais prática de monitoramento do consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono e de metano pelos animais para o cálculo da perda de energia na forma de calor e de gases (Johnson, 1986).

O método mais prático para observar o processo de troca respiratória durante 24 horas para a exigência fisiológica animal, seja para manutenção e produção é colocando o animal em uma câmara. A câmara deve ter uma quantidade moderada de ar comprimido e não permitir vazamentos de ar. A pressão interna deve ser ligeiramente negativa em relação ao ambiente externo. Deve fornecer conforto para os animais, permitindo que o animal deite e levante-se à vontade, além de permitir o contato visual com outro animal fora da câmara. Um sistema de desumidificação dentro do câmara é muito importante para animais de grande porte sob a circunstância normal de operação (Johnson, 1986).

O sistema de alimentação e coleta de excretas deve ser realizado, visando manter os níveis de amônia na câmara baixos durante a avaliação de 24 horas. A aspiração do ar exterior deve ser realizada de forma lenta e consistente, proporcionando a entrada do ar com aproximadamente 1,1% dióxido de carbono. O fluxo de gás que saí da câmara é frequentemente monitorado a partir de um analisador de gases seco. A umidade, temperatura e pressão atmosférica dos gases que fluem por meio dos medidores também é monitorada para permitir a correção de temperatura, pressão padrão e gás seco. Buscando-

se reduzir a instabilidade do analisador e/ou a integração das razões dos gases, um espirômetro, retira uma alíquota dos gases de escape (3 a 10 litros), que são recolhidos durante a execução para a determinação primária das concentrações médias dos gases (Johnson, 1986).

Os analisadores das concentrações de dióxido de carbono e de metano a partir de infravermelho, bem como um analisador de oxigênio paramagnético, são usados para analisar os gases de escape de forma contínua e (ou) a alíquota de gases no final das 22 para 24 horas de avaliação. Uma quantidade de gás padrão com O₂, CO₂ e CH₄ (cerca de 19,9, 1,1 e 0,1%) dentro da faixa normal dos gases de escape é necessário para calibrar os analisadores, buscando-se uma precisão de $\pm 0,002\%$ (Johnson, 1986).

Segundo Rodríguez et al. (2007), para que um sistema de calorimetria indireta funcione em circuito aberto, uma amostra de ar é continuamente enviada para o equipamento de análise por uma bomba a um determinado fluxo (150 a 200ml/min) e o excesso é descartado. Outra bomba dirige os gases para os analisadores a uma taxa constante, em seguida as amostras são filtradas e passadas por meio de um recipiente que contém 100% de sulfato de cálcio para absorver a umidade. O analisadores são montados em série e os resultados são registrados automaticamente por um software específico cada a seis minutos.

Segundo Johnson (1986) a calorimetria indireta possui como vantagens a capacidade de monitorar o acúmulo de energia tecidual sem a necessidade de abater o animal, possui a capacidade de determinar as exigências energéticas dos animais durante as diferentes fases do desenvolvimento, e é um método relativamente rápido, os efeitos oriundos de alterações hormonais ou alimentares podem ser avaliados durante sete dias em intervalos de 1 hora, a absorção global de energia, de proteína e de outros nutrientes, bem como o metano, são determinados de forma simultânea à de produção de calor e à deposição tecidual. Como desvantagens, têm-se o alto custo de implantação, a necessidade de mão-de-obra qualificada e a dificuldade de estimar a deposição tecidual dos nutrientes, principalmente a de proteína.

2.6 Produção de metano pelos ruminantes

O metano (CH₄) é o gás orgânico mais abundante na atmosfera, tendo suas concentrações aumentadas nas últimas décadas a taxa de 0,7% ou 12ppb/ano. O metano afeta o equilíbrio de ozônio, de hidroxilas e de monóxido de carbono na atmosfera, devido as suas propriedades radioativas (capacidade de absorver radiação infravermelha, contribuindo com a intensificação do “efeito estufa” e alterando o balanço energético da terra (Harper *et al.*, 1999).

As emissões globais de CH₄ geradas a partir dos processos entéricos, principalmente dos ruminantes, são estimadas em 80 milhões de toneladas por ano, correspondendo a cerca de 22% das emissões totais de CH₄ geradas por fontes oriundas da ação do homem, representando 3,3% do total dos gases de efeito estufa (USEPA, 2000 citado por Pedreira *et al.*, 2005).

A partir do processo de fermentação digestiva, que ocorre principalmente no rúmen, devido a relação de simbiose com os microorganismos ruminais, os ruminantes convertem os carboidratos presentes na dieta em ácidos graxos voláteis, resultando na produção de dióxido de carbono e metano. Dessa forma, os ruminantes são reconhecidos como importantes emissores de metano para a atmosfera, sendo que a produção deste gás representa ainda perdas energéticas para os animais em relação à energia consumida (Pedreira *et al.*, 2005).

Durante a fermentação ruminal a síntese dos ácidos graxos voláteis (AGVs) resulta na liberação de H₂ para o ambiente ruminal, sendo que dentre os principais AGVs sintetizados, o que é produzido em maior proporção é o acetato, sendo que para cada molécula produzida resulta na liberação de duas de H₂, além da liberação de CO₂, (Hungate, 1966), acarretando em maior produção de CH₄, já que o H₂, para ser eliminado, liga-se às moléculas de CO₂, em um processo realizado pelas Archaea metanogênicas (Krumholz *et al.*, 1983). Este fato leva a um sistema de equilíbrio, pois à medida que ocorre a fermentação dos carboidratos no rúmen, aumentam os teores de hidrogênio que, se

não forem removidos, inibem os sistemas enzimáticos, principalmente os processos que envolvem a nicotinamida adenosina difosfato (Miller, 1995), interrompendo a transformação de glicose em piruvato.

A produção de metano é considerada importante para os bovinos, pois otimiza o funcionamento do rúmen, por funcionar como receptor de hidrogênio, mantendo o pH próximo da neutralidade (Johnson & Johnson, 1995), no entanto a sua produção acarreta perdas de energia bruta ingerida, podendo chegar de 2 a 15%. A sua produção em bovinos adultos chega a variar de 250 a 500 l/dia (Lascano *et al.*, 2010).

O metano é produzido em condições anaeróbias por Archaea metanogênicas presentes no ambiente ruminal e intestinal (*Methanobrevibacter* spp., *Methanomicrobium* spp., *Methanosarcina* spp., *Methanobacterium* spp.) (Arcuri *et al.*, 2011). O excesso de hidrogênio produzido durante a fermentação de carboidratos e proteínas para subsequente formação de ácidos graxos voláteis (acetato e butirato) é utilizado para o crescimento microbiano, biohidrogenação de ácidos graxos insaturados e produção de ácido graxo glicogênico (propionato e valerato), e o restante seria utilizado para a produção de metano.

Os microorganismos ruminais metabolizam os carboidratos para convertê-los, em glicose ou glicose-1-fosfato, que posteriormente, se oxidam em piruvato a partir da via de Embden-Meyerhof, e em seguida até acetato a partir da ação da enzima piruvato liase. No entanto, a quantidade de CH₄ produzido, consumindo H₂, está relacionada aos produtos finais oriundos da fermentação dos carboidratos (Kozloski, 2002).

Segundo Murphy *et al.* (2011), uma dieta rica em cereais, com um coeficiente molar de acetato:propionato igual a 1, poderá produzir a seguinte equação no processo de fermentação: 3 glicose → 2 propionato + butirato + 3CO₂ + CH₄ + 2H₂O. Já uma dieta rica em forrageiras com coeficiente molar de acetato:propionato igual a 3, poderá resultar na seguinte equação: 5 glicose → 6 acetato + 2 propionato + butirato + 5CO₂ + 3CH₄ + 6H₂O, podendo observar nas duas equações que há uma relação inversa entre a produção de propionato e CH₄.

Animais consumindo dietas de baixa qualidade podem produzir mais metano por unidade de produto (carne ou leite) em relação aos animais de alta produção consumindo dietas de melhor qualidade em maiores níveis de ingestão, pois dietas de baixa qualidade são mais fibrosas e tendem a proporcionar uma maior produção de acetato para o rúmen, e maior quantidade CO_2 e H^+ disponíveis no ambiente ruminal, sendo que esses compostos são os substratos utilizados pelas archaeas metanogênicas na síntese de metano. A redução da emissão de metano pela pecuária está ligada à melhoria da dieta, à melhoria dos pastos, à suplementação alimentar, à seleção por maior potencial genético de produção e a outras medidas que reflitam na melhor eficiência produtiva, resultando em menores ciclos de produção (Pedreira *et al.*, 2005).

A produção e emissão de metano pelos ruminantes é influenciada por vários fatores, como o nível de consumo dos alimentos, o tipo de carboidrato na dieta, os processamentos em que foram submetidos os alimentos presentes nas rações, o fornecimento de lipídios ou de ionóforos na dieta e as alterações na microflora ruminal (Johnson & Johnson, 1995). Em relação ao tipo de carboidrato a ser consumido e fermentado, quando os animais recebem uma dieta com maior teor de carboidratos estruturais, há uma tendência em produzir maior proporção de acetato, conseqüentemente mais substratos para a síntese de metano.

McGinn *et al.* (2004) avaliaram os efeitos da dieta sobre a produção de metano entérico com o objetivo de identificar estratégias de mitigação. Focaram a mensuração da emissão de CH_4 e CO_2 , digestibilidade total e fermentação ruminal em bovinos da raça holandesa destinados para a produção de carne com peso médio inicial de 312 Kg suplementados com diferentes aditivos e ingredientes na dieta. No experimento 1 os tratamentos foram o controle (sem aditivo), monensina, óleo de girassol e enzima proteolítica, já no experimento 2: controle, procreatina-7, leveduras e ácido fumárico. A dieta basal dos dois experimentos foi constituída de 75% de silagem de cevada, 19% de grão de cevada e 6% de suplementos, sendo que os animais foram alojados em gaiolas equipadas com analisadores de gases. Os autores verificaram que 6,5% da energia bruta consumida foi perdida a partir das emissões de CH_4 pelos animais alimentados com a dieta controle. No experimento 1 o tratamento com óleo de girassol proporcionou uma redução 22% na emissão de metano em relação à dieta controle. Quando a emissão de CH_4 foi convertida

para energia consumida, verificaram que a perda de energia bruta a partir do CH₄ reduziu em 21% com o uso de óleo de girassol e 9% com monensina, indicando que estes aditivos podem ser usados, otimizando o aproveitamento da energia dos alimentos, a partir da redução da produção de metano.

A redução anaeróbica do nitrato no ambiente ruminal é energeticamente mais favorável do que a redução do CO₂, sendo que a presença de nitrato no rúmen redireciona o H₂ da metanogênese para redução do nitrato, reduzindo a produção de metano (Allison & Reddy, 1984).

Van Zijderveld *et al.* (2011) estudaram o efeito da adição de nitrato (21g/Kg de matéria seca ingerida) na dieta de vacas holandesas em lactação sobre a produção de metano por mensuração em sistema de calorimetria indireta de circuito aberto. Os autores verificaram que a adição de nitrato reduziu a produção de metano em 16%, sendo que os valores obtidos para vacas que consumiram ou não nitrato via alimentação foram de 310 e 368g/dia, 16,2 e 19,4 g/Kg de matéria seca ingerida e de 4,9 e 5,9 % de energia bruta consumida, respectivamente.

As estratégias utilizadas para manejar adequadamente as pastagens nos sistemas de criação de bovinos à pasto podem ser uma das alternativas que visem a redução da emissão de CH₄ associada a produtividade do sistema, bem como a produção de forragens conservadas, como o feno e a silagem, buscando um alimento nutritivo e com bom rendimento. DeRamus *et al.* (2003) avaliaram a produção de CH₄ em vacas e novilhas a partir da técnica do indicador hexafluoreto de enxofre (SF₆) em sistemas de pastejo bem manejado e em pastagem contínua (mal manejada). Os autores verificaram que a emissão diária de CH₄ de 89 a 180 g/dia para as novilhas e de 165 a 294 g/dia para as vacas adultas, sendo que usando a pastagem bem manejada houve uma redução da emissão de CH₄ por Kg de ganho de peso diário em relação a pastagem contínua, pois no manejo de pastagem mais intensivo, utilizando forragens mais nutritivas, ocorre uma melhoria na conversão alimentar, produzindo mais leite ou carne. Além disso, os autores fizeram uma projeção da emissão de CH₄ anual para os dois sistemas de produção e verificaram que o sistema de

pastagens bem manejado contribui por uma redução de 22% comparado com sistema de pastagens contínua.

Harper *et al.* (1999) avaliaram a produção de CH₄ a partir da Técnica micrometerológica por diferença de massas em dois grupos de bovinos alimentados com dieta a base de pastagem em sistema mais extensivo ou com dieta rica em grãos (20% de aveia e 80% de alfafa). Os autores verificaram que quando os bovinos se alimentavam de pastagem eles produziam 23 Kg de CH₄ por dia, correspondendo à uma perda de energia bruta na forma de CH₄ de 7,7 a 8,4%, e quando os bovinos se alimentavam com uma dieta rica em grãos eles produziam 7 Kg de CH₄ por dia, ocorrendo uma perda de energia bruta na forma de metano de 1,9 a 2,2%.

Já Primavesi *et al.* (2004), trabalharam com bovinos leiteiros em diferentes fases de produção (vacas em lactação, vacas secas e novilhas) e com diferentes raças (holandesa preto e branco e mestiça holandesa x zebu) à pasto em condições tropicais brasileiras (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata) adubada, e em pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) não adubada com novilhas. Observaram que as emissões de metano (g/dia/animal) foram maiores para vacas em lactação, devido a maior ingestão de matéria seca total e digestiva. Esses autores também verificaram que houve diferenças entre as raças somente para vacas em lactação, obtendo maior emissão de CH₄ (g/kg de matéria seca digestiva ingerida e porcentagem de energia digestível ingerida) pelas vacas mestiças, podendo estar relacionado a maior eficiência digestiva de celulose, sendo que essa é a maior fonte de CH₄ no processo metabólico fermentativo no rúmen.

Ellis *et al.* (2012) avaliaram a produção de metano em vacas lactantes a partir da simulação em um modelo ruminal, utilizando diferentes concentrações de carboidratos solúveis em substituição aos níveis de proteína bruta e de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) da dieta. Compararam forrageiras que foram cultivadas em condições de baixa e alta fertilização nitrogenada e dois níveis de ingestão de matéria seca. Esses autores verificaram que a medida que aumentaram a concentração de carboidrato solúvel na dieta e a ingestão de matéria seca houve aumento na produção de metano, variando de 17,6 a 21,0 g/dia e de 5,88 a 6,98% em relação ao consumo de energia bruta. No entanto, ao

verificarem a produção de metano associada à produção de leite esses autores relataram que com o aumento da ingestão de matéria ocorreu uma menor emissão de metano por Kg de leite produzido em função da produtividade, variando de 12,6g/Kg de leite para vacas de maior produção até 17,4g/Kg de leite para as vacas de menor produção. A partir dessas simulações conclui-se que a melhor dieta proporciona maiores emissões de metano, porém deve-se levar em consideração a produtividade do rebanho.

O aumento do valor nutricional das dietas tem sido considerado uma das principais estratégias para a redução da produção de CH₄ por ruminantes. Entretanto, esse fato deve ser analisado considerando-se todos os aspectos que envolvem a atividade e não de forma isolada, principalmente quando se incluem alimentos concentrados à dieta. Nesta situação, os gastos energéticos envolvidos na produção de grãos devem ser considerados, pois, muitas vezes, a redução da emissão de CH₄ de origem ruminal, causada pela inclusão desses alimentos à dieta, é compensada por um incremento muito maior da emissão de CO₂ proveniente da queima de energia fóssil pelas máquinas envolvidas nos processos de produção e transporte de grãos. Bem como, pode haver grande geração de óxido nitroso (gás de efeito estufa 25 vezes mais potente em reter calor que o CH₄), oriundo do nitrato gerado pelos fertilizantes nitrogenados aplicados nas lavouras de grãos e pastagens, quando submetidos a condições anaeróbicas, durante períodos de chuvas ou de irrigação (Pedreira *et al.*, 2005).

Além disso, o sistema de produção de bovinos no Brasil é baseado em criações extensivas, onde a principal fonte de alimento são as pastagens, sendo que essas quando bem manejadas contribuem de forma efetiva na captação de CO₂ durante o processo de fotossíntese, resultando em menor acúmulo deste gás na atmosfera. No entanto, o balanço de emissão de gases de efeito estufa deve ser realizado de forma conjunta, ou seja, ao mesmo tempo que os bovinos emitem metano, oriundo da fermentação, eles estão se alimentando de pastagens que consomem CO₂.

2.7 Partição energética

A energia bruta do alimento ou calor de combustão representa a energia química total presente no alimento obtida através da combustão completa a CO_2 e H_2O (NRC, 2000).

Segundo Weiss (1993), apesar da quantidade total de energia contida no alimento ser facilmente medida pela combustão do alimento por meio de um calorímetro, a energia bruta representa pouca relação com o que está disponível para o animal, pois esta sofre interferência do processo de digestão a partir da liberação de energia nas fezes, na forma de gases e calor.

A primeira perda de energia que ocorre equivale à fração não digerida que se perde nas fezes, que subtraída da energia bruta do alimento resulta na energia digestível (ED) (NRC, 2000), variando em função da digestibilidade dos diferentes tipos de alimento.

A avaliação da ED reflete a digestibilidade da dieta, porém a ED medida é a ED aparente pois não considera a fração endógena, ou seja, as perdas por secreções e células de descamações do sistema digestivo (NRC, 2000).

A energia metabolizável (EM) é indicada pela porção de energia do alimento que pode ser utilizada pelo animal, sendo determinada pela diferença da energia bruta da dieta consumida em relação à energia perdida nas fezes, urina e gases. Já a energia líquida do alimento ou dieta é a parte da energia metabolizável do alimento utilizada para as necessidades de manutenção e produção, levando-se em consideração a energia desprendida a partir da produção de calor oriunda do metabolismo. A metabolizabilidade da energia do alimento é um coeficiente energético que relaciona a relação entre as concentrações de energia metabolizável e bruta do alimento, sendo um parâmetro importante para avaliar a eficiência energética (AFRC, 1993).

Segundo o AFRC (1993), a EM disponível para o animal, calculada a partir da EM presente nos alimentos é reduzida significativamente em condições de alto consumo

alimentar, devido ao aumento da taxa de passagem e redução do tempo de permanência no rúmen.

Para determinação da energia líquida leva-se em consideração o coeficiente de utilização da EM, sendo que este sofre influência do nível de produção, ou seja, a medida que aumenta o nível de produção do animal, reduz-se a eficiência de utilização da EM (AFRC, 1993).

2.8 Experimentação e bem estar animal

A pesquisa científica contribui de forma efetiva para o bem estar do homem e dos animais. Os conhecimentos de Biologia em geral, de saúde, de comportamento e das interações "homem-animal-ambiente" nem sempre podem ser obtidas só pela observação e pelo registro do que normalmente acontece, ao longo da vida, com o homem e com os animais, quer como indivíduo isolado quer como população e, por isto, a experimentação científica é absolutamente necessária para que o ciclo do conhecimento se complete, se renove e se torne útil.

Para que o uso de animais com objetivos científicos seja moralmente aceitável e dê resultados confiáveis é fundamental ter-se a consciência que o animal como ser vivo, possui hábitos de vida próprio da sua espécie, tem memória, preserva o instinto de sobrevivência e é sensível à angústia e a dor, razões que preconizam posturas éticas em todos os momentos do desenvolvimento dos estudos com animais de experimentação (Raymundo & Goldim, 2002).

Atualmente, os experimentos que necessitam de animais para sua realização devem ser submetidos previamente a uma Comissão de Ética da instituição para avaliação das condições em que os animais estão sendo submetidos, procurando evitar-se o estresse desses e promovendo maior bem estar animal durante a pesquisa (Berchielli *et al.*, 2011).

As alterações nos procedimentos ou protocolos experimentais são importantes para minimizar a dor e o estresse, além de contribuir para o aumento do bem-estar animal. O termo bem-estar pode ter várias interpretações em relação à sua definição de acordo com situações e características individuais das espécies. O bem-estar de um indivíduo é o seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente (Broom, 1986), porém é importante salientar que este conceito está relacionado a um dado momento ou fase da vida pelo qual aquele ser está passando. O bem-estar deve ser definido de forma que permita relação com outros conceitos, tais como: necessidades, liberdade, adaptação, felicidade, capacidade de previsão, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (Broom & Molento, 2004). Para mensurar o bem-estar animal é fundamental entender o universo artificial onde este está contido e compreender aspectos da anatomia, fisiologia, etologia e manejo das espécies em questão. A partir desse conhecimento é gerada uma série de obrigações éticas que certamente favorecerão o bem-estar dos animais de laboratório (Frajblat *et al.*, 2008).

2.9 Referências bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: 1993. 159p.

ALLISON, M. J.; REDDY, C. A. **Adaptations of gastrointestinal bacteria in response to changes in dietary oxalate and nitrate.** In: Third Int. Symp. Microbial Ecology, ed. American Society of Microbiology, Washington, DC, p.248-256, 1984.

ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R. S. ; *et al.* Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p.2345-2352, 1999.

ARCURI, P. B; LOPES, F. C. F; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmem. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes.** 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p.115- 147.

ARRUDA, N.V.M. **Manual técnico para produção de feno a campo**. Rondonópolis: Gráfica Postil, 2010, 26p.

AUFREIRE, J. Utilisation d'enzymes cellulolytiques pour prevoir la digestibilite des fourrages. **Bull. Technology**, v. 49, p. 23-25, 1982.

BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006, p.415- 438.

BLÜMMEL, M.; ØRSKOV, E. R. Comparasion of *in vitro* gas production and náilon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. **Animal Feed Science Technology**, v. 40, p. 109-119, 1993.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v.142, p.524-526, 1986.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceitos e questões relacionadas – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p.1-11, 2004.

BROWER, M. Report of sub-committee on constants and factores. In: SYMPOSION OF ENERGY METABOLISM HELD AT EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 1965, London. **Proceedings...** London: EAAP Academic, 1965. p. 441-443.

BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. Registration of Tifton 85 bermudagrass. Abstract: **Crop Science**, v. 33, p. 644-645, 1993.

BURTON, G. W.; HART, R. H. Curing coastal Bermudagrass hay: Effects of weather, yield, and quality of fresh herbage on drying rate, yield and quality of cured hay. **Agronomy Journal**, v. 59, p. 367-371, 1967.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agros Comunicação, 2002, 430p.

CAMPOS, F. P.; SAMPAIO, A. A. A.; BOSE, M. L. V. *et al.* Avaliação da digestibilidade *in vitro*/gás de diversas associações de volumosos – 1 – Produção de gás. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, n 37, 2000, Viçosa, **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. (CD-ROM).

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; MCDOWELL, L. R. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte: Gradual, 2005. 438p.

CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: Simpósio sobre manejo de pastagens, 8, 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 499-512.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; *et al.* Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

COSTA, J.L.; RESENDE, H. **Produção de feno de gramíneas. Instrução técnica para o produtor de leite**. 2. Ed. Coronel Pacheco: EMBRAPA gado de leite, 2006. 2 p.

DERAMUS, H.A.; CLEMENT, T. C.; GIAMPOLA, D.D.; *et al.* Methane emissions of beef cattle on forages: Efficiency of grazing management systems. **Journal Environment Qual.**, v. 32, p. 269–277, 2003.

DI MARCO, O. N.; AELLO, M. S.; MOMDEDEU, M. *et al.* Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (*in vivo*, *in situ* and *in vitro*). **Animal Feed Science Technology**, v. 99, p. 37- 43, 2002.

ELLIS, J.L.; DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; *et al.* Effect of high-sugar grasses on methane emissions simulated using a dynamic model. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.272–285, 2012.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FARIA, V. P. Técnicas de produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, Piracicaba, 1975. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p.229-249.

FONDEVILLA, M.; BARRIOS, A. The gas production and its application to the study of the nutritive value of forages. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 35, n. 3, p. 187-199, 2001.

FRAJBLAT, M.; AMARAL, V.L.L.; RIVERA, E.A.B. Ciência em animais de laboratório. **Experimentação animal**, v.60, n.2, p.44-46, 2008.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; *et al.* Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 4, p.955-963, 2000.

HARLAN, J.R. Cynodon species and their value for grazing and hay. **Herbage Abstracts**. v. 40, p.233-238, 1970.

HARPER, L.A.; DENMEAD, O.T.; FRENEY, J.R.; BYERS, F.M. Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1392-1401, 1999.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. **Journal of Animal Science**, v.79 (E. Suplemento), p.E48-E58, 2001.

HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic, 1966. 533p.

JOBIM, C. C.; LOMBARDI, L.; GONÇALVES, G. D.; *et al.* Desidratação de cultivares de *Cynodon* spp. durante o processo de fenação. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 795-799, 2001.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, *suplemento especial*, p.101-119, 2007.

JOHNSON, D. E. Fundamentals of whole animal calorimetry: Use in monitoring body tissue deposition. **Journal of Animal Science**, v.63 (Suplemento 2), p. 111-114, 1986.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 140p.

KRUMHOLZ, L.R.; FORSBERG, C.W.; VEIRA, D.M. Association of methanogenic bacteria with rumen protozoa. **Canadian Journal of Microbiology**, v.29, p.676-680, 1983.

LASCANO, C.E.; BOREL, R.; QUIROZ, R. Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad *in vivo*. In: RUIZ, M.; RUIZ, A. (Eds) **Nutrición de rumiantes. Guía metodológica de investigación**. Costa Rica: ALPA Rispal, 1990, p. 159 – 168.

LASCANO, C. E; CÁRDENAS, E. Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, p.175-182 2010.

LÓPEZ, S.; CARRO, M. D.; GONZÁLEZ, J. S. *et al.* Comparison of different *in vitro* and *in situ* methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. **Animal Feed Science Technology**., v. 73, n. 9, p. 99-113, 1998.

MARASCHIN, G.E. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros *Digitaria*, *Cynodon* e *Chloris*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Plantas forrageiras de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.69-100. (Serie Atualização em Zootecnia, 13).

MARQUARDT, R.R Effects of molds and their toxins on livestock performance: a western Canadian perspective. **Animal Feed Science Technology**, v. 58, p. 77-89, 1996.

MAURICIO, R. M., MOULD, F. L, DHANOA, M. S. *et al.* A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science Technology**, v. 79, p. 321-330, 1999.

MAURICIO, R. M. M.; PERERIRA, L. G. R.; GONCALVES, L.C. *et al.* Avaliação das silagens de quatro híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) moench) através da técnica *in vitro* semi automática de produção de gás. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, n. 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1346-1348.

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

MCGINN, S.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; COATES, T.; *et al.* Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 3346-3356, 2004.

MENKE, K. H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A. *et al.* The estimation of the digestibility and energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they incubated with liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v. 93, p. 217-222, 1979.

MICKENHAGEN, R. **Elementos sobre pastagens das gramíneas Tifton 68 e Tifton 85**. Araçatuba: [s.n], 1994. 27p.

MILLER, T.L. Ecology of methane production and hydrogen sink in the rumen. In: ENGELHARDT, W. V., LEONHARD-MAREK, S., BREVES, G., *et al.* (Ed). **Ruminant Physiology: Digestion, metabolism, growth and reproduction**. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag. 1995. p. 317-332.

MONTEIRO, A.L.G. **Produção e distribuição de matéria seca, composição química e potencial para ensilagem de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.)**. Botucatu, 1996, 49p. Tese (Doutorado) – FMVZ – UNESP.

MURPHY, M.R.; BALDWIN, R.L.; KOONG, L.J. Estimation of stoichiometric parameters for rumen fermentation of roughage and concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.55, p.411, 1982.

NOCEK, J. E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2051 – 2069, 1988.

NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7.rev. ed. National Academy Press, D.C.: 2000. 42p.

ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press, 1982. 160p.

ØRSKOV, E. R. **Trails and trails in livestock research**. Aberdeen: Garamond, 2002. 204p.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. M. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, p. 499-503, 1979.

PEDREIRA, C.G.S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D.M; MARTUSCELLO. **Plantas Forrageiras**. 1 Ed. Viçosa: UFV, 2010, p 78-130.

PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; *et al.* Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.

PEREIRA, L. G. R. **Potencial forrageiro da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) para a produção de silagem**. 2003. 134p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

PRIMAVESI, O; FRIGHETTO, R. T. S; PEDREIRA, M. D. S; LIMA, M. A. D; BERCHIELLI, T. T; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39, n.3, p.277-283, 2004.

POPPI, D.P.; FRANCE, J.; MCLENNAN, S.R. Intake, passage and digestibility. In: THEODOROU, M.K.; FRANCE, J. (Eds) **Feeding systems and feed evaluation models**. Wallingford: CABI, 2000. p. 35-52.

RAYMUNDO, M.M.; GOLDIM, J.R. Ética da pesquisa em modelos animais. **Bioética**, v.10, n.1, p.31-44, 2002.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. IN: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; *et al.* p.1-39, 2001.

REIS, R. A.; MELO, G. M. P.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; *et al.* Produção de fenos de *Cynodon*. In: VILELA, D.; RESENDE, J. C.; LIMA, J. **Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p.80-131.

RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Estabelecimento de pastagens de *Cynodon*. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998a. p.115-128.

RODRIGUES, M. A. M.; FONSECA, A. J. M.; SEQUEIRA *et al.* Digestion kinetic parameters from na *in vitro* gás production method as predictors of voluntary intake of forage by mature ewes. **Animal Feed Science Technology**, v. 95, p. 133-142, 2002.

RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p.29 - 59.

RODRÍGUEZ, N. M.; CAMPOS, W.E.; LACHICA, M.L.; et al. A calorimetry system for metabolism trials. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.495-500, 2007

SILESHI, Z.; OWEN, E.; DHANOA, M. S. *et al.* Prediction of *in situ* rumen dry matter disappearance of Ethiopan forages from an *in vitro* gas production technique using a pressure transducer, chemical analyses or *in vitro* digestibility. **Animal Feed Science Technology**, v. 61, p. 73-87, 1996.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002, 235p.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S; *et al.* A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. **Animal Feed Science Technology**, v. 48, p. 185-197, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Jounal of British Grassland Society**, v. 18, p.104-111, 1963.

UNDERSANDER, D.J., PINKERTON, B.W. **Cultivars of Bermuda grass (Cynodon dactylon)**. Clemson: Cooperative Extensive Service – Clemson University, 1988. (Forage Leaflet, 4).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Evaluating ruminant livestock efficiency projects and programs.** In: PEER REVIEW DRAFT. Washington, D.C, 2000, 48p.

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

VAN ZIJDERVELD, S.M.; GERRITS, W.J.J.; DIJKSTRA, J., et al. Persistency of methane mitigation by dietary nitrate supplementation in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.4028-4038, 2011.

VILELA, D.; RESENDE, J. C.; LIMA, J. **Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 250p.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.23-54.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feed. In. Symposium: prevailing concepts in energy utilization by ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1802-1811, 1993.

WILLIAMS, B. A.; GIVENS, D.I.; OWEN, E. *et al.* Cumulative Gas-production Techniques for Forage Evaluation. In: FORAGE EVALUATION IN RUMINANT NUTRITION. Wallingford: CAB International, 2000. 475p.

CAPÍTULO III

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO FENO DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

3.1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade (matéria natural, matéria seca e matéria seca digestível), composição bromatológica (matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemiceluloses (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG)) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias). Utilizou-se uma área de vinte canteiros de 3m², sendo cinco canteiros por idade de corte. Após cada corte, a gramínea foi revirada manualmente em um intervalo de 3 horas até que a gramínea atingisse o ponto de feno. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições (canteiros) por tratamento (idades de corte) e submetidos ao estudo de regressão. As equações geradas para as produtividades na matéria natural, na matéria seca e na matéria seca digestível e dos teores de MS apresentaram comportamento cúbico em função das idades de corte, representadas pelas equações $y = 0,0003x^3 - 0,0617x^2 + 3,3498x - 46,388$, $y = 0,0003x^3 - 0,0593x^2 + 3,2162x - 44,63$, $y = 0,0002x^3 - 0,0381x^2 + 2,0423x - 27,756$ e $y = -0,0001x^3 + 0,0182x^2 - 0,8882x + 106,29$, respectivamente. Já as equações geradas pelo modelo de regressão para os teores de MM, PB, DIVMS, FDN, FDA, HEM, CEL e LIG apresentaram comportamento linear em função das idades de corte, representadas pelas equações $y = -0,0353x + 8,8535$, $y = -0,1431x + 23,998$, $y = -0,2937x + 77,242$, $y = 0,0839x + 70,777$, $y = 0,1423x + 25,625$, $y = -0,0657x + 45,566$, $y = 0,0963x + 24,529$ e $y = 0,0461x + 1,0958$, respectivamente. O período compreendido entre as idades de corte de 27 e 43 dias é a melhor época para a produção dos fenos de Tifton 85.

Palavras chave: desidratação, forragem, ruminantes, suplementação, valor nutricional

3.2 INTRODUÇÃO

O princípio básico da fenação resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem por meio da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos é paralisada. Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado.

Visando a produção de um feno com alto valor nutritivo, o Tifton 85 pode ser uma opção, pois é uma gramínea que apresenta hastes finas e boa proporção de folhas, favorecendo o processo de desidratação, apresenta elevados teores de proteína bruta e fibra de alta digestibilidade, conferindo um bom valor nutritivo e alta produtividade.

Entretanto, para obtenção de fenos de forrageiras de alta qualidade nutricional e produtividade é importante determinar o momento ideal de corte de cada forrageira, pois a idade de corte influencia na composição química, estrutural e anatômica da forrageira, 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. Em relação ao valor nutricional observa-se geralmente aumento na proporção de frações fibrosas, com concomitante redução nos valores de proteína e da digestibilidade. Portanto a integração entre produtividade e valor nutricional determina a melhor idade de corte para a produção de feno.

A digestibilidade aparente de um alimento é considerada a proporção dos nutrientes ingeridos que não foi excretada nas fezes, não considerando a matéria fecal metabólica representada principalmente pelas secreções endógenas, contaminação por microrganismos e descamações epiteliais, sendo que essa apresenta uma boa correlação com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Os objetivos foram avaliar a produtividade, a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias).

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Material utilizado e processamento

Foram utilizados neste experimento fenos produzidos a partir da gramínea Tifton 85 (*Cynodon sp.*) cortados nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias. Os fenos foram produzidos no período de outubro de 2007 a dezembro de 2007 na Fazenda Santa Helena, localizada no Km 125 da rodovia MG 164, no município de Bom Despacho – MG. A área foi demarcada e foi realizado um corte de uniformização rente ao solo, seguido de uma adubação com 420 Kg de 25:00:25 (N:P:K) e irrigada conforme a necessidade da forrageira (Tabela 1). Foram utilizados 20 canteiros de 3m² cada um, sendo 5 canteiros por tratamento.

Tabela 1 – Irrigação mecanizada e pluvial em mm do Tifton 85, cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tipo de irrigação		Total
	Mecanizada	Pluvial	
27	90,5	21	111,5
43	-	88	199,5
73	-	217	416,5
84	-	35	451,5

O processo de fenação da gramínea Tifton 85 nos canteiros foi manual, sendo cortada nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias após a uniformização com uma roçadeira costal, durante o período da manhã após a secagem do orvalho. Após o corte, a gramínea foi revirada com um ancinho a cada 3 horas até que atingisse o ponto de feno, com um teor de matéria seca variando entre 85 a 90%. Após atingir o ponto de feno, a gramínea desidratada foi pesada para determinar a produção dos fenos na matéria natural e em seguida o feno foi armazenado em sacos arejados. Em seguida, os sacos foram transportados e armazenados em um galpão seco e ventilado, e colocados sobre estrados de madeira. O feno produzido foi transportado para as dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), localizada no município de

Belo Horizonte – MG. Neste local as amostras foram processadas e posteriormente realizadas as análises bromatológicas.

Os fenos foram moídos em moíno tipo “Thomas-Wiley”, utilizando-se peneira de 1 mm, e acondicionados em frascos de polietileno, com tampas. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (AOAC, 1995), matéria mineral (MM) a partir do resíduo de MS em mufla a 600°C, proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldhal, extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fósforo (P) (AOAC, 1995) e as frações fibrosas (fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemiceluloses (HEM), celulose (CEL), e lignina (LIG)), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (Van Soest *et al.*, 1991; Goering e Van Soest, 1970). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado a partir da seguinte equação: $CNF = 100 - (Cinzas + FDN - (NIDN \times 6,25) + EE + (N \times 6,25))$ de acordo com Van Soest *et al.* (1991). Foram determinadas as produções de matéria seca e matéria seca digestível em toneladas por hectare, a partir dos resultados de matéria seca à 105°C e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca obtida segundo Holden (1999), utilizando-se filtros F57 ANKOM[®] no simulador de rúmen *Daisy Incubator II ANKOM*[®] dos fenos produzidos nas diferentes idades de corte.

3.3.2 Análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos (idade de corte) com cinco repetições (canteiros) por tratamento, segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + H_j + e_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = valor referente à observação da repetição i da idade de corte j

μ = média geral

H_j = efeito da idade de corte j ($j = 1, 2, 3, 4$)

e_{ij} = erro aleatório associado à observação

Os valores dos parâmetros analisados foram submetidos à análise de regressão com o auxílio do software SAEG (Euclides, 2005) em função da idade de corte. Foram determinados os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas (Anexo 1). A decomposição da análise de variância seguiu o esquema apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado.

Fontes de variação	gl.
Total	19
Idades de Corte (tratamentos)	3
Erro	16

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar (Tabela 3) que as equações de regressão para as produções de matéria natural (PMN), de matéria seca (PMS) e de matéria seca digestível (PMSD) dos fenos de Tifton 85 em função das idades de corte apresentaram comportamento quadrático com os dados, variando de 11,38 a 5,31, 10,73 a 4,96 e 6,88 a 2,70 ton/ha, com as equações de regressão em função da idade de corte representadas por $PMN = -0.0045x^2 + 0.4748x - 2.6181$, $PMS = -0.0042x^2 + 0.4429x - 2.4083$ e $PMSD = -0.0026x^2 + 0.2576x - 0.5854$, respectivamente. Para os três parâmetros avaliados a partir da idade de corte de 43 dias houve uma redução com o avançar da idade de corte. Essas menores produções podem estar associadas à alta incidência de chuvas nos dias que antecederam este corte (Tabela 1), favorecendo a perda de folhas e acelerando o processo de senescência vegetativa.

Durante o crescimento vegetativo da forrageira, inicialmente, ocorre aumento da produtividade como observado neste experimento, seguido por estabilização. Em idades mais avançadas ocorre redução da produtividade que pode estar relacionada à senescência das diferentes partes da planta. No entanto, a redução verificada neste experimento foi muito rápida. Segundo Oliveira *et al.* (2000) o capim Tifton 85 apresenta intensificação do processo de senescência com o avanço da maturidade fisiológica e morte de tecidos levando a menor crescimento.

Tabela 3 – Equações de regressão (ER) em função da idade de corte e valores médios da produção de matéria natural (PMN, ton/ha), produção de matéria seca (PMS, ton/ha) e produção de matéria seca digestível (PMSD, ton/ha) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				ER	R ²	P
	27	43	73	84			
PMN	5,97	11,38	5,31	6,76	$y = -0.0045x^2 + 0.4748x - 2.6181$	0,40	<0,01
PMS	5,58	10,73	4,96	6,46	$y = -0.0042x^2 + 0.4429x - 2.4083$	0,38	<0,01
PMSD	3,89	6,88	2,70	3,54	$y = -0.0026x^2 + 0.2576x - 0.5854$	0,48	<0,01

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias.

Esta redução da produtividade apresentada na tabela 3 para os fenos aos 73 e 84 dias de rebrote pode estar relacionada às condições de estresse em que estas foram submetidas, como a alta incidência de chuvas e o acamamento. Segundo Taiz & Zeiger (2002) condições de estresse induz a síntese do hormônio etileno, estando este envolvido no início da resposta ao estresse, induzindo a abscisão foliar e o processo de senescência das plantas, promovendo uma redução do acúmulo de matéria seca.

A produtividade de matéria seca de uma forrageira é um parâmetro importante a ser avaliado, pois esta, associada a um bom valor nutricional determinará a melhor época em que a forrageira poderá ser utilizada para a produção de feno.

Já a produtividade de matéria seca digestível é um parâmetro que permite um melhor planejamento nutricional ao determinar a área a ser cultivada, pois essa fornecerá a quantidade de alimento que o animal aproveitará para suprir as suas exigências de manutenção e produção.

Cedeño *et al.* (2003) avaliando o desempenho de três cultivares do gênero *Cynodon* (Coast cross, Tifton 68 e Tifton 85) em quatro idades de corte (28, 42, 56 e 70 dias) em relação ao rendimento e valor nutritivo verificaram que independentemente do cultivar a produção de matéria seca, com o avanço do estágio de maturidade, cresceu de forma quadrática (2,15 a 11,09 ton/ha), atingindo pontos máximos de produção aos 70 dias. Já nesse experimento o ponto máximo de produção de matéria seca foi aos 43 dias de corte, atingido 10,73 ton/ha. Este acúmulo diferenciado em relação à produção de matéria seca pode estar relacionado à intensificação do sistema de produção a partir de adubações bem balanceadas e de irrigação, o que permitiu um desenvolvimento mais acelerado da forrageira.

Ribeiro & Pereira (2011) avaliaram a composição mineral e a produtividade de matéria seca do capim Tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio (N) (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e idades de rebrote (28, 42 e 56 dias) da lâmina foliar, colmo e planta inteira durante quatro cortes sucessivos. O rendimento forrageiro relatado por estes autores variou de 5.751 a 20.466, de 8.138 a 22.852 e de 10.525 a 25.239 kg/ha/ano de matéria seca, em função do aumento das doses de N para as plantas colhida aos 28, 42 e 56 dias, respectivamente, verificando-se o aumento na produção de matéria seca com o aumento da idade de corte. Já no presente trabalho foi observado este comportamento somente entre as idades de 27 e 43 dias (Tabela 3).

Gonçalves *et al.* (2002) relataram produções de matéria seca (MS) para o capim Tifton 85 de 2,4 a 6,4 ton/ha/corte nas idades de 21 a 63 dias de rebrota. A produção de matéria seca relatada neste experimento referente ao feno produzido a partir da idade de corte de 43 dias (10,73 ton/ha) foi superior aos valores encontrados por estes autores. Essa diferença pode estar relacionada aos fatores ambientais, como temperatura, umidade, luminosidade e fertilidade do solo.

Já Oliveira *et al.* (2000) observaram aumentos lineares em torno de 164 kg de matéria seca por dia de avanço na idade do capim Tifton 85 entre 14 e 70 dias de rebrota, com produções entre 3,1 a 12,3 ton/ha/corte. Essas produções foram semelhantes às encontradas neste experimento, podendo estar relacionadas à semelhança das idades de corte avaliadas.

Na tabela 4 observa-se que os teores de cálcio (Ca) variaram de 0,61 a 0,72%. Já os teores de fósforo (P) variaram de 0,38 a 0,24%, ocorrendo no geral, uma redução dos teores com o avançar da idade de corte.

Ribeiro & Pereira (2011) ao avaliarem a composição mineral do capim Tifton 85 em diferentes idades de rebrote (28, 42 e 56 dias) relataram uma redução nos teores de P com o aumento da idade de rebrote da forrageira, variando de 0,27 a 0,16% e teores médios de Ca de 0,48%, sendo esses valores inferiores aos obtidos neste experimento para os fenos produzidos a partir das idades ao corte de 27 e 43 dias.

Tabela 4 – Teores de cálcio (Ca), fósforo (P), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e carboidrato não fibroso (CNF) em % da matéria seca dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote.

Composição bromatológica	Idades de corte			
	27	43	73	84
Ca	0,66	0,72	0,65	0,61
P	0,38	0,32	0,25	0,24
EE	2,09	1,95	0,92	0,98
NIDN	53,05	52,58	46,68	32,30
NIDA	12,51	11,32	16,22	18,81
CNF	7,86	6,69	11,36	5,14

Para os teores de extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NDIN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) os valores variaram de 2,09 a 0,92%, 53,05 a 32,30% e 18,81 a 11,32%, respectivamente.

Ramirez (2010) avaliando o feno de *Brachiaria decumbens* nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias, relatou teores de EE de 1,47, 1,39 e 2,05% para os fenos produzidos a partir das idades de corte de 56, 84 e 112 dias, respectivamente. Este valores foram semelhantes aos encontrados neste experimento (Tabela 4). Esta relação pode ser devido ao fato das duas

fORAGEIRAS serem gramíneas tropicais, apresentando características fisiológicas semelhantes em relação à síntese e armazenamento de extrato etéreo.

Os valores de NIDN relatados por Ramirez (2010) para o feno de *Brachiaria decumbens*, variaram de 68,12 a 40,24%, sendo semelhantes aos encontrados neste experimento. Já os valores de NIDA relatados por este mesmo autor variaram de 27,78 a 25,82%, sendo superiores aos valores apresentados na tabela 4. Estas diferenças entre a porcentagem de nitrogênio associado às frações fibrosas pode estar relacionado às diferentes 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 e às diferentes idades analisadas em cada trabalho.

Já os valores para CNF variaram de 5,14 a 11,36% (Tabela 4). Estes valores foram superiores aos compilados por Valadares Filho et al. (2006), sendo que estes autores relataram valores médios de 4,07 e 3,65%, para os fenos obtidos nas idades ao corte entre 31 a 45 dias e entre 46 a 60 dias, respectivamente. Os valores de CNF podem variar em função das condições ambientais e fertilidade do solo em que cada forrageira foi submetida durante o seu desenvolvimento.

Os teores de matéria seca dos fenos produzidos nas diferentes idades de corte se enquadraram melhor ao modelo de regressão cúbico (Tabela 5), sendo que os valores diminuíram da idade de corte de 27 para 43 dias, aumentaram de 43 para 73 dias e voltaram a diminuir de 73 para 84 dias. Este tipo de oscilação pode estar relacionado ao desenvolvimento vegetativo da forrageira associado às condições ambientais (solo, temperatura, disponibilidade de água), às possíveis perdas de nutrientes oriundas do processo de fenação (lixiviação, fermentação das frações mais digestíveis, consumo dos nutrientes a partir da atuação de fungos durante o armazenamento), contribuindo para a redução nos teores de matéria seca dos fenos produzidos.

Segundo Heath *et al.* (1985) fatores como a individualidade de cada espécie, o estágio de desenvolvimento da planta, e a idade de corte, além da influência de fatores ambientais como clima (umidade, temperatura, luminosidade) e solo (disponibilidade de nutrientes,

acidez), influenciam a qualidade da forragem, podendo interferir nos teores de matéria seca dos fenos produzidos nas diferentes idades de corte (Tabela 5).

Os teores de matéria mineral em função da idade de corte apresentados na tabela 5 se enquadraram ao modelo de regressão linear, sendo que os valores variaram de 7,82 a 5,87%, ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte (Tabela 5).

As concentrações de elementos minerais na maioria das vezes mudam com o avanço da maturidade da planta, no entanto o padrão de mudança varia de acordo com o elemento e com a espécie. Para a maioria dos componentes, as concentrações tendem a ser maiores em plantas jovens do que em tecidos mais velhos, o que pode-se observar pelos maiores teores de matéria mineral observados para os fenos produzidos com as idades de corte de 27 e 43 dias. Entre os principais minerais, as concentrações de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na) em gramíneas são geralmente mais elevadas nas folhas jovens do que em folhas maduras, mas, por vezes, os valores máximos ocorrem em um estágio intermediário de maturidade, como pode-se observar em torno da idade de corte de 43 dias (Tabela 5).

Tabela 5 – Equações de regressão (ER) em função da idade de corte e valores médios dos teores de matéria seca (MS, %), matéria mineral (MM, % da MS), proteína bruta (PB, % da MS) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, % da MS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				ER	R ²	P
	27	43	73	84			
MS	93,36	92,75	94,24	92,71	$y = -0,0001x^3 + 0,0182x^2 - 0,8882x + 106,29$	1,00	<0,01
MM	7,58	7,82	6,13	5,87	$y = -0,0353x + 8,8535$	0,88	<0,01
PB	20,83	17,32	11,89	13,46	$y = -0,1431x + 23,998$	0,88	<0,01
DIVMS	69,52	64,73	54,29	53,76	$y = -0,2937x + 77,242$	0,98	<0,01

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias.

Ribeiro & Pereira (2011) avaliaram a composição mineral e a produtividade de matéria seca do capim Tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e idades de rebrotação (28, 42 e 56 dias) da lâmina foliar, colmo e planta inteira durante quatro cortes sucessivos, verificando-se que os teores de P reduziram com o aumento das doses de N e da idade da planta, variando de 0,27 a 0,16%. Os teores de K decresceram com o aumento da idade da planta, estimando-se teores máximos de K de 1,25; 1,11; e 0,96%, em plantas colhidas com 28, 42 e 56 dias de rebrotação, respectivamente, adubadas com 55 kg/ha/corte de N. O teor médio de Ca foi de 0,48%, não apresentando influência dos tratamentos avaliados. Os teores de Mg aumentaram com o incremento das doses de N e decresceram com o aumento da idade da planta, variando de 0,24 a 0,45%. Essa redução da matéria mineral em função da idade de corte pode ser observada neste trabalho a partir da equação $y = -0,0353x + 8,8535$ (Tabela 5), sendo que esta se ajustou adequadamente ao modelo linear ($R^2 = 0,88$), indicando a mesma tendência em relação aos minerais relatados por Ribeiro & Pereira (2011).

Verifica-se também que os teores de proteína bruta (PB) presentes nas diferentes idades de corte apresentaram uma redução linear, com os valores variando de 20,83 a 11,89% entre as idades de corte de 27 e 84 dias (Tabela 5), gerando uma equação representada por $y = -0,1431x + 23,998$. Esta redução concorda com os resultados de Taiz & Zeiger (2004), pois os valores de nitrogênio passam por uma redução acentuada com o avanço da maturidade, particularmente em gramíneas, podendo haver uma redução de cerca de 70% do início da primavera ao verão, se a forrageira não for colhida durante este período.

Já Cedeño et al. (2003) verificaram que os teores de PB apresentaram uma correlação negativa linear com a idade de corte, decrescendo de 17,18 a 11,04% de PB aos 28 e 70 dias de crescimento, respectivamente, sendo essa variação e esse comportamento semelhante aos encontrados neste experimento (Tabela 5).

Ferreira *et al.* (2005) avaliaram a composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de três cultivares do gênero *Cynodon* (Tifton 44, Tifton 85 e Coast-cross), colhidos com idades de 21, 42 e 63 dias no verão verificaram que houve decréscimo linear para os teores de proteína bruta (PB) à medida que aumentou a idade de

corte, apresentando valores máximos de 15,68% entre os cultivares avaliados, sendo esse valor inferior ao valor apresentado na tabela 5, referente às idades de corte de 27 e 43 dias.

No entanto, Gonçalves *et al.* (2002), trabalhando com três cultivares do gênero *Cynodon* (Tifton 44, Tifton 85 e Coast-cross) durante as quatro estações do ano, registraram comportamento quadrático para os teores de PB durante o verão com um efeito negativo da idade de corte sobre os teores de PB.

Verificou-se também um comportamento linear dos valores da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em função da idade de corte (Tabela 5), sendo que os valores variaram de 69,52 a 53,76%, reduzindo com o avançar da idade, representados pela equação $y = -0,2937x + 77,242$.

Cedeño *et al.* (2003) verificaram que os coeficientes de DIVMS observados para os cultivares de *Cynodon* verde diminuíram de forma quadrática com o avanço da idade, variando de 65,11 a 51,50% aos 28 e 70 dias, respectivamente, sendo os valores semelhantes aos deste experimento, no entanto o valor encontrado por Cedeño *et al.* (2003) para as plantas colhidas aos 28 dias (64,31%) foi inferior ao apresentado na tabela 5 para o feno obtido aos 27 dias (69,52%), podendo estar relacionado aos fatores ambientais (umidade, temperatura) e ao nível de adubação, favorecendo uma maior proporção de folhas, e contribuindo por maiores índices de DIVMS. Já Ferreira *et al.* (2005) avaliando a composição química de três cultivares do gênero *Cynodon* (Tifton 44, Tifton 85 e Coast-cross) verde, colhidos com idades de 21, 42 e 63 dias verificaram que não houve diferença ($p > 0,05$) entre os cultivares avaliados para a DIVMS, ocorrendo comportamento linear ($p < 0,05$) à medida que se aumentou a idade de corte, sendo que, os maiores valores foram observados aos 21 dias de idade de corte e os menores aos 63 dias e no presente experimento o maior valor para a DIVMS foi referente ao feno obtido aos 27 dias, podendo estar relacionado à maior proporção de folhas nas forrageiras mais jovens.

Este comportamento é característico, pois com o avançar da idade de corte as forrageiras aumentam as concentrações dos componentes estruturais, visando conferir maior

sustentação durante o seu ciclo vegetativo, sendo que estes compostos proporcionam uma redução nos valores da DIVMS.

O estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e a digestibilidade das forrageiras. Com o crescimento das forrageiras, ocorrem aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina, e redução no conteúdo celular, o que invariavelmente proporcionará redução na digestibilidade (Abreu, 2006). São alteradas as estruturas das plantas com elevação da relação haste:folha, onde as plantas mais velhas apresentam maiores proporções de hastes que de folhas, reduzindo a digestibilidade das forrageiras (Reis *et al.*, 1993). Essa redução da DIVMS em função da idade de corte dos fenos produzidos pode ser observada na tabela 5.

Observa-se que os parâmetros FDN, FDA, HEM, CEL e LIG para os fenos de Tifton 85 se adequaram ao modelo de regressão a partir de um comportamento linear em função da idade de corte (Tabela 6).

Os valores de FDN variaram de 72,68 a 78,89% com o avançar da idade de corte, representados pela equação $y = 0,0839x + 70,777$.

Tabela 6 – Equações de regressão (ER) em função da idade de corte e valores médios dos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN, % da MS), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA, % da MS), hemiceluloses (HEM, % da MS), celulose (CEL, % da MS) e lignina (LIG, % da MS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias

Parâmetros	Idade de corte				ER	R ²	P
	27	43	73	84			
FDN	72,68	75,33	75,25	78,89	$y = 0,0839x + 70,777$	0,75	<0,01
FDA	28,56	33,17	35,41	37,67	$y = 0,1423x + 25,625$	0,93	<0,01
HEM	44,12	42,16	41,22	39,84	$y = -0,0657x + 45,566$	0,93	<0,01
CEL	26,58	29,61	30,89	32,89	$y = 0,0963x + 24,529$	0,92	<0,01
LIG	1,98	3,56	4,52	4,78	$y = 0,0461x + 1,0958$	0,92	<0,01

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, X = Idade de corte em dias.

Cedeño *et al.* (2003) avaliando três cultivares de *Cynodon* verificaram que o teor de FDN apresentou correlação positiva com a idade de corte, sofrendo incrementos com o avanço da idade de corte, variando de 79,65 a 81,82% de FDN para as idades de 28 e 70 dias, respectivamente, sendo este comportamento semelhante ao apresentado na tabela 6. No entanto os valores encontrados por Cedeño *et al.* (2003) foram superiores aos encontrados neste experimento, e segundo esses autores os maiores teores de FDN podem estar relacionados aos períodos mais prolongados de estiagem e de temperaturas mais elevadas para uma mesma idade de corte.

Os teores da FDA apresentaram uma variação de 28,56 a 37,67%, mostrando aumento com o avançar da idade, sendo que estes valores se ajustaram a equação $y = 0,1423x + 25,625$ em função da idade de corte dos fenos produzidos (Tabela 6). Essa fração fibrosa é constituída por estruturas mais resistentes que conferem maior rigidez às plantas, ocorrendo um aumento com o avançar da idade, sendo que a FDA está correlacionada negativamente a digestibilidade *in vitro* da matéria seca ($r_{\text{FDA} \times \text{DIVMS}} = -0,82, P < 0,01$), logo o aumento dos teores de FDA promovem uma redução da DIVMS.

Ferreira *et al.* (2005) avaliando a composição química de três cultivares do gênero *Cynodon* (Tifton 44, Tifton 85 e Coast-cross), colhidos com idades de 21, 42 e 63 dias verificaram que em relação aos valores da FDN e da FDA dos três cultivares avaliados ocorreram aumentos significativos ($p < 0,05$) na composição à medida que se aumentou a idade de corte para as duas variáveis avaliadas, sendo que os teores da FDN e FDA foram mais elevados aos 63 dias de idade de corte. O mesmo comportamento pode ser observado para os teores da FDN e FDA neste experimento (Tabela 6).

Em relação aos teores de hemiceluloses houve uma redução com o avançar da idade de corte, variando de 44,12 a 39,84% (Tabela 6), sendo que os valores foram ajustados em função da idade de corte dos fenos produzidos à equação $y = -0,0657x + 45,566$ ($R^2 = 0,92$) (Tabela 6).

Ramirez (2010) encontraram para o feno de *Brachiaria decumbens* uma redução nos teores de hemiceluloses com o avançar da idade de corte, variando de 40,22 a 34,31% para idades

de corte de 56, 84 e 112 dias, sendo que o valor para idade de corte de 84 dias foi de 34,89%. Esse valor foi inferior ao encontrado para a mesma idade de corte do feno de Tifton 85 deste experimento (Tabela 6), indicando diferenças entre os acúmulos das diferentes frações fibrosas entre as forrageiras avaliadas, que podem estar relacionadas às diferentes condições edafoclimáticas em que as forrageiras foram submetidas.

Para os teores de CEL houve uma variação de 26,58 a 32,89%, ocorrendo um aumento com o avançar da idade de corte, sendo que estes valores foram ajustados em função da idade de corte dos fenos produzidos a partir da equação $y = 0,0963x + 24,529$ ($R^2 = 0,92$) (Tabela 6). Ramirez (2010) encontraram valores para celulose variando de 28,02 a 32,86%, ocorrendo um aumento com a idade de corte para os fenos de *Brachiaria decumbens*, sendo estes valores semelhantes aos encontrados neste experimento.

Já para os teores de lignina houve um aumento de 1,98 a 4,78%, com o avançar da idade de corte (Tabela 6). Os valores dos teores de lignina das diferentes idades de corte dos fenos produzidos foram ajustados à equação $y = 0,0461x + 1,0958$ ($R^2 = 0,92$) (Tabela 6). Já Velasco (2009) avaliando a *Brachiaria decumbens* verde nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias, verificou uma variação de 3,32 a 5,84%, sendo que houve um aumento com o avançar da idade da idade de corte, apresentando o mesmo comportamento para os fenos de Tifton 85 deste experimento (Tabela 6).

A lignina é um composto fenólico que confere alta capacidade de sustentação às plantas, no entanto é indigestível, limitando o aproveitamento nutricional das forragens. Segundo Jung & Deetz (1993), a lignificação da parede celular inibe a fermentação microbiana, reduzindo a degradação das forrageiras por três mecanismos: efeito tóxico dos componentes da lignina aos microorganismos, hidratação superficial causada pelas ligações da lignina aos polissacarídeos (hemiceluloses e celulose, por exemplo), limitando o acesso das enzimas fibrolíticas aos carboidratos, e a criação de um ambiente hidrofóbico pelo polímero da lignina, o que impede a ação de enzimas hidrofílicas em meio aquoso. Esses efeitos do aumento dos teores lignina podem contribuir para a redução da DIVMS com o avançar da idade de corte (Tabela 5).

3.5 CONCLUSÃO

O período compreendido entre as idades de corte de 27 e 43 dias é a melhor época para produção do feno de Tifton 85, pois é nesse período que verificou-se a maior produção de matéria seca digestível, associado aos maiores valores de proteína bruta e menores teores de FDA e de lignina.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.P. **Estudo crítico da determinação da matéria seca dos alimentos forrageiros**. Marília: Faculdade de Ciências Agrárias da UNIMAR, 2006. 31p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, UNIMAR, Marília, SP.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.

CEDEÑO, J.A.G.; ROCHA, G.P.; PINTO, J.C.; *et al.* Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n.2, p.462-470, 2003.

EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 2005. 59p.

FARIA JÚNIOR, W.G. **Valor nutricional das silagens do capim Tyfton 85 em diferentes idades**. 2012. 179p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FERREIRA, G.D.G.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; *et al.* Composição química e cinética da degradação ruminal de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.2, p. 189-197, 2005

GOERING, H.K.E.; VAN SOEST, P.J. **Forages fiber analysis**. Handbook, n.379, Agricultural Research Service, USDA, Washington, D.C. 20p. 1970.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; *et al.* Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades de corte durante o ano. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 24, n. 4, p.1163-1174, 2002.

HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. **Forrage - The science of grassland agriculture**. Iowa, p. 643, 1985.

JUNK, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D (Eds.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, 1993. p. 315-346.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; HUAMAN, C.A.M.; *et al.* Características morfológicas 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, 2000.

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.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. IN: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; *et al.* p.1-39, 2001.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. Produtividade de matéria seca e composição mineral do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p.811-816, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre, Artmed. 2004. 719p.

VALADARES FILHO, S.C; MAGALHÃES, K.A; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 329.

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

VELASCO, F.O. **Consumo e digestibilidade aparente de *Brachiaria decumbens*, stpaf cultivar Basiliski cortados em três diferentes idades**. 2019. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CAPÍTULO IV

CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL *IN VITRO* DOS FENOS DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

4.1 RESUMO

Objetivou-se avaliar a cinética de fermentação *in vitro* pela técnica de produção de gases associado à degradabilidade da matéria seca (DMS) dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) produzidos aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote. Os tratamentos foram os fenos produzidos nas quatro idades. As leituras de pressão geradas pelos gases acumulados foram realizadas nos tempos de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 48, 60, 72, e 96 horas após a inoculação dos substratos. Foram determinadas as degradabilidades da matéria seca nos períodos de fermentação de 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Para análise dos dados foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas e as médias foram comparadas pelo teste SNK ($P < 0,05$). Para a degradabilidade da matéria seca, os valores referentes aos fenos das idades de corte de 27 (68,30%) e 43 (67,23%) dias foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) e superiores aos valores referentes aos fenos das idades de corte de 73 (62,23%) e 94 (57,67%) dias ($P < 0,05$), indicando o efeito da idade de corte sobre a DMS dos fenos de Tifton 85. Os valores referentes ao potencial máximo de produção de gases reduziram com o avançar da idade de colheita, variando de 196,66 a 189,42 ml/g de MS. Em relação à taxa fracional de produção de gases (μ) os valores variaram de 0,028 a 0,018 ml/g de MS/hora, sendo o menor valor referente ao feno produzido aos 84 dias. Conclui-se que a partir da avaliação nutricional por meio da técnica *in vitro* de produção de gases recomenda-se a produção do feno de Tifton 85 entre as idades de 27 e 43 dias.

Palavras chave: cinética, cynodon, degradabilidade, forrageira, gramínea.

4.2 INTRODUÇÃO

O Tifton 85 (*Cynodon spp.*) é uma gramínea perene, estolonífera e rizomatosa, de porte alto em relação as demais gramíneas do gênero, com colmos e folhas largas, de cor verde escura, além de apresentar alto valor nutritivo. Essa gramínea possui características favoráveis para ser utilizada na forma de feno, pois apresenta hastes finas, favorecendo a desidratação da forrageira, alta produtividade, boa proporção de folhas, conferindo alta produção de matéria seca digestível, reduzindo os custos oriundos do processo de fenação.

Metodologias *in vitro* de avaliação de alimentos têm sido utilizadas para a determinação do valor nutricional de forrageiras, apresentando altas correlações com o consumo e a digestibilidade *in vivo* (Ørskov, 2002). Estas técnicas possuem menor custo, menor tempo de execução e melhor controle das condições experimentais (Fondevilla & Barrios, 2001), sendo um exemplo a técnica *in vitro* de produção de gases (Mauricio *et al.*, 1999).

A técnica de produção de gases possui várias aplicações. Permite avaliações de forragens, seja entre espécies, condições de cultivo, entre genótipos, híbridos ou variedades de uma mesma espécie e efeitos de tratamentos físicos ou químicos sobre a fermentabilidade de diferentes substratos (Pereira, 2003), podendo ser utilizada para avaliar os efeitos do estágio de maturação das forrageiras sobre a cinética de fermentação.

Objetivou-se avaliar a cinética de fermentação *in vitro* pela técnica de produção de gases associado à degradabilidade da matéria seca dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) produzidos aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Material utilizado e processamento

Os fenos produzidos a partir da gramínea Tifton 85 (*Cynodon sp.*) cortados nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias, foram obtidos no período de outubro de 2007 a dezembro de 2007 na Fazenda Santa Helena, localizada no Km 125 da rodovia MG 164, no município de Bom Despacho – MG. Após a demarcação da área foi realizado um corte de uniformização rente

ao solo, e uma adubação com 420 Kg/ha de 25:00:25 (N:P:K) e irrigação conforme a necessidade da forrageira (Tabela 1 do capítulo III).

O processo de fenação foi mecanizado. A gramínea Tifton 85 (*Cynodon sp.*) foi cortada nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias pela manhã após a secagem do orvalho. A forragem foi revirada em intervalos de 3 horas até que atingisse o ponto de feno, com um teor de matéria seca entre 85 a 90%. Posteriormente foi enfardada em fardos cúbicos, contendo aproximadamente 30 Kg. O feno foi transportado para as dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), localizada no município de Belo Horizonte – MG e armazenados em um galpão seco e ventilado, e colocados sobre estrados de madeira.

O processamento das amostras, e as análises bromatológicas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção de Gases do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

Os fenos de Tifton 85 foram moídos em moíno tipo “Thomas-Wiley”, utilizando-se peneira de 1 mm, e acondicionados em frascos de polietileno, com tampas. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (AOAC, 1995), matéria mineral (MM) a partir do resíduo de MS em mufla a 600°C, proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldhal, extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fósforo (P) (AOAC, 1995) e as frações fibrosas (fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemiceluloses (HEM), celulose (CEL), e lignina (LIG)), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo Van Soest *et al.* (1991).

Os quatro tratamentos avaliados neste experimento foram os fenos de Tifton 85 (*Cynodon sp.*) colhidos nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias.

4.3.2 Técnica *in vitro* de produção de gases (TIVPG)

A cinética de produção de gases foi determinada por meio da técnica *in vitro* de produção de gases segundo Maurício *et al.* (1999). Foram utilizados 324 frascos de incubação distribuídos da seguinte forma: 4 tratamentos (Idades de corte) em função de 6 tempos de degradação (6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas), e 4 inóculos (blocos). Para os 6 tempos foram utilizados três frascos por tratamento e por inóculo, totalizando 288 frascos, mais 36 frascos para os brancos (sem o substrato), com o objetivo de quantificar os gases produzidos pelo meio de cultura e inóculo sem o substrato para que fossem descontados no cálculo final dos parâmetros analisados.

Os frascos de fermentação de 160 mL foram gaseados com CO₂ para manter o máximo de anaerobiose. Foram adicionados 1g de substrato (feno moído). Adicionou-se 90 ml do meio de cultura preparado de acordo com a metodologia de Theodorou *et al.* (1994), sendo o meio composto por 7,2 L de solução tampão de carbonato de amônio e bicarbonato de sódio; 7,2 L de solução macromineral de fosfato de sódio, fosfato de potássio e sulfato de magnésio; 3,6 ml de solução micromineral (cloreto de cálcio, cloreto de manganês, cloreto de cobalto, cloreto ferroso); 36,1 ml de solução de rezarzurina 0,1% e 2,1 L de meio B (cisteína, hidróxido de sódio 1M, sulfito de sódio).

Após a adição do meio de cultura, os frascos foram tampados com tampas de silicone, e colocados na geladeira a uma temperatura de 4°C durante oito horas para minimizar os processos fermentativos antes da incubação. Cinco horas antes da inoculação os frascos foram retirados da geladeira e colocados em estufa a 39°C. Quatro vacas foram adaptadas durante quatorze dias na Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa da Escola de Veterinária da UFMG, localizada no município de Igarapé – MG, com uma dieta contendo silagem de milho como fonte de volumoso e 40% de concentrado (24% de PB) para retirada do inóculo.

Os líquidos ruminais foram retirados manualmente e armazenados em garrafas térmicas separadas, previamente aquecidas. No laboratório de produção de gases, os líquidos

ruminais foram filtrados por meio de uma bolsa de dacron, com porosidade de 44 micras, sob injeção contínua de CO₂ e mantidos em banho-maria a 39°C. Os inóculos foram utilizados como fonte de repetição. A inoculação foi realizada com 10 mL de cada inóculo por frasco através de seringa plástica graduada. Os frascos foram tampados e após a inoculação de cada caixa de incubação, com capacidade para 28 frascos foi introduzida uma agulha (25 mm x 7 mm) nas tampas dos frascos, e retiradas imediatamente. As caixas contendo os frascos foram agitadas manualmente, e em seguida incubadas em estufa a 39°C, dando início a contagem dos tempos de fermentação.

As leituras de pressão geradas pelos gases acumulados foram feitas utilizando-se um transdutor de pressão conectado a uma agulha (25 mm x 7 mm) nos tempos de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 48, 60, 72, e 96 horas após a inoculação dos substratos, sendo a leitura realizada por um leitor digital, e após as leituras as agulhas foram rapidamente retiradas.

Os dados de pressão foram utilizados para o cálculo do volume de gases produzidos através de equação desenvolvida por Maurício *et al.* (2003) para a altitude de Belo Horizonte: $V = 4,43 P + 0,051 P^2 - 0,004$

Em que: V = volume dos gases (ml); P = pressão (psi).

Os resíduos de fermentação após 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas foram obtidos pela filtragem em cadinhos de borossilicato com porosidade 1 acrescidos de lã de vidro. Os resíduos foram secos em estufa a 105°C durante 24 horas e pesados para determinar os valores de degradação da matéria seca. Os cadinhos com resíduo de matéria seca foram levados para uma mufla a 500°C durante três horas para determinação da matéria mineral, que foi utilizada para determinar a degradação da matéria orgânica.

4.3.3 Análises estatísticas

Os dados da cinética de produção de gases foram submetidos a análise de regressão pelo programa estatístico SAEG (Euclides, 2005) e ajustados aos parâmetros de France *et al.* (1993), segundo o procedimento de Gauss Newton, a partir da equação:

$$Y = A \times \{1 - \exp^{[-b(t - \text{LAG}) - c(\sqrt{t} - \sqrt{\text{LAG}})]}\} \text{ e } \mu = b + c / 2\sqrt{t}$$

Em que: Y é a produção acumulativa de gases (ml), A é o potencial máximo de produção de gases (ml), LAG é o tempo de colonização e hidratação das partículas do substrato (h), μ é a taxa fracional de produção de gases (h^{-1}); b e c são as taxas fracionais constantes (h^{-1} e $\text{h}^{-0,5}$ respectivamente) e t é o tempo de incubação em horas.

Foram calculados os valores das degradabilidades efetivas da matéria seca (DEMS) para as taxas de passagem de 2 e 5%/hora para baixo e médio consumos, respectivamente, conforme recomendações do Agricultural Research Council (1984), empregando-se a equação proposta por France *et al.* (2000): $\text{DEMS} = S_o * \exp^{-k * \text{LAG}} (1 - kI) / (S_o + U_o)$, onde S_o é a fração inicialmente fermentável, U_o é a fração não fermentável, e I é um parâmetro matemático.

Os valores das produções acumulativas de gases e degradabilidade da matéria seca foram analisados utilizando-se delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, tendo como fonte de variação os inóculos (blocos), os fenos produzidos nas idades de corte (parcelas) e os tempos de incubação (subparcelas), segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + H_j + T_k + HT_{jk} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = valor referente à observação da idade de corte j, no bloco i (inóculo) e no tempo de incubação k

μ = média geral

B_i = efeito do bloco i (i = 1, 2, 3, 4)

H_j = efeito da idade de corte j (j= 28, 42, 70, 84 dias)

T_k = efeito do tempo de incubação k (k = 6, 12, 24, 48, 72, 96)

HT_{jk} = interação dos efeitos da idade de corte j com o tempo de incubação k

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação

O teste estatístico utilizado na comparação das médias dos tratamentos foi o teste SNK ($p < 0,05$) com o auxílio do software SAEG (Euclides, 2005), e determinados os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas (Anexo 2). A análise de variância foi realizada a partir do esquema indicado na tabela 1.

Tabela 1 – Análise de variância para o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas.

Fontes de variação	Gl.
Total	15
Fenos (parcelas)	3
Inóculo ruminal (blocos)	3
<i>Erro (A)</i>	9
Total de subparcelas	95
Parcelas	15
Tempo (sub-parcelas)	5
Fenos x Tempos	15
<i>Erro (B)</i>	60

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote foram apresentados nas tabelas 4, 5 e 6 do capítulo III.

Observa-se (Tabela 2) que não houve diferença entre as produções acumulativas de gases entre os fenos produzidos nas diferentes idades de corte para cada período de fermentação ($P > 0,05$), sendo que para os períodos de fermentação de 6 horas houve uma variação de 13,63 a 16,61 ml/g de matéria seca (MS), de 12 horas de 39,14 a 45,05 ml/g de MS, de 24 horas de 103,61 a 114,23 ml/g de MS, de 48 horas de 159,96 a 173,73 ml/g de MS, de 72 horas de 173,56 a 191,37 ml/g de MS e de 96 horas de 179,48 a 197,93 ml/g de MS.

Tabela 2 – Produção acumulativa de gases (PAG) em ml/g de matéria seca (MS), após 6, 12, 24, 48, 72 e 96 de fermentação para os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Período de fermentação (horas)					
	6	12	24	48	72	96
27	13,63 A	39,14 A	109,46 A	173,73 A	191,37 A	197,93 A
43	14,53 A	43,65 A	112,78 A	173,16 A	188,13 A	194,73 A
73	14,51 A	45,05 A	114,23 A	173,22 A	188,56 A	194,62 A
84	16,61 A	42,53 A	103,61 A	159,96 A	173,56 A	179,48 A

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa ($P < 0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 11,62%.

As mudanças nas produções acumulativas de gases em cada período de fermentação estão associadas a degradação das diferentes frações dos nutrientes presentes nos fenos de Tifton 85. Essas são importantes durante a formulação de dietas para ruminantes, pois permitem um suprimento de nutrientes a partir da fermentação ruminal por período maior, suprimindo também as necessidades dos microorganismos ruminais.

Ramirez (2011) avaliando os fenos de *Brachiaria decumbens* nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias encontrou valores da produção acumulativa de gases inferiores aos deste experimento, exceto para o feno produzido aos 56 dias no período de fermentação de 24 horas que foi semelhante aos encontrado para o feno produzido a partir de 84 dias no mesmo tempo de incubação (Tabela 2). Os valores encontrados por este autor para os fenos obtidos aos 56, 84 e 112 dias foram respectivamente de 13,0, 12,4 e 10,5 ml/g de MS para o período de fermentação de 6 horas, 37,6, 33,5 e 28,0 ml/g de MS para o período de fermentação de 12 horas, 105,2, 92,7 e 82,7 ml/g de MS para o período de fermentação de 24 horas, 153,3, 142,3 e 132,8 ml/g de MS para o período de fermentação de 48 horas e 183,9, 177,1 e 166,4 ml/g de MS para o período de fermentação de 96 horas. Os menores valores apresentados por este autor podem estar relacionados à menor digestibilidade das frações fibrosas associada à baixa disponibilidade de nitrogênio no ambiente ruminal, principalmente para o feno obtido aos 112 dias. Esses fatores são necessários para uma boa eficiência da atividade microbiana em relação a degradação dos diferentes substratos presentes no rúmen.

Velasco (2011) trabalhando com *Brachiaria decumbens* verde colhida aos 56, 84 e 112 dias encontrou valores para as produções acumulativas de gases no período de fermentação de 96 horas de 196,41, 181,96 e 171,38 ml/g de MS para a planta verde cortada aos 56, 84 e 112 dias, respectivamente. Os valores referentes à *Brachiaria decumbens* verde cortada aos 56 e 112 dias encontrados por Velasco (2011) foram intermediários e inferiores, respectivamente, aos valores referentes aos fenos obtidos aos 27 e 43 dias para o período de fermentação de 96 horas deste experimento. Esses resultados indicam o efeito da idade de corte das diferentes forrageiras tropicais sobre a produção acumulativa de gases, proporcionado principalmente pelas alterações que ocorrem em relação ao acúmulo das diferentes frações fibrosas e de suas interações com a lignina em função do estágio de maturação.

Sá *et al.* (2011) avaliando os parâmetros da cinética de degradação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu verde, cortadas aos 28, 35 e 54 dias, pela técnica *in vitro* de produção de gases, relataram valores da produção acumulativa de gases no período de fermentação de 96 horas de 180,6, 186,5 e 160,0 ml/g de MS para as plantas colhidas aos 28, 35 e 54 dias, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos encontrados neste experimento para os fenos produzidos a partir das idades de corte de 27, 43 e 73 dias. As diferenças entre as produções acumulativas de gases para forrageiras com idades semelhantes podem estar relacionadas às condições ambientais diferentes (temperatura, umidade, luminosidade, disponibilidade de nutrientes) em que estas plantas foram submetidas e aos fatores fisiológicos (tipos e concentrações dos hormônios envolvidos no crescimento vegetativo, produção de sementes e processo de senescência) característicos de cada espécie.

Castro *et al.* (2007) avaliando a cinética de fermentação ruminal do capim-braquiarião cortado aos 28, 56, 84 e 112 dias de rebrota por meio da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases relataram valores da produção acumulativa de gases no período de fermentação de 96 horas de 237,1, 241,3, 238,0 e 233,1 ml/g de MS para as plantas colhidas aos 28, 56, 84 e 112 dias, respectivamente, sendo que estes valores foram superiores aos apresentados na tabela 2, deste experimento.

Observa-se que para o período de fermentação de 6 horas (Tabela 3) não houve diferença significativa entre as degradabilidades da matéria seca (DMS) dos fenos produzidos a partir das diferentes idades de corte e estas, variaram de 18,14 a 21,67% ($P>0,05$). Para os períodos de fermentação de 12 e 24 horas os valores referentes à DMS para o feno produzido aos 27 dias foi superior em relação aos demais fenos ($P<0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3 – Degradabilidade da matéria seca em porcentagem (%), após 6, 12, 24, 48, 72 e 96 de fermentação dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Período de fermentação (horas)					
	6	12	24	48	72	96
27	21,67 A	33,34 A	53,86 A	65,24 A	67,80 A	68,30 A
43	18,14 A	24,76 B	46,26 B	63,06 A	66,84 A	67,23 A
73	19,59 A	26,92 B	44,19 B	57,24 B	60,93 B	62,23 B
84	18,54 A	27,92 B	44,25 B	52,78 C	56,90 C	57,67 C

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa ($P<0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 5,86%.

Para os períodos de fermentação de 48, 72 e 96 horas, os valores referentes às DMS dos fenos obtidos aos 27 e 43 dias foram semelhantes ($P>0,05$), e superiores aos encontrados para os fenos produzidos aos 73 e 84 dias ($P<0,05$). Os valores das DMS referentes ao feno produzido aos 73 dias para os períodos de fermentação de 48, 72 e 96 horas foram superiores aos do feno produzido aos 84 dias ($P<0,05$) (Tabela 3). Essas diferenças indicam o efeito da idade de corte sobre a DMS dos fenos de Tifton 85.

Observa-se nas tabelas 2 e 3 que há uma tendência das maiores produções acumulativas de gases estarem associadas às maiores degradabilidades da matéria seca para os fenos de Tifton 85 obtidos a partir das diferentes idades de corte. Neste experimento, os dados referentes às produções acumulativas de gases apresentaram alta correlação com a degradabilidade da matéria seca ($r_{\text{PAG} \times \text{DMS}} = 0,96$, $P<0,01$).

Velasco (2011) relatou valores para a DMS no período de fermentação de 96 horas de 68,30, 60,09 e 58,14%, para a *Brachiaria decumbens* verde colhida aos 56, 84 e 112 dias,

respectivamente, sendo estes valores semelhantes aos apresentados na tabela 3. Este autor verificou também que a DMS foi influenciada pela época de colheita da *Brachiaria decumbens*.

Sá *et al.* (2011) relataram valores para a DMS no período de fermentação de 96 horas de 73,7, 71,8 e 67,0% para a *Brachiaria brizantha* verde colhida aos 28, 35 e 54 dias, respectivamente, sendo os valores referentes às plantas colhidas aos 28 e 35 dias superiores aos obtidos neste experimento (Tabela 3).

Segundo Velásquez *et al.* (2010) alguns alimentos podem gerar alta concentração de ácidos graxos voláteis proporcionalmente ao baixo crescimento microbiano, o que pode levar a alterações na relação da produção de gases em função da degradabilidade da matéria seca. No entanto, se esta relação variar durante o curso de incubação, a taxa de produção de gases pode não representar com eficiência a taxa de substrato degradado, podendo ocorrer em forrageiras com baixas concentrações de proteína, ou quando a fração de degradação mais lenta das proteínas é alta, representada principalmente pela fração de nitrogênio ligada às fibras insolúveis em detergente neutro e ácido, podendo ocorrer em forrageiras com estágio vegetativo mais avançado.

Em relação aos parâmetros da cinética de fermentação ruminal observa-se na tabela 4 que os valores referentes ao potencial máximo de produção de gases reduziram com o avançar da idade de colheita, variando de 196,66 a 189,42 ml/g de MS. O potencial máximo de produção de gases representa a expressão máxima da degradação ruminal de um alimento, desconsiderando a limitação decorrente do tempo de passagem da digesta pelo rúmen.

Em relação à taxa fracional de produção de gases (μ) os valores variaram de 0,028 a 0,018 ml/g de MS/hora, sendo o menor valor referente ao feno produzido aos 84 dias. O maior tempo de colonização foi encontrado para o feno colhido aos 27 dias, podendo estar relacionado a maior proporção de frações fibrosas digestíveis em comparação ao feno obtido aos 84 dias, que apresentou um menor tempo de colonização (Tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetros da cinética de fermentação ruminal e degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	M	LAG	R ²	DEMS	
					0,02	0,05
27 ¹	196,66	0,027	3:11	0,97	62,43	55,12
43 ²	192,84	0,028	3:00	0,96	63,39	58,00
73 ³	192,62	0,028	2:56	0,97	57,56	51,18
84 ⁴	189,42	0,018	2:13	0,98	53,28	47,30

A – potencial máximo de produção de gases (mL/g de MS), μ – taxa fracional de produção de gases (mL/g de MS/h), LAG – tempo de colonização (h:min), R² – coeficiente de determinação, DEMS = degradabilidade efetiva da matéria seca.

Observa-se na tabela 4 que o feno produzido aos 43 dias apresentou valores da degradabilidade efetiva da matéria seca nas diferentes taxas de passagem (2 e 5%/hora) maiores em relação aos valores obtidos para o feno colhido aos 27 dias.

Para os fenos produzidos aos 73 e 84 dias houve uma redução dos valores da DEMS com o avançar da idade de corte (Tabela 4). Com o aumento das taxas de passagem, estabelecidas pelas diferenças entre os níveis de consumo alimentar, pode-se observar na tabela 4 que ocorreu uma redução nos valores das DEMS dos fenos obtidos nas diferentes idades de corte.

Ramirez (2011) relatou valores do potencial máximo de produção de gases inferiores aos apresentados na tabela 4, variando de 185,5 a 168,5 mL/g de MS, e taxas fracionais de produção de gases superiores às deste experimento, variando de 0,0435 a 0,0386 mL/g de MS/hora.

Velasco (2011) encontrou valores do potencial máximo de produção de gases para *Brachiaria decumbens* verde cortada aos 56 dias de 194,01 ml/g de MS, sendo este valor

Equações dos dados de produção acumulada de gases (y) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função do período de fermentação (t):

$$^1 y = 196,6644 \times \{1 - \exp^{[-(0,0764) \times (t - 3,1773) - (-0,2724) \times (\sqrt{t} - \sqrt{3,1773})]}\}$$

$$^2 y = 192,8406 \times \{1 - \exp^{[-(0,0804) \times (t - 3,0036) - (-0,2786) \times (\sqrt{t} - \sqrt{3,0036})]}\}$$

$$^3 y = 192,6205 \times \{1 - \exp^{[-(0,0815) \times (t - 2,9355) - (-0,2793) \times (\sqrt{t} - \sqrt{2,9355})]}\}$$

$$^4 y = 189,4198 \times \{1 - \exp^{[-(0,0613) \times (t - 2,2195) - (-0,1826) \times (\sqrt{t} - \sqrt{2,2195})]}\}$$

semelhante aos apresentados na tabela 4. Para a *Brachiaria decumbens* verde cortada aos 56 dias, esse mesmo autor relatou valores da taxa de degradação, tempo de colonização e DEMS nas taxas de passagem de 2 e 5% de 0,0454 mL/g de MS/hora, 1:27 h:min, 65,09% e 60,52%, respectivamente. O valor referente ao tempo de colonização foi inferior aos obtidos neste experimento e os referentes aos demais parâmetros foram superiores. As diferenças observadas entre os trabalhos estão relacionadas principalmente às diferentes idades de corte avaliadas e ao tipo de forrageira.

4.5 CONCLUSÃO

A partir da avaliação nutricional por meio da técnica *in vitro* de produção de gases recomenda-se a produção dos fenos de Tifton 85 entre as idades de 27 e 43 dias.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Suppl. 1. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.

CASTRO, G.H.F.; GRAÇA, D.S.; GONÇALVES, L.C.; *et al.* Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhida em diferentes idades de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1538-1544, 2007.

EUCLYDES, R.F. Sistemas para análises estatísticas (SAEG 9.0). Viçosa: Finarbe, 2005.

FONDEVILLA, M.; BARRIOS, A. The gas production and its application to the study of the nutritive value of forages. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 35, n. 3, p. 187-199, 2001.

FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K. *et al.* A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v.163, p.99-111, 1993.

FRANCE, J; DIJKSTRA, J.; DHANOA, M.S. *et al.* Estimating the extent 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, p. 143-150, 2000.

MAURICIO, R. M., MOULD, F. L, DHANOA, M. S. *et al.* A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science Technology**, v. 79, p. 321-330, 1999.

MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* 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.79, p.216-219. 2003.

ØRSKOV, E. R. **Trails and trails in livestock research**. Abeerden: Garamond, 2002. 204p.

PEREIRA, L.G.R.; MAURICIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; *et al.* Avaliação das silagens de girassol (hibrido m734) obtidas em diferentes épocas de ensilagem pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.42, n.4, p.276-283, 2005.

RAMIREZ, M. A. **Valor nutricional do feno de *Brachiaria decumbens* em três idades.** 2011. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SÁ, J.F.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F.; *et al.* Cinética da fermentação *in vitro* do capim-Marandu em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n.3, p. 225-231, 2011.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S; *et al.* A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. **Animal Feed Science Technology**, v. 48, p. 185-197, 1994.

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

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

VELASCO, F. O. **Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em três idades.** 2011. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

VELÁSQUEZ, P. A. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; *et al.* 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.

CAPÍTULO V

DEGRADABILIDADE *IN SITU* DOS FENOS DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

5.1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho determinar a degradabilidade ruminal e os parâmetros da cinética de degradação da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e frações fibrosas dos fenos de Tifton 85 produzidos a partir das idades de corte de 27, 43, 73 e 84 dias. O Tifton 85 (*Cynodon sp.*) foi cortado nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias e fenado. Os tempos de incubação usados para avaliação da degradabilidade *in situ* do feno de Tifton 85 foram: 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Para a análise dos dados de desaparecimento dos componentes nutricionais das forrageiras foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas e as médias foram comparadas empregando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade. Para o tempo de incubação de 48 horas verificou-se que os valores referentes às degradabilidades ruminal da matéria seca do feno colhido aos 43 dias foi menor ($P < 0,05$) que a do feno colhido aos 27 dias e maior ($P < 0,05$) que o feno colhido aos 73 e 84 dias ($P < 0,05$) que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Para o tempo de incubação de 96 horas os valores referentes às degradabilidades ruminal da matéria seca (77,00 e 73,36%), matéria orgânica (76,69 e 72,70%), proteína bruta (87,38 e 83,80%) e fibra insolúvel em detergente neutro (75,50 e 71,56%), para os fenos obtidos aos 27 e 43 dias foram semelhantes ($P > 0,05$), porém superiores aos fenos obtidos aos 73 e 84 dias ($P < 0,05$), que foram semelhantes ($P > 0,05$). Os fenos obtidos a partir das idades de corte de 27 e 43 dias apresentaram fração potencialmente degradável (A) da matéria seca de 79,32 e 78,18%, respectivamente. Para a taxa constante de degradação da matéria seca (c) foi verificado uma maior taxa de degradação para o feno referente à idade de corte de 27 dias. Recomenda-se o fornecimento dos fenos produzidos nas idades de corte de 27 e 43 dias.

Palavras chave: cinética de degradação, degradabilidade ruminal, estágio de maturação.

5.2 INTRODUÇÃO

A escolha de forrageiras tropicais que apresentem elevada produtividade de matéria seca digestível, associadas à bom valor nutricional torna-se cada vez mais importante no cenário atual, buscando reduzir os custos de produção a partir de um volumoso de qualidade. O Tifton 85 apresenta essas características, ou seja, é capaz de produzir grandes quantidades de matéria seca, com boa relação haste/folha, resultando em forragem de bom valor nutritivo.

O intervalo entre os cortes é fator de manejo que contribui para determinar a produção e a qualidade da forragem, sendo que intervalos maiores resultam em maior produção de matéria seca, mas por outro lado, promovem decréscimo acentuado na qualidade.

O principal local de degradação dos nutrientes nos ruminantes é o rúmen, realizada pela atuação dos microorganismos ruminais. A partir dessa associação os ruminantes adquiriram ao longo da evolução a habilidade de digerir forrageiras ricas em fibra. A qualidade da forrageira ingerida a partir da época de corte ideal e sua digestão pela microbiota ruminal estão diretamente relacionadas com o desempenho animal, sendo que o aproveitamento dessa pode ser avaliado por meio da degradabilidade ruminal.

O estudo da degradabilidade ruminal têm permitido a identificação de fatores que afetam o consumo voluntário de forragens, tais como o grau de maturidade da forrageira. Este estudo é importante na formulação de dietas e na seleção de forrageiras que apresentem maior valor nutricional (Lascano & Queiroz, 1990). Segundo Huntington & Givens (1995) a técnica *in situ* apresenta relação com a degradabilidade *in vivo*.

A técnica de incubação *in situ* consiste na colocação de amostras de alimentos diretamente no rúmen, dentro de sacos porosos, que permitem o influxo da microbiota para o material e o efluxo dos produtos da fermentação para fora dos sacos. As amostras são retiradas do rúmen em tempos pré determinados sendo que os valores de desaparecimento das diversas

frações dos alimentos nestes tempos fornecem as informações para a estimativa da cinética de degradação ruminal.

Objetivou-se com este trabalho determinar os valores da degradabilidade ruminal e parâmetros da cinética de degradação da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e frações fibrosas dos fenos de Tifton 85 produzidos a partir das idades de corte de 27, 43, 73 e 84 dias.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

5.3.1 Material utilizado e processamento

Foram utilizados neste experimento fenos produzidos com o Tifton 85 (*Cynodon sp.*) cortados nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias. Os fenos foram obtidos no período de outubro de 2007 a dezembro de 2007 na Fazenda Santa Helena, localizada no Km 125 da rodovia MG 164, no município de Bom Despacho – MG. A área foi demarcada e foi realizado um corte de uniformização rente ao solo, seguido de uma adubação com 420 Kg/ha de 25:00:25 (N:P:K), e irrigação conforme a necessidade da forrageira (Tabela 1 do capítulo III).

O processo de fenação foi mecanizado. O Tifton 85 (*Cynodon sp.*) foi cortado nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias após a uniformização com uma ceifadeira acoplada a um trator, durante o período da manhã após a secagem do orvalho. Após o corte, a gramínea foi revirada com o auxílio de um ancinho a cada 3 horas até que atingisse o ponto de feno, com matéria seca variando entre 85 a 90%. Logo após foi enfardada em fardos cúbicos, contendo aproximadamente 30 Kg. Em seguida, o feno foi transportado e armazenado em um galpão seco e ventilado, sobre estrados de madeira. O feno foi então transportado para as dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), localizada no município de Belo Horizonte – MG.

O processamento das amostras, e as análises bromatológicas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

Os fenos foram moídos em moíno tipo “Thomas-Wiley”, utilizando-se peneira de 5 mm, e acondicionados em frascos de polietileno, sendo realizadas as análises bromatológicas de acordo com as metodologias apresentadas no capítulo III.

5.3.2 Técnica *in situ*

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, localizado no município de Florestal – MG, em fevereiro de 2011. Foram utilizadas 4 novilhas mestiças, com peso médio de 400 Kg, não gestantes, fistuladas no rúmen. Durante o experimento os animais foram mantidos em piquete de capim *Brachiaria brizantha* cv Marandu, e receberam capim *Pennisetum purpureum* (Elefante) picado, a vontade, 3 Kg de concentrado comercial contendo 18% de proteína bruta, água e sal mineral. As cânulas eram inspecionadas e lavadas diariamente, promovendo-se maior conforto para os animais.

O material para incubação foi colocado em sacos de náilon devidamente identificados de 7,5 cm de largura x 15 cm de altura, com porosidade de 50 micras (μm). Antes de colocar o material, os sacos foram lavados em água corrente e secos a 55°C durante 24h e em seguida pesados. Em cada saco foi acrescentado 5g do feno moído a 5 mm referente a cada tratamento, mantendo relação de 17mg da amostra por cm^2 . Os sacos foram fechados com o auxílio de argola de metal e presilha de plástico. Esses foram fixados em uma corrente de aproximadamente 150 g que funcionava como âncora, de forma a manter os sacos em contato permanente com o líquido ruminal e posicionados no saco ventral do rúmen.

Os tempos de incubação usados para avaliação da degradabilidade *in situ* dos componentes nutricionais do feno de Tifton 85 foram: 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Foram incubados dois sacos por tratamento e por animal para os tempos de 6, 12 e 24 horas e três sacos para os tempos de 48, 72 e 96 horas. Ao serem retirados do rúmen, os sacos foram mergulhados em água gelada por cinco minutos para interromper o crescimento e a fermentação

microbiana, e em seguida foram lavados em água corrente. Após a lavagem os sacos foram colocados em freezer (-10°C) até serem processados.

Após retirar os materiais incubados, esses foram conduzidos para o Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG, onde foram secos em estufa a 55°C durante 72 horas e pesados para determinação da matéria pré-seca. Os resíduos pertencentes ao mesmo animal, tempo de degradação e tratamento foram homogêinizados, moídos a 1 mm e acondicionados em frascos de plásticos de polietileno devidamente identificados para análises posteriores.

Nos resíduos de incubação e no material incubado foram realizadas análises de matéria seca (MS) em estufa a 105°C, matéria mineral (MM), proteína bruta (AOAC, 1995), e componentes da parede celular (fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido, hemiceluloses, celulose e lignina) pelo método seqüencial (Van Soest *et al.*, 1991).

5.3.3 Análises estatísticas

A análise dos dados e as equações de regressão para os desaparecimentos dos componentes nutricionais foram realizados utilizando-se o programa Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), de acordo com Euclides (2005), sendo que os parâmetros de degradabilidade *in situ* foram obtidos pelo algoritmo de MARQUARDT e foram determinados os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas (Anexo 3). Para estimar as curvas de degradação foi utilizado o modelo proposto de Ørskov e McDonald (1979), modificado por Sampaio *et al.*, (1995):

$$p = A - (B \times e^{-ct})$$

em que:

p = porcentagem de degradação após um tempo (t) de incubação no rúmen;

A = porcentagem máxima de degradação do material contido no saco de náilon, ou degradabilidade potencial

B = parâmetro sem valor biológico. Se não houvesse tempo de colonização, ele corresponderia ao total a ser degradado pela ação microbiana

c = taxa constante de degradação da fração que permanece no saco de náilon, expressa em porcentagem por hora

t = tempo de incubação no rúmen, em horas

O tempo de colonização foi estimado conforme McDonald (1981), de acordo com a seguinte equação:

$$TC = \frac{-1}{c} * \ln \frac{(A-S)}{B}$$

em que:

TC = tempo de colonização, em horas

A, B e c = mesmos parâmetros definidos na equação anterior

S = fração solúvel determinada pela porcentagem de desaparecimento no tempo zero de incubação (fração rapidamente degradada)

As degradabilidades efetivas foram calculadas utilizando-se os valores sugeridos pelo Agricultural Research Council (1984), de 2,0, 5,0 e 8,0%/h para baixo, médio e alto consumos, respectivamente, segundo o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979):

$$DE = S + [(B1 * c)/(c + K)]$$

em que:

DE = degradabilidade efetiva, em porcentagem

S = fração rapidamente degradada

B1 = fração degradável calculada subtraindo-se a fração solúvel do potencial de degradação (B1 = A - S) (fração lentamente degradada)

c = mesmo parâmetro descrito anteriormente

K = taxa fracional de passagem, expressa em porcentagem por hora

Para a análise dos dados de desaparecimento dos componentes nutricionais das forrageiras foi empregado um delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, tendo os animais como blocos, os fenos de Tifton 85 colhidos em quatro

idades (27, 43, 73 e 84 dias) como parcelas e os tempos de incubação como subparcelas, conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + F_j + T_k + FT_{jk} + e_{ijk}$$

em que,

Y_{ijk} = valor referente à observação do feno de Tifton 85 em quatro idades de corte j , no animal i e no tempo de incubação k

μ = média geral

A_i = efeito do animal i ($i = 1, 2, 3, 4$)

F_j = efeito da idade de corte j ($j = 1, 2, 3, 4$)

T_k = efeito do tempo de incubação k ($k = 6, 12, 24, 48, 72, 96$)

FT_{jk} = interação dos efeitos dos fenos de Tifton 85 em quatro idades de corte j com o tempo de incubação k

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação

As médias foram comparadas empregando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade. A análise de variância foi realizada a partir do esquema indicado na tabela 1.

Tabela 1 – Análise de variância para o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas.

Fontes de variação	Gl.
Total	15
Feno colhido nas 4 idades (parcelas)	3
Animal (blocos)	3
<i>Erro (A)</i>	9
Total de subparcelas	95
Parcelas	15
Tempo (sub-parcelas)	5
Feno colhido nas 4 idades x Tempos	15
<i>Erro (B)</i>	60

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote foram apresentados nas tabelas 4, 5 e 6 do capítulo III.

Os dados de composição química dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote foram apresentados na tabela 4 do capítulo III.

Para os tempos de 6 e 12 horas a degradabilidade ruminal da matéria seca (DRMS) dos fenos de Tifton 85 produzidos nas diferentes idades de corte foram semelhantes ($P>0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de degradabilidade ruminal da matéria seca (DRMS) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tempo de incubação (h)					
	6	12	24	48	72	96
27	26,25 A	34,96 A	52,93 A	67,45 A	75,62 A	77,00 A
43	23,45 A	32,33 A	44,99 B	60,97 B	70,34 A	73,36 A
73	23,63 A	31,40 A	42,38 B	54,61 C	61,88 B	67,23 B
84	20,21 A	29,97 A	40,43 B	52,73 C	60,11 B	63,00 B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa entre os fenos obtidos nas diferentes idades de corte para cada tempo de incubação ($P<0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 8,58%.

No tempo de incubação de 24 horas verifica-se que o feno colhido aos 27 dias (52,93%) foi superior aos fenos das demais idades de corte ($P<0,05$) (Tabela 2). Essa maior DRMS no tempo de 24 horas reflete maior concentração de nutrientes de maior degradabilidade, associado a menores participações das frações fibrosas lentamente degradáveis no rúmen e menor concentração de lignina conforme pode ser visto na tabela 4 do capítulo III. No tempo de incubação de 48 horas verifica-se que a DRMS do feno colhido aos 43 dias foi menor ($P<0,05$) que a do feno colhido aos 27 dias e maior ($P<0,05$) que o feno colhido aos 73 e 84 dias ($P<0,05$) (Tabela 2) que não diferiram entre si ($P>0,05$), manifestando uma

maior degradação dos nutrientes do feno colhido nesta idade em relação aos fenos produzidos em idades mais avançadas.

Já para os tempos de incubação de 72 e 96 horas pode-se observar que as DRMS para os fenos colhidos nas idades de 27 e 43 foram semelhantes ($P>0,05$), porém maiores em relação aos fenos obtidos aos 73 e 84 dias ($P<0,05$), que não diferiram entre si ($P>0,05$) (Tabela 2). As maiores DRMS obtidas para os fenos produzidos nas idades mais jovens (27 e 43 dias) podem ser justificadas pela maior proporção de folhas, presença de hastes com menor acúmulo de carboidratos estruturais e pelo menor efeito da lignificação, associado a presença de nutrientes mais solúveis. Esses fatores podem ser evidenciados pelos resultados obtidos no capítulo III deste experimento, sendo que os valores referentes aos teores de fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido e lignina apresentaram um aumento linear com o avançar da idade de corte, e os valores referentes aos teores de proteína bruta apresentaram uma redução linear.

Ramirez (2011) avaliando os fenos de *Brachiaria decumbens* produzidos a partir do corte aos 56, 84 e 112 dias relatou valores da DRMS no tempo de incubação de 96 horas variando de 76,0 a 65,4%, sendo esses semelhantes aos deste experimento.

Castro (2008) avaliando as silagens de *Panicum maximum* cv Tanzânia cortado aos 42, 63, 84 e 107 dias relatou valores da DRMS no tempo de incubação de 96 horas variando de 54,72 a 43,34%, sendo que o maior valor foi referente à silagem obtida na idade de 43 dias. Esses valores foram inferiores aos deste experimento, podendo estar relacionado às diferenças fisiológicas e estruturais entre as forrageiras e principalmente às perdas nutricionais ocorridas durante a confecção das silagens. Este mesmo autor encontrou valores da DRMS das silagens nos tempos de incubação de 6 horas (10,35 a 5,90%), 12 horas (19,57 a 14,44%), 24 horas (29,84 a 22,69%) e 48 horas (47,51 a 33,90%) inferiores aos deste experimento (Tabela 2).

Já Velasco (2011) estudando o valor nutricional da *Brachiaria decumbens* verde nas idades de corte 56, 84 e 112 dias encontrou valores da DRMS nos tempos de incubação de 6 horas (30,23 a 22,35%), 12 horas (41,07 a 30,15%), 24 horas (48,52 a 37,74%), 48 horas (62,62 a

51,29%) e 96 horas (71,37 a 58,29%), sendo que ao longo de todo o período de incubação os maiores valores relatados foram referentes à *Brachiaria decumbens* verde colhida aos 56 dias. Os valores encontrados por este autor estão próximos aos deste experimento (Tabela 2).

Observa-se que para a fração potencialmente degradável da matéria seca (A) houve uma redução com o avançar da idade de corte (Tabela 3), variando de 79,32 a 66,01%, confirmando a maior DRMS apresentada na Tabela 2 para os fenos produzidos nas idades de corte de 27 e 43 dias.

Para a taxa constante de degradação da matéria seca (c) foi verificado maior taxa de degradação para o feno referente à idade de corte de 27 dias, devido à maior proporção de nutrientes degradáveis, e a menor taxa para o feno colhido aos 73 dias (Tabela 3), sendo que esta menor taxa de degradação em relação ao feno colhido aos 84 dias pode estar relacionada às possíveis perdas dos nutrientes mais solúveis durante o processo de fenação, decorrente da alta umidade devido à alta incidência de chuvas ocorridas antes da produção do feno colhido aos 73 dias de idade. A taxa de degradação reduz com o avançar da idade de corte devido ao aumento de nutrientes de baixa degradabilidade, representados principalmente pelas frações fibrosas e lignina. Esses nutrientes aumentam a partir do desenvolvimento da parede celular das forrageiras, sendo que essa é responsável por conferir maior rigidez às plantas com o avançar da idade de corte (Taiz & Zeiger, 2004).

A taxa de degradação das frações degradáveis no rúmen dos alimentos pode ser considerada como característica intrínseca do alimento, dependendo de fatores como a composição química das forragens (presença de fatores antinutricionais), da proporção dos diferentes tecidos da planta, influenciados pelo estágio de maturação e pelo desenvolvimento da parede celular (Van Soest, 1994).

Tabela 3 – Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	C	LAG	R ²	DEMS	
					0,02	0,05
27 ¹	79,32	3,74	1:40	0,93	56,47	41,80
43 ²	78,18	2,80	2:20	0,94	49,73	34,41
73 ³	71,23	2,56	2:54	0,93	45,70	32,73
84 ⁴	66,01	3,07	2:23	0,94	45,84	34,32

A - fração potencialmente degradável (%), C - taxa constante de degradação (%/hora), LAG – tempo de colonização (horas:minuto), R² – coeficiente de determinação, DEMS = degradabilidade efetiva da matéria seca (%), considerando-se taxas de passagem pelo rúmen de 2 e 5%/h.

O tempo de colonização (LAG) está relacionado à adesão dos microorganismos ruminais ao substrato e a capacidade de hidratação deste no meio aquoso, sendo que fatores como o tipo de alimento, a idade das forrageiras e o tamanho de partícula do alimento interferem nos valores do LAG. Verifica-se na tabela 3 que o maior LAG da matéria seca foi obtido para o feno colhido aos 73 dias, podendo estar relacionado à maior proporção de nutrientes menos digestíveis (celulose e lignina).

Para degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) em diferentes condições de consumo, médio consumo à taxa de 5% e baixo consumo à taxa de 2%, verificou-se que ao comparar-se os fenos nas diferentes idades de corte ocorreu redução da DEMS para cada taxa de passagem, o que está relacionado à redução da taxa de degradação com o avançar da idade de corte, decorrente da redução do valor nutricional (Tabela 3). Para cada feno produzido nas diferentes idades de corte verifica-se uma redução da DEMS com o aumento do taxa de passagem, devido a redução do tempo de permanência do alimento no ambiente ruminal (Tabela 3). Essa característica é desejável quando em situações de fornecimento de uma forrageira mais jovem (por exemplo o feno produzido a partir do corte aos 27 dias de idade) para um animal de maior produção, favorecendo a passagem de

Equações de regressão para os dados de degradabilidade ruminal da matéria seca (D1) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função dos tempos de incubação (t).

$$^1 D1 = 79,32 - [67,27 \times \exp^{-(0,0374 \times t)}]$$

$$^2 D1 = 78,18 - [64,57 \times \exp^{-(0,0280 \times t)}]$$

$$^3 D1 = 71,23 - [54,80 \times \exp^{-(0,0256 \times t)}]$$

$$^4 D1 = 66,01 - [53,94 \times \exp^{-(0,0307 \times t)}]$$

nutrientes digestíveis para o intestino delgado, permitindo a absorção de nutrientes oriundos do alimento, pois os nutrientes de origem microbiana não conseguirão suprir as necessidades dos animais com maior exigência nutricional.

Assis *et al.* (1999) avaliando a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO) e parede celular (PC) de três gramíneas do gênero *Cynodon* verde (Tifton 44, Tifton 85, Estrela de Porto Rico) com e sem adubação nitrogenada cortadas aos 35 dias encontraram valores referentes a fração potencialmente degradável no rúmen da matéria seca para o Tifton 85 de 68,30 e 69,65%, sem e com adubação nitrogenada, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos encontrados neste experimento para os fenos obtidos aos 27, 43 e 73 dias (Tabela 3). Essa diferença pode estar relacionada às diferentes condições ambientais ocorridas durante o desenvolvimento das forrageiras, relacionadas à disponibilidade de água, temperatura e aporte de nutrientes no solo.

Em relação ao tempo de colonização (LAG) médio da matéria seca, Assis *et al.* (1999) encontraram um valor de 3,6 horas, superior aos encontrados neste experimento. Esses autores relataram valores médios das taxas de degradação do Tifton 85 de 2,85 e 2,55%/hora, sem e com adubação, respectivamente, sendo semelhantes aos obtidos neste experimento. Para as degradabilidades efetivas da matéria seca do Tifton 85 nas taxas de passagem de 2 e 5%/hora encontraram valores médios de 55,27 e 39,89%, respectivamente, sendo estes semelhantes aos do presente.

Ferreira *et al.* (2005) avaliando a degradabilidade da MS de três forrageiras do gênero *Cynodon* (Tifton 44, Tifton 85 e Coast-cross), colhidos com idades de 21, 42 e 63 dias no verão verificaram uma redução dos valores da fração potencialmente degradável no rúmen com o aumento da idade de corte, e não encontraram efeito do momento de colheita sobre as taxas de degradação da matéria seca com valores médios de 2,4%/h para o Tifton 85, 2,7%/h para o Tifton 44 e 5,8%/h para o Coast-cross dados semelhantes ao do presente experimento.

Castro (2008) encontrou valores das taxas de degradação da matéria seca semelhantes às deste experimento, variando de 3,32 a 2,90%/hora e relatou valores referentes à degradabilidade efetiva da matéria seca com taxa de passagem de 0,02% variando de 36,14 a 27,00%, sendo estes valores inferiores aos deste experimento.

Ramirez (2011) encontrou valores para fração potencialmente degradável no rúmen da matéria seca variando de 58,9 a 51,2%, sendo estes valores inferiores aos deste experimento. As taxas de degradação da matéria seca (3,65 a 2,68%/hora) e degradabilidade efetiva da matéria seca com taxas de passagem de 2%/h (56,4 a 47,6%) e 5%/h (43,2 a 36,2%) relatadas por este autor foram semelhantes aos valores deste experimento (Tabela 3).

Já Velasco (2011) relatou valores da fração A variando de 72,22 a 61,61%, ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte, sendo que esses valores foram semelhantes aos encontrados neste trabalho para os fenos obtidos aos 73 e 84 dias (Tabela 3). Este autor encontrou valores da taxa de degradação e das degradabilidades efetivas da matéria seca nas taxas de passagem de 2 e 5% para a idade de corte 84 dias de 2,67%/hora, 43,77% e 32,89%, respectivamente, sendo estes valores inferiores aos encontrados para o feno obtido a partir da mesma idade de corte neste experimento.

Os diferentes valores referentes aos parâmetros da degradação ruminal e degradabilidade efetiva da matéria seca podem estar relacionados principalmente às diferentes relações haste/folha, alterando os teores das frações fibrosas, e idade de corte, que influenciam a proporção de tecidos mais rígidos (esclerênquima) decorrentes do processo de senescência vegetativa.

Segundo Sampaio (1988) os parâmetros A (fração potencialmente degradável) e C (taxa de degradação) seriam os principais parâmetros a serem considerados na qualificação de uma forrageira, de forma que, ao se comparar diferentes equações, um maior valor de A indicaria material mais degradável e um menor valor de C, implicaria em menor tempo para o desaparecimento da fração imediatamente degradável. As forragens mais digestíveis

apresentariam valores altos de A, mas necessitariam também de altos valores de C, concluindo-se que alcançariam o potencial máximo de degradação em menor tempo.

As mesmas diferenças apresentadas na tabela 2 referentes à DRMS foram observadas para a degradabilidade ruminal da matéria orgânica (DRMO) (Tabela 4), sendo que para o tempo de incubação de 96 horas houve uma variação de 76,69 a 63,00%, reduzindo-se com o avançar da idade de corte, ocorrendo efeito da idade de corte sobre a DRMO. Essa semelhança pode ser justificada pelo elevado coeficiente de correlação encontrado entre os dois parâmetros avaliados ($r_{DRMS \times DRMO} = 0,9996$; $P < 0,01$).

Ramirez (2011) encontrou valores para a DRMO no tempo de incubação de 96 horas, variando de 75,3 a 64,4%, sendo que o maior valor foi referente a idade mais jovem (56 dias). Estes valores foram semelhantes aos encontrados neste experimento (Tabela 4).

Na tabela 5 observa-se que a fração A da matéria orgânica variou de 79,31 a 66,19, ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte. O mesmo comportamento foi encontrado para a fração B, variando de 70,96 a 55,66%.

Tabela 4 – Valores médios de degradabilidade ruminal da matéria orgânica (DRMO) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tempo de incubação (h)					
	6	12	24	48	72	96
27	23,13 A	31,79 A	50,73 A	66,51 A	74,83 A	76,69 A
43	20,09 A	29,12 A	42,05 B	59,78 B	69,18 A	72,70 A
73	21,18 A	29,15 A	40,00 B	53,34 C	60,70 B	66,54 B
84	18,59 A	27,85 A	38,30 B	51,69 C	59,04 B	63,00 B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa entre os fenos obtidos nas diferentes idades de corte para cada tempo de incubação ($P < 0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 9,38%.

Tabela 5 – Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da matéria orgânica (DEMO) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	C	LAG	R ²	DEMO	
					0,02	0,05
27 ¹	79,31	3,64	1:38	0,93	55,10	39,80
43 ²	78,16	2,73	2:17	0,94	48,09	43,98
73 ³	71,16	2,47	2:54	0,93	32,17	30,50
84 ⁴	66,19	2,88	2.28	0,94	25,13	24,74

A - fração potencialmente degradável (%), C - taxa constante de degradação (%/hora), LAG – tempo de colonização (horas:minuto), R² – coeficiente de determinação, DEMO = degradabilidade efetiva da matéria orgânica (%), considerando-se taxas de passagem pelo rúmen de 2 e 5%/h.

Para a taxa constante de degradação observou-se um menor valor para o feno obtido aos 73 dias (2,47), associado a um maior LAG (2:54) (Tabela 5). Esses valores encontrados podem estar relacionados às perdas ocorridas durante o processo de fenação, a partir da lixiviação dos nutrientes em condições de alta umidade, além de possíveis fermentações ocorridas durante a fase de desidratação. Os fatores apresentados podem reduzir o conteúdo dos nutrientes potencialmente degradáveis como proteína, carboidratos solúveis e hemiceluloses e reduzir a qualidade das frações fibrosas, contribuindo para a redução da DRMO.

Para os valores referentes à degradabilidade efetiva da matéria orgânica (DEMO) houve redução com o aumento da taxa de passagem, ocasionada principalmente pelo menor tempo de permanência do alimento no rúmen. Além disso houve uma redução com o avançar da idade de corte, podendo estar relacionado à menor taxa de degradação ocasionada pelas características de senescência das forrageiras (Tabela 5).

Assis *et al.* (1999) avaliando a degradabilidade *in situ* do Tifton 85 verde encontraram valor médio da fração potencialmente degradável no rúmen da matéria orgânica de

Equações de regressão para os dados de degradabilidade ruminal da matéria orgânica (D2) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função dos tempos de incubação (t).

$$^1 D2 = 79,31 - [70,96 \times \exp^{-(0,0364 \times t)}]$$

$$^2 D2 = 78,16 - [68,40 \times \exp^{-(0,0247 \times t)}]$$

$$^3 D2 = 71,16 - [57,28 \times \exp^{-(0,0247 \times t)}]$$

$$^4 D2 = 66,19 - [55,66 \times \exp^{-(0,0288 \times t)}]$$

72,66%, sendo que este valor foi inferior aos deste experimento para os fenos colhidos aos 27 e 43 dias e superior aos dos colhidos aos 73 e 84 dias. Esses mesmos autores relataram taxa de degradação média da matéria orgânica de 2,71%/hora, sendo este valor semelhante ao encontrado neste experimento para o feno colhido aos 43 dias (2,73%/hora) (Tabela 5). Para as degradabilidades efetivas da matéria orgânica nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora estes autores encontraram valores médios para o Tifton 85 de 53,85, 37,63 e 30,5%, respectivamente, sendo estes valores semelhantes aos deste experimento para o feno obtido aos 27 dias (Tabela 5).

Ramirez (2011) relatou valores da fração potencialmente degradável no rúmen da matéria orgânica variando de 61,4 a 53,5%, sendo estes valores inferiores aos deste experimento (Tabela 5). Já em relação à taxa de degradação da matéria orgânica, os valores variaram de 3,49 a 2,63%/hora, sendo semelhantes aos deste experimento.

Em relação à degradabilidade ruminal da proteína bruta (DRPB) pode-se observar na tabela 6 que para o tempo de incubação de 6 horas não houve diferença ($P>0,05$), variando de 44,90 (idade de corte de 84 dias) a 36,56% (idade de corte de 73 dias). Para o tempo de incubação de 12 horas a DRPB para o feno obtido aos 84 dias foi superior em relação às DRPB dos fenos produzidos aos 43 e 73 dias ($P<0,05$). Isto pode estar relacionado às maiores perdas ocorridas pelos poros dos sacos de incubação em forrageiras mais velhas, devido a maior rigidez do material, permitindo uma moagem mais fina. Não houve diferença significativa entre às idades de corte no tempo de incubação de 24 horas ($P>0,05$).

No tempo de incubação de 48 horas a DRPB para o feno obtido aos 27 dias foi superior em relação aos das demais idades de corte ($P<0,05$) (Tabela 6). A maior DRPB para forrageiras mais jovens pode estar relacionada à maior participação de fontes de nitrogênio não proteico e de proteínas de maior solubilidade.

Tabela 6 – Valores médios de degradabilidade ruminal da proteína bruta (DRPB) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tempo de incubação (h)					
	6	12	24	48	72	96
27	40,75 A	41,94 AB	58,98 A	74,02 A	86,14 A	87,38 A
43	37,79 A	37,83 B	54,07 A	66,30 B	80,23 A	83,80 A
73	36,56 A	37,58 B	51,92 A	56,62 C	74,42 B	73,67 B
84	44,90 A	47,39 A	60,52 A	64,81 B	77,15 B	75,31 B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa entre os fenos obtidos nas diferentes idades de corte para cada tempo de incubação ($P < 0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 8,91%.

Já nos tempos de incubação de 72 e 96 horas as DRPB referentes aos fenos colhidos nas idades de 27 e 43 dias foram superiores em relação as dos fenos colhidos nas idades de 73 e 84 dias ($P < 0,05$) (Tabela 6), indicando maior fonte de proteína degradável no rúmen para os fenos produzidos nestas idades, sendo essa fonte de nitrogênio importante para maximizar a eficiência do crescimento microbiano quando associado às fontes de energia de degradação semelhante.

Castro (2008) encontrou valores da DRPB para a silagem de capim Tanzânia obtida a partir da idade de corte de 43 dias nos tempos de incubação de 6 horas (50,53%), 12 horas (58,27%) e 24 horas (63,90%) superiores aos deste experimento para os fenos obtidos aos 27 e 43 dias nos mesmos tempos de incubação (Tabela 6). Estes maiores valores podem estar relacionados às maiores concentrações de nitrogênio amoniacal decorrentes do processo fermentativo das silagens de capim Tanzânia. Este mesmo autor encontrou valores da DRPB no tempo de incubação de 96 horas variando de 76,60 a 54,99%, ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte, como observado neste experimento.

Velasco (2011) avaliando a DRPB da *Brachiaria decumbens* verde aos 84 dias de corte nos diferentes tempos de incubação encontrou valores entre 43,16 e 61,67%, para o tempo de incubação de 6 horas até 96 horas. Esses valores foram inferiores aos encontrados para o feno de Tifton 85 aos 84 dias de corte (Tabela 6). Já Ramirez (2011) encontrou valor da

DRPB do feno de *Brachiaria decumbens* produzido a partir da idade de corte de 84 dias no tempo de incubação de 96 horas de 67,7%, sendo este valor inferior ao encontrado neste experimento para a mesma idade de corte e tempo de incubação (75,31%).

A degradação da proteína no rúmen pode ser afetada por vários fatores, como a composição química e física da proteína bruta (relação entre nitrogênio não protéico e proteína verdadeira, a estrutura tridimensional da molécula de proteína, a presença de ligações dissulfeto), a atividade proteolítica microbiana, o acesso microbiano à proteína, o tempo de retenção do alimento no rúmen, o pH ruminal, o processamento do alimento e a temperatura ambiente (Santos & Pedroso, 2011).

Segundo Sniffen *et al.* (1992) a fração de nitrogênio ligado à fibra insolúvel em detergente ácido (NIDA) consiste de compostos nitrogenados associados a lignina, taninos, produtos da reação de Maillard, sendo estes resistentes a ação das enzimas microbianas e intestinais. Essa fração pode aumentar com o avançar da idade de corte da planta, com o tipo de forrageira, e com as condições ambientais durante o desenvolvimento da forrageira, proporcionando diferentes valores da DRPB.

Observa-se que a fração A da proteína bruta (Tabela 7) variou de 96,08 a 79,89%, ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte, sendo que essa redução pode estar relacionada ao aumento da proporção de nitrogênio ligado às frações fibrosas na forma de NIDA (Tabela 4 do capítulo III). As interações entre proteína e lignina podem aumentar com o avançar da idade de corte, ocasionando uma redução na fração A. Em relação à taxa de degradação houve uma variação de 2,67 a 1,60%/hora, sendo que as maiores taxas estão associadas aos menores tempos de colonização, indicando a maior capacidade de adesão das bactérias ao substrato e conseqüente degradação (Tabela 7).

O maior valor referente ao tempo de colonização (LAG) foi observado para o feno obtido aos 73 dias, podendo estar relacionado a maior participação de constituintes menos digestíveis (Tabela 7). Os coeficientes de determinação apresentados na tabela 7 foram elevados, indicando que o modelo utilizado se adequou aos dados referentes à degradabilidade da proteína bruta. Em relação aos valores de DEPB houve uma redução

com o aumento da taxa de passagem para todas as idades de corte avaliadas. No entanto, para uma mesma taxa de passagem houve uma redução com o avançar da idade de corte, como foi observado para a DEMS (Tabela 3) e DEMO (Tabela 5), exceto para o feno obtido aos 73 dias de corte, que apresentou valores maiores em relação ao feno obtido aos 43 dias de corte.

Tabela 7 – Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da proteína bruta (DEPB) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	C	LAG	R ²	DEPB	
					0,02	0,05
27 ¹	96,08	2,34	2:40	0,89	66,33	52,10
43 ²	98,29	1,72	3:37	0,89	57,40	41,70
73 ³	87,89	1,60	4:14	0,87	59,97	49,82
84 ⁴	79,89	2,67	3:53	0,89	46,70	29,37

A - fração potencialmente degradável (%), C - taxa constante de degradação (%/hora), LAG – tempo de colonização (horas:minuto), R² – coeficiente de determinação, DEPB = degradabilidade efetiva da proteína bruta (%), considerando-se taxas de passagem pelo rúmen de 2 e 5 %/h.

Com o aumento da taxa de passagem pode ocorrer a redução na degradabilidade ruminal da proteína, podendo reduzir a eficiência de síntese de proteína microbiana (Russell *et al.*, 1992), sendo que os fenos produzidos a partir das idades mais jovens (27 e 43 dias) podem apresentar maiores taxas de passagem.

Assis *et al.* (1999) encontraram para o Tifton 85 verde aos 35 dias de idade valores médios da fração potencialmente degradável no rúmen para a proteína bruta de 70,5%, sendo este valor inferior aos deste experimento, e taxa de degradação da proteína bruta de 2,01%/hora, sendo este valor inferior ao encontrado para o feno colhido aos 27 dias e superior ao encontrado para o feno produzido aos 73 dias (Tabela 7). Esses mesmos autores encontraram valores médios da degradabilidade efetiva da proteína bruta nas taxas

Equações de regressão para os dados de degradabilidade ruminal da proteína bruta (D3) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função dos tempos de incubação (t).

$$^1 D3 = 96,08 - [66,64 \times \exp^{-(0,0234 \times t)}]$$

$$^2 D3 = 98,29 - [69,61 \times \exp^{-(0,0172 \times t)}]$$

$$^3 D3 = 87,89 - [57,74 \times \exp^{-(0,0160 \times t)}]$$

$$^4 D3 = 79,89 - [41,90 \times \exp^{-(0,0267 \times t)}]$$

de passagem de 2, 5%/hora de 63,39 e 48,41%, respectivamente, sendo estes valores intermediários aos encontrados neste experimento para os fenos obtidos aos 27 e 43 dias (Tabela 7).

Velasco (2011) trabalhando com *Brachiaria decumbens* verde cortada aos 56 dias encontrou valor da fração A da proteína bruta de 77,14%, sendo menor que os encontrados para os fenos de Tifton 85 nas diferentes idades de corte (Tabela 7).

Já Tomich (2003) trabalhando com capim elefante verde relatou valores da fração A da proteína bruta de 96,5% e das degradabilidades efetivas da proteína bruta nas taxas de passagem de 2 e 5%/hora de 65 e 54,3%, sendo estes valores próximos aos deste experimento para o feno de Tifton 85 produzido aos 27 dias (Tabela 7).

Observa-se que não houve diferença significativa entre os fenos produzidos nas diferentes idades de corte para a degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente neutro (DRFDN) nos tempos de incubação de 6 e 12 horas ($P>0,05$) (Tabela 8). Em relação aos valores da DRFDN para os tempos de incubação de 24 e 48 horas verifica-se que a DRFDN do feno obtido aos 27 dias foi superior em relação às dos fenos das demais idades de corte ($P<0,05$), sendo que esta diferença pode estar relacionada à melhor qualidade desta fração fibrosa, apresentando menores teores de lignina. Já para os tempos de incubação de 72 e 96 horas verifica-se que a DRFDN dos fenos produzidos aos 27 e 43 dias foram superiores em relação aos das idades de corte de 73 e 84 dias ($P<0,05$), no entanto esses fenos foram semelhantes entre si ($P>0,05$). Segundo Van Soest (1994) à medida que a planta atinge sua maturidade ocorre incremento na síntese de polímeros estruturais depositados nas células vegetais, principalmente lignina, interferindo negativamente na DRFDN.

Tabela 8 – Valores médios de degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente neutro (DRFDN) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tempo de incubação (h)					
	6	12	24	48	72	96
27	14,51 A	25,39 A	46,53 A	66,74 A	72,44 A	75,50 A
43	7,44 A	22,27 A	37,36 B	58,94 B	68,34 A	71,56 A
73	8,71 A	17,15 A	31,62 B	48,54 C	55,61 B	63,17 B
84	10,30 A	19,81 A	31,94 B	49,39 C	55,57 B	61,45 B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa entre os fenos obtidos nas diferentes idades de corte para cada tempo de incubação ($P < 0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 12,73%.

Castro (2008) avaliando as silagens de capim Tanzânia nas idades de corte de 42, 63, 84 e 107 dias relatou valores da DRFDN nos tempos de incubação de 24, 48 e 96 horas variando de 11,48 a 3,68%, 28,20 a 17,35% e 40,29 a 30,48%, respectivamente. Os valores apresentados por este autor foram inferiores aos encontrados para os fenos de Tifton 85 (Tabela 8), indicando que a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das silagens de capim Tanzânia podem apresentar menor concentração das frações mais digestíveis como as hemiceluloses em relação aos fenos do Tifton 85. Menores valores de degradabilidade efetiva da FDN para a taxa de passagem de 2% (19,93 a 13,39%) em relação às deste experimento também foram relatados por Castro (2008).

Ramirez (2011) relatou valores da DRFDN para os tempos de incubação de 6 horas (24,2 a 20,1%) e 12 horas (40,1 a 31,8%) superiores aos apresentados na tabela 12 referentes aos mesmos tempos de incubação, e em relação aos tempos de incubação de 24 horas (40,1 a 31,8%), 48 horas (64,7 a 53,6%) e 96 horas (75,7 a 65,3%) os valores foram semelhantes aos apresentados na tabela 8.

Já Velasco (2011) relatou valores da DRFDN para a *Brachiaria decumbens* verde cortada aos 84 e 112 dias nos tempos de incubação de 6 horas (5,08 e 3,24%), 12 horas (15,14 e 15,57%), 24 horas (27,92 e 25,11%), 48 horas (41,16 e 41,69%) e 96 horas (52,32 a 49,16%) inferiores aos relatados na tabela 8 para os mesmos tempos de incubação, e para a

Brachiaria decumbens verde colhida aos 56 dias o valor referente ao tempo de incubação de 96 horas (64,32%) foi semelhante ao apresentado na tabela 8 para o feno obtido a partir da idade de corte de 73 dias (63,17%). Tomich (2003) encontrou para a DRFDN no tempo de incubação de 96 horas um valor de 70,9% para o capim elefante verde, sendo este valor semelhante ao apresentado na tabela 8 para o feno produzido a partir da idade de corte 43 dias. Estes diferentes resultados estão relacionados às diferenças entre as frações fibrosas das plantas, pois estas se organizam de maneira diferente para que possam desenvolver adequadamente nos diferentes ambientes estabelecidos.

A fração fibrosa insolúvel em detergente neutro é constituída por polímeros de hemiceluloses, celulose e lignina. Após a colonização dessa fração pelos microorganismos ruminais, será degradada a fração potencialmente digestível (constituída por hemiceluloses e celulose digestíveis). Já no resíduo indigestível da fração fibrosa insolúvel em detergente neutro espera-se encontrar partes tanto das hemiceluloses quanto da celulose que estão intimamente associadas à lignina e lignina isolada (Rodrigues & Vieira, 2011). No entanto, com o avanço do estágio de maturação (idade de corte) ocorre aumento do resíduo indigestível da fração fibrosa insolúvel em detergente neutro, contribuindo para a redução da DRFDN (Tabela 8).

Observa-se que os valores referentes à fração A reduziram com o avançar da idade de corte, variando de 77,49 a 65,06% (Tabela 9). As taxas de degradação da fibra insolúvel em detergente neutro variaram de 4,00 a 2,63% por hora, no entanto o menor valor foi observado para o feno produzido a partir da idade de corte de 73 dias, sendo que esta menor degradação em relação ao feno obtido aos 84 dias pode estar relacionada às perdas dos nutrientes mais degradáveis durante o processo de fenação, sendo que este comportamento também foi acompanhado por um maior LAG e menores valores das DEF DN nas diferentes taxas de passagem para o feno obtido aos 73 dias. Houve uma redução dos valores da DEF DN com o aumento da taxa de passagem, podendo estar relacionado à dificuldade de adesão dos microorganismos ruminais ao substrato (feno) em decorrência do menor tempo de permanência no rúmen.

Tabela 9 – Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente neutro (DEFDN) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	C	LAG	R ²	DEFDN	
					0,02	0,05
27 ¹	77,49	4,00	1:20	0,93	51,66	34,44
43 ²	75,13	3,36	1:34	0,94	47,10	30,20
73 ³	67,63	2,63	2:20	0,92	38,42	23,31
84 ⁴	65,06	2,85	2:14	0,94	40,04	26,42

A - fração potencialmente degradável (%), C - taxa constante de degradação (%/hora), LAG – tempo de colonização (horas:minuto), R² – coeficiente de determinação, DEF DN = degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente neutro (%), considerando-se taxas de passagem pelo rúmen de 2 e 5%/h.

Assis *et al.* (1999) encontraram valores médios para a fração potencialmente degradável no rúmen da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) do Tifton 85 verde cortado aos 35 dias de 77,4%, sendo este valor semelhante ao encontrado neste experimento para o feno obtido aos 27 dias (77,49%) e para a taxa de degradação da FDN de 2,85%/hora, sendo este valor inferior aos obtidos neste experimento para os fenos produzidos aos 27 e 43 dias (Tabela 9). Esses mesmos autores relataram para a degradabilidade efetiva da FDN nas taxas de passagem de 2 e 5%/hora, valores médios de 51,02 e 33,73%, respectivamente, sendo estes valores intermediários aos deste experimento para os fenos produzidos aos 27 e 43 dias (Tabela 9).

Velasco (2011) encontrou valores para a fração A da FDN de 63,36, 57,44 e 53,79%, para *Brachiaria decumbens* verde colhida aos 56, 84 e 112 dias, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos dos fenos de Tifton 85 nas diferentes idades de corte (Tabela 9). Já para as taxas de degradação da FDN este mesmo autor encontrou valores de 3,52, 2,60 e 2,84%/hora, para a *Brachiaria decumbens* verde colhida aos 56, 84 e 112 dias,

Equações de regressão para os dados de degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente neutro (D4) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função dos tempos de incubação (t).

$$^1 D4 = 77,49 - [81,44 \times \exp^{-(0,0400 \times t)}]$$

$$^2 D4 = 75,13 - [81,76 \times \exp^{-(0,0336 \times t)}]$$

$$^3 D4 = 67,63 - [68,90 \times \exp^{-(0,0263 \times t)}]$$

$$^4 D4 = 65,06 - [64,56 \times \exp^{-(0,0285 \times t)}]$$

respectivamente, sendo estes valores semelhantes aos apresentados na tabela 9, e para a degradabilidade efetiva da FDN nas taxas de passagem de 2 e 5%/hora obteve de 42,30 a 31,57% e de 27,40 a 19,50%, respectivamente.

Tomich (2003) trabalhando com capim elefante verde cortado aos 30 dias de rebrota relatou para fração A da FDN o valor de 70,2, sendo este valor próximo ao apresentado na tabela 12 para os fenos obtidos aos 43 e 73 dias. Para a taxa de degradação da FDN o valor de 4,43%/hora foi superior aos apresentados na tabela 9. Os valores referentes às degradabilidades efetivas da FDN encontrados por Tomich (2003) nas taxas de passagem de 2 e 5% foram de 49,4 e 34,7%, respectivamente, sendo estes valores semelhantes aos apresentados na tabela 13 para o feno produzido aos 27 dias.

Verifica-se na tabela 10 que não houve diferença entre os valores da degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente ácido (DRFDA) dos fenos produzidos nas diferentes idades para os tempos de incubação de 6 e 12 horas ($P>0,05$). Em relação aos tempos de incubação de 48, 72 e 96 horas pode-se observar que a DRFDA referente ao feno produzido a partir da idade de corte de 27 dias foi superior em relação as dos fenos obtidos aos 73 e 84 dias ($P<0,05$).

Tabela 10 – Valores médios de degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente ácido (DRFDA) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tempo de incubação (h)					
	6	12	24	48	72	96
27	6,98 A	20,24 A	40,38 A	59,43 A	66,28 A	70,81 A
43	0,68 A	16,83 A	32,19 AB	53,71 A	62,70 A	66,34 AB
73	0,00 A	7,76 A	23,18 B	29,79 C	47,93 B	55,75 B
84	5,62 A	15,66 A	26,09 B	42,34 B	50,96 B	56,82 B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa entre os fenos obtidos nas diferentes idades de corte para cada tempo de incubação ($P<0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 20,11%.

Ramirez (2011) relatou valores da DRFDA nos tempos de incubação de 6 (23,8 a 19,5%), 12 (34,1 a 32,2%) e 24 horas (45,7 a 45,0%) superiores aos deste experimento e para os tempos de 48 (59,6 a 52,5%) e 96 horas (73,0 a 65,6%) obteve valores semelhantes aos apresentados na tabela 10. Já Castro (2008) relatou valores da DRFDA para os tempos de incubação de 24, 48 e 96 horas variando de 3,53 a 1,22%, 28,78 a 14,35% e 42,46 a 29,17%, respectivamente, sendo os menores valores referentes a silagem obtida a partir da idade de corte de 107 dias. Esses valores foram inferiores aos valores apresentados na tabela 10. No entanto, Velasco (2011) encontrou valores da DRFDA para a *Brachiaria decumbens* verde colhida aos 84 dias nos tempos de incubação de 6 (4,24%), 12 (11,12%), 24 (25,59%), 48 (36,89%) e 96 horas (50,35%) inferiores aos apresentados na tabela 10 para o feno de Tifton 85 obtido aos 84 dias. Esses resultados indicam que o Tifton 85 apresenta frações fibrosas de maior degradabilidade em relação à *Brachiaria decumbens*.

A fração fibrosa insolúvel em detergente ácido é constituída por celulose e lignina. O resíduo digestível no rúmen dessa fração que é solubilizado em detergente ácido é constituído principalmente pelas hemiceluloses (Rodrigues & Vieira, 2011). Neste experimento verificou-se que a DRFDA está altamente correlacionada a DRHEM ($r_{DRFDA \times DRHEM} = 0,91$, $P < 0,01$).

Observa-se que os valores referentes a fração A variaram de 75,55 a 62,79%, sendo que o maior valor foi referente ao feno produzido aos 73 dias, não sendo este valor condizente com os encontrados para os demais parâmetros, sendo que a menor taxa de degradação, maior LAG e menores DEFDA nas diferentes taxas de passagem foram referentes ao feno obtido nessa idade de corte (Tabela 11).

Velasco (2011) estudando a *Brachiaria decumbens* verde cortada aos 84 dias encontrou valores referentes à fração A da fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de 59,08%, para a taxa de degradação da FDA de 2,04%/hora, para o tempo de colonização de 3:22, degradabilidade efetiva da FDA nas taxas de passagem de 2% e 5%/hora de 29,83 e 17,12%, respectivamente. Os valores referentes à fração A da FDA e às degradabilidades efetivas foram semelhantes aos encontrados para o feno de Tifton 85 obtido aos 84 dias (Tabela 11). Já os valores referentes à taxa de degradação e ao tempo de colonização

obtidos por Velasco (2011) foram inferior e superior, respectivamente aos encontrados neste experimento para o feno de Tifton 85 obtido aos 84 dias (Tabela 11).

Tabela 11 – Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente ácido (DEFDA) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	C	LAG	R ²	DEFDA	
					0,02	0,05
27 ¹	72,05	3,92	1:19	0,92	48,15	32,39
43 ²	69,16	3,51	1:26	0,93	44,58	29,38
73 ³	75,55	1,43	3:44	0,74	31,50	16,80
84 ⁴	62,79	2,42	2:33	0,93	37,80	25,57

A - fração potencialmente degradável (%), C - taxa constante de degradação (%/hora), LAG – tempo de colonização (horas:minuto), R² – coeficiente de determinação, DEFDA = degradabilidade efetiva da fibra insolúvel em detergente ácido (%), considerando-se taxas de passagem pelo rúmen de 2 e 5%/h.

Observa-se que não houve diferença significativa entre os fenos produzidos a partir das diferentes idades de corte para a degradabilidade ruminal das hemiceluloses (DRHEM) nos tempos de incubação de 6 e 12 horas (P>0,05) (Tabela 12). Verifica-se que os valores da DRHEM para o feno referente à idade de corte de 27 dias foi superior em relação ao da idade de corte de 84 dias nos tempos de incubação de 24, 48, 72 e 96 horas (P>0,05), podendo estar relacionado aos maiores teores de hemiceluloses presentes no feno produzido a partir da idade de corte 27 dias, que apresentaram uma redução linear em função do aumento da idade de corte representados pela equação $y = -0,0657x + 45,566$ (Tabela 6 do capítulo III), além das maiores digestibilidades das frações fibrosas, que reduziram de forma linear em função do aumento da idade de corte (Capítulo VI).

Equações de regressão para os dados de degradabilidade ruminal da fibra insolúvel em detergente ácido (D5) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função dos tempos de incubação (t).

$$^1 D5 = 72,05 - [82,39 \times \exp^{-(0,0392 \times t)}]$$

$$^2 D5 = 69,16 - [83,12 \times \exp^{-(0,0351 \times t)}]$$

$$^3 D5 = 75,55 - [80,92 \times \exp^{-(0,0143 \times t)}]$$

$$^4 D5 = 62,79 - [64,98 \times \exp^{-(0,0242 \times t)}]$$

Tabela 12 – Valores médios de degradabilidade ruminal das hemiceluloses (DRHEM) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tempo de incubação (h)					
	6	12	24	48	72	96
27	20,37 A	29,41 A	51,31 A	72,44 A	77,24 A	79,15 A
43	13,30 A	26,98 A	41,84 AB	63,47 AB	73,22 A	76,09 AB
73	17,41 A	25,84 A	39,43 B	65,89 A	62,72 B	70,04 AB
84	14,94 A	23,91 A	37,72 B	56,37 B	60,14 B	66,03 B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa entre os fenos obtidos nas diferentes idades de corte para cada tempo de incubação ($P < 0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 14,36%.

A redução na DRHEM com o aumento da idade de corte pode estar relacionada ao aumento das ligações covalentes entre as moléculas de lignina e das hemiceluloses (Van Soest, 1994), refletindo também na DRFDN, pois esse parâmetro está altamente correlacionado com a DRHEM ($r_{DRHEM \times DRFDN} = 0,978$, $p < 0,01$).

Observa-se na tabela 13 que os valores da fração A variaram de 81,79 a 68,22%, ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte. As taxas de degradação (c) das hemiceluloses reduziram com o avançar da idade de corte, variando de 4,06 a 3,26%/hora, associadas ao aumento do tempo de colonização. A medida que envelhecem, as forrageiras apresentam frações fibrosas mais rígidas, devido ao maior acúmulo de lignina, que dificulta o acesso das bactérias às cadeias de hemiceluloses, aumentando o tempo de colonização e reduzindo as taxas de degradação.

Verifica-se uma redução nos valores das DEHEM em função do aumento da taxa de passagem com o avançar da idade de corte (Tabela 13).

Tabela 13 – Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva das hemiceluloses (DEHEM) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	C	LAG	R ²	DEHEM	
					0,02	0,05
27 ¹	81,79	4,06	1:20	0,91	54,80	36,65
43 ²	80,31	3,23	1:41	0,93	49,60	31,52
73 ³	71,77	3,62	1:42	0,87	46,23	30,14
84 ⁴	68,22	3,26	1:59	0,93	42,76	27,68

A - fração potencialmente degradável (%), C - taxa constante de degradação (%/hora), LAG – tempo de colonização (horas:minuto), R² – coeficiente de determinação, DEHEM = degradabilidade efetiva das hemiceluloses (%), considerando-se taxas de passagem pelo rúmen de 2 e 5%/h.

Observa-se que em relação à degradabilidade ruminal da celulose (DRCEL) para o tempo de incubação de 6 horas não houve diferença significativa entre os fenos das diferentes idades avaliadas (P>0,05) (Tabela 14). No tempo de incubação de 12 horas verifica-se que a DRCEL referente ao feno produzido a partir da idade de corte de 27 dias foi superior em relação ao obtido aos 73 dias (P<0,05). Nos tempos de incubação de 24, 48, 72 e 96 horas verifica-se que o feno produzido aos 27 dias apresentou valores da DRCEL superiores aos das idades de corte de 73 e 84 dias (P<0,05). O mesmo comportamento que foi apresentado para a DRFDA referente ao feno colhido aos 73 dias foi observado para a DRCEL, devido ao fato da celulose ser o componente mais importante da fibra insolúvel em detergente ácido.

Equações de regressão para os dados de degradabilidade ruminal das hemiceluloses (D6) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função dos tempos de incubação (t).

$$^1 D6 = 81,79 - [80,69 \times \exp^{-(0,0406 \times t)}]$$

$$^2 D6 = 80,31 - [80,66 \times \exp^{-(0,0323 \times t)}]$$

$$^3 D6 = 71,77 - [69,39 \times \exp^{-(0,0362 \times t)}]$$

$$^4 D6 = 68,22 - [65,16 \times \exp^{-(0,0326 \times t)}]$$

Tabela 14 – Valores médios de degradabilidade ruminal da celulose (DRCEL) em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	Tempo de incubação (h)					
	6	12	24	48	72	96
27	14,39 A	33,31 A	51,68 A	71,59 A	77,54 A	82,55 A
43	4,78 A	24,43 AB	38,26 B	65,30 A	72,38 A	75,72 AB
73	3,03 A	14,20 B	29,47 B	37,95 C	57,60 B	65,76 B
84	8,93 A	21,19 AB	31,16 B	52,87 B	60,24 B	66,02 B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa entre os fenos obtidos nas diferentes idades de corte para cada tempo de incubação e letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença estatística significativa entre os diferentes tempos de incubação para cada feno obtido ($P < 0,05$; SNK). CV(coeficiente de variação) = 17,82%.

A fração A da celulose variou de 86,75 a 71,52% (Tabela 15), ocorrendo o mesmo comportamento descrito para a fração A da fibra insolúvel em detergente ácido, sendo que a menor taxa de degradação (c), o maior tempo de colonização e os menores valores de DECEL foram referentes ao feno obtido aos 73 dias.

Tabela 15 – Parâmetros da degradação potencial ruminal e degradabilidade efetiva da celulose (DECEL) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Idade de corte	A	C	LAG	R ²	DECEL	
					0,02	0,05
27 ¹	82,41	4,42	1:08	0,92	58,49	41,65
43 ²	78,65	3,73	1:17	0,94	51,85	34,67
73 ³	86,75	1,48	3:25	0,74	36,89	19,81
84 ⁴	71,52	2,67	2:09	0,93	44,46	30,33

A - fração potencialmente degradável (%), C - taxa constante de degradação (%/hora), LAG - tempo de colonização (horas:minuto), R² - coeficiente de determinação, DEMS = degradabilidade efetiva da celulose (%), considerando-se taxas de passagem pelo rúmen de 2 e 5%/h.

Equações de regressão para os dados de degradabilidade ruminal da celulose (D7) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias em função dos tempos de incubação (t).

$$^1 D7 = 82,41 - [87,05 \times \exp^{-(0,0442 \times t)}]$$

$$^2 D7 = 78,65 - [90,48 \times \exp^{-(0,0373 \times t)}]$$

$$^3 D7 = 86,75 - [88,41 \times \exp^{-(0,0148 \times t)}]$$

$$^4 D7 = 71,52 - [72,39 \times \exp^{-(0,0267 \times t)}]$$

Segundo Valadares Filho & Pina (2011) os ácidos fenólicos constituintes da lignina parecem limitar a digestão da parede celular devido a ocorrência de ligações cruzadas dos ácidos ferúlico e cumárico. Além disso, quando ocorre a digestão da parede celular, os polissacarídeos são removidos e os compostos fenólicos se acumulam, formando uma camada superficial, protegendo os tecidos subjacentes do ataque microbiano. Pode-se verificar na tabela 6 do capítulo III que ocorre um aumento nos teores de lignina com o aumento da idade de corte, representado pela equação $y = 0,0461x + 1,0958$, podendo este aumento contribuir para a redução da degradabilidade ruminal da FDN, FDA, hemiceluloses e celulose, bem como para com suas respectivas frações potencialmente degradáveis no rúmen, taxas de degradação e com um conseqüente aumento no tempo de colonização do substrato pelos microorganismos ruminais.

5.5 CONCLUSÃO

A partir dos parâmetros ruminais avaliados pela técnica *in situ* recomenda-se o fornecimento dos fenos produzidos a partir das idades de corte de 27 e 43 dias.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock.** supply. 1. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1984. 45p.

ASSIS, M.A.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; *et al.* Degradabilidade *in situ* de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.657-663, 1999.

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

EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 1983. 59p.

FERREIRA, G.D.G.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; *et al.* Composição química e cinética da degradação ruminal de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.2, p. 189-197, 2005.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**. v. 65, n.2, p.63-93, 1995.

LASCANO, C.E., QUIROZ, R. Metodologia para estimar la dinamica de la digestión em ruminantes. In: RUIZ, M.; RUIZ, A. (Ed) **Nutricion de rumiantes: Guia metodológico de investigación**. Alpa Rispal, San José, Costa Rica, p.89-104, 1990.

McDONALD, J. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science (Cambridge)**. v.96, n.1, p.251-252, 1981.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p.193-238.

ØRSKOV, E.R., McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements of feed in weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science (Cambridge)**. v.92, n.2, p.499-503, 1979.

RAMIREZ, M. A. **Valor nutricional do feno de *Brachiaria decumbens* em três idades**. 2011. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO, K.G., GARCIA, R., PEREIRA, O.G., *et al.* Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas

contendo feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.

RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p.29 - 59.

RUSSEL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G., *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SAMPAIO, I.B.M. Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. Reading: University of Reading, 1988. 214p. (Tese, Doutorado em Fisiologia).

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p.265-297.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. v.70, p.3562-3577, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre, Artmed. 2004. 719p.

TOMICH, T.R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de corte**. 2003. Belo Horizonte. 88p. Tese (Doutorado em Zootecnia).

.VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p.161-191.

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

VELASCO, F. O. **Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em três idades**. 2011. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte

CAPÍTULO VI

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DO FENO DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

6.1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo, balanço de nitrogênio e a digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e frações fibrosas em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) colhidos em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias). Foram utilizados vinte ovinos machos castrados com peso médio de 34 Kg. Para análise dos dados foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições (carneiros) por tratamento (idades de corte). Houve comportamento linear para os coeficientes das digestibilidades aparentes da matéria seca ($y = -0,1033x + 64,361$), matéria orgânica ($y = -0,1287x + 68,455$), proteína bruta ($y = -0,1561x + 79,961$), fibra insolúvel em detergente neutro ($y = -0,2204x + 77,408$), fibra insolúvel em detergente ácido ($y = -0,1874x + 77,461$), hemiceluloses ($y = -0,2569x + 77,654$) e celulose ($y = -0,185x + 82,276$) em função das idades de corte ($P < 0,05$). Os parâmetros referentes ao consumo de proteína bruta apresentaram redução linear com o avançar da idade ao corte ($P < 0,05$). O balanço de nitrogênio (Nitrogênio retido / Nitrogênio ingerido) foi positivo para todos os fenos consumidos, não havendo influência das idades de corte ($P > 0,05$). Os consumos de lignina apresentaram aumento linear em função das idades de corte ($P < 0,05$). A partir do consumo e da digestibilidade dos nutrientes para ovinos recomenda-se utilizar os fenos de Tifton 85 produzidos a partir da idade de 27 dias até 43 dias.

Palavras chave: balanço de nitrogênio, *Cynodon*, nutrição, ovinos, ruminantes

6.2 INTRODUÇÃO

A baixa produtividade e a queda na qualidade da forragem, que ocorre principalmente nas espécies tropicais durante a época seca do ano, contribuem para a baixa produtividade da pecuária brasileira nesta época do ano. Diante desta situação, torna-se importante a necessidade de armazenar forragens de alto valor nutricional durante o período chuvoso, buscando forrageiras que apresentem altas produções de matéria seca, alto valor nutritivo e boa relação haste/folha.

O feno pode ser definido como a forragem que sofreu processo de desidratação até atingir o teor de umidade que permite se manter estável nas condições ambientais, sendo recomendável valores de umidade entre 12 a 15%.

O consumo e a digestibilidade das diferentes frações da forragem são influenciados pela idade da planta ao corte, pois com o avanço no estágio de desenvolvimento, as gramíneas apresentam maiores teores de matéria seca, com baixos teores de proteína e de energia disponíveis e, conseqüentemente, altos teores de parede celular (Van Soest, 1994).

Segundo Mertens (1992) para determinar o consumo deve ser considerados as limitações relativas ao animal, o alimento e às condições de alimentação. Quando a densidade energética é elevada (baixa concentração de fibra), em relação às exigências do animal, o consumo é limitado pela demanda energética, não ocorrendo repleção ruminal. Já para dietas de densidade energética baixa, associadas aos elevados teores de fibra, o consumo será limitado pelo enchimento do rúmen-retículo.

O consumo das forrageiras é influenciado em geral pela qualidade e geralmente ocorre correlação positiva entre a digestibilidade da matéria seca e o seu consumo. A composição química e o estágio de maturidade, no qual a forrageira é cortada para armazenamento, são os fatores mais importantes que determinam a digestibilidade do feno (Rosa *et al.*, 1983).

O intervalo entre cortes é um fator de manejo que contribui para determinar a produção e a qualidade da forragem, associada as boas práticas de produção dos volumosos em

condições de conservação, como a fenação. Os cortes realizados a intervalos maiores resultam em maior produção de matéria seca, mas por outro lado, promovem decréscimo acentuado na qualidade. De acordo com Van Soest (1994), o avanço na idade da planta proporciona aumento na lignificação dos tecidos estruturais vegetativos, sendo que esse aumento na lignificação restringe a atuação das enzimas digestivas produzidas pelos microrganismos do rúmen, diminuindo a digestibilidade (Wilkins, 1969). O decréscimo na digestibilidade pode ser explicado pelo acúmulo de hastes e matéria morta e redução na proporção de folhas, as quais apresentam a maior concentração de nutrientes digestíveis (Herrera e Hernandez, 1989).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo, a digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e frações fibrosas, e o balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) colhidos em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias).

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

6.3.1 Material utilizado e processamento

Foram utilizados fenos de Tifton 85 (*Cynodon sp.*) cortados nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias. Os fenos foram produzidos no período de outubro a dezembro de 2007, na Fazenda Santa Helena, localizada no Km 125 da rodovia MG164, no município de Bom Despacho – MG. A área foi demarcada e foi realizado um corte de uniformização rente ao solo, seguido de uma adubação com 420 Kg/ha do adubo 25:00:25 (N:P:K) e a área foi irrigada conforme a necessidade da forrageira (Tabela 1 do capítulo III).

O processo de fenação foi totalmente mecanizado. A gramínea Tifton 85 (*Cynodon sp.*) foi cortada nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias após a uniformização com uma ceifadeira conectada a um trator, durante o período da manhã após a secagem do orvalho. Após o corte, a gramínea foi revirada com o auxílio de um ancinho em intervalos de 3 horas até que a gramínea atingisse o ponto de feno, com um teor de matéria seca variando entre 85 a 90%. Logo após foi enfardado em fardos cúbicos, contendo aproximadamente 30 Kg com

o auxílio de um enfardadeira conectada à um trator. Em seguida, os fardos foram transportados e armazenados em um galpão seco e ventilado, e colocados sobre estrados de madeira. O feno produzido foi transportado para as dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), localizada no município de Belo Horizonte – MG.

O processamento das amostras, e as análises bromatológicas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG de acordo com os procedimentos apresentados no capítulo III.

Os tratamentos avaliados neste experimento foram os fenos produzidos a partir da gramínea Tifton 85 (*Cynodon sp.*) cortados nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias.

6.3.2 Procedimento experimental

O experimento com os animais foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal – LACA - LAMA. Foram utilizados vinte carneiros castrados, deslanados, com peso médio de 34 kg e vermifugados. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental, sendo estes manejados em gaiolas metabólicas, individuais, confeccionadas em cantoneira de ferro, com piso ripado, dispendo de bebedouro e comedouro em aço inoxidável e saleiro de plástico.

Os animais passaram por um período inicial de adaptação às gaiolas e à alimentação de 14 dias, seguido de um período de coleta de amostras de cinco dias. O feno foi moído em picadeira estacionária à 2cm e fornecido em quantidade suficiente para que fosse atendido às condições de manutenção, caracterizando um consumo de 60 a 80g de matéria seca por unidade de tamanho metabólico (UTM), no entanto para os ovinos que consumiram os fenos obtidos a partir das idades de corte de 27 e 43 dias houve a necessidade de restringir o consumo, devido à alta qualidade dos fenos. A água e a mistura mineral comercial foram fornecidas *ad libitum*. Durante o período de coleta, houve diariamente a mensuração da quantidade de feno (oferecido e sobras) e da produção de fezes e urinas de cada animal.

Foram coletados aproximadamente 300g dos fenos produzidos por tratamento por dia. As sobras foram recolhidas diariamente e armazenadas por animal por dia; já para as fezes, estas foram pesadas e recolhidas cerca de 20% do peso total diário; e para a urina houve a mensuração do volume diário produzido por animal, amostrando-se cerca de 10% do volume total. Nos baldes coletores de urina foi adicionado, diariamente, 100 ml de HCl 2N para que não houvesse perda de nitrogênio urinário por volatilização e/ou decomposição.

As diferentes amostras do dia (oferecido, sobras, fezes e urina), após devidamente etiquetadas, foram armazenadas a temperatura de -17 °C. Ao fim do período experimental foram feitas amostras compostas de sobras, fezes e urina, as quais permaneceram estocadas a -17 °C até a devida manipulação para análise laboratorial. Cada amostra composta do oferecido, sobras e fezes foi descongelada sob temperatura ambiente, procedendo-se então o processo de pré-secagem e posteriormente a moagem, em peneira de 1,0 mm, e sua estocagem em frascos de vidro para análises subsequentes.

Foram realizadas as análises de matéria seca em estufa a 105°C, matéria mineral, proteína bruta (AOAC, 1995) e componentes da parede celular pelo método seqüencial (Van Soest, 1991) do oferecido, sobras e fezes. As amostras de urina foram analisadas para determinação dos teores de nitrogênio e proteína bruta pelo método de Kjeldal (AOAC, 1995).

6.3.3 Análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições (carneiros) por tratamento (idade de corte), segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + H_j + e_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = valor referente à observação da repetição i da idade de corte j

μ = média geral

H_j = efeito da idade de corte j ($j = 1, 2, 3, 4$)

e_{ij} = erro aleatório associado à observação

Os valores dos parâmetros analisados foram submetidos à análise de regressão com o auxílio do software SAEG (Euclides, 2005) em função da idade de corte. A decomposição da análise de variância seguiu o esquema apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado.

Fontes de variação	gl.
Total	19
Idades de Corte (tratamentos)	3
Erro	16

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.4.1 Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*)

A composição bromatológica dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote foram apresentados nas tabelas 4, 5 e 6 do capítulo III.

Observa-se (Tabela 2) que não houve diferença significativa para os parâmetros CMN, CMS, CMS-UTM, CMSD e CMSD-UTM ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P > 0,05$), apresentando valores médios de 1284 g/dia, 1126 g/dia, 68,1 g/UTM/dia, 660,1 g/dia e 39,8 g/UTM/dia, respectivamente. Essa semelhança entre os consumos dos fenos obtidos nas diferentes idades de corte pode estar relacionado ao tamanho de partícula dos fenos consumidos, pois todos foram moídos antes de serem fornecidos para os ovinos, evitando assim a seleção do alimento. Além disso, devido a alta qualidade dos fenos obtidos principalmente a partir das idades de corte de 27 e 43 dias houve a necessidade de restringir o consumo para caracterizar condições de consumo para manutenção dos ovinos, fazendo com que os consumos de matéria seca e natural não sofressem influência da idade ao corte.

Tabela 2 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de matéria natural (CMN) em gramas por dia (g/dia), consumo de matéria seca (CMS) em g/dia, consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico (CMS-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) em porcentagem (%), consumo de matéria seca digestível (CMSD) em g/dia e consumo de matéria seca digestível por unidade de tamanho metabólico (CMSD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV	
	27	43	73	84						
CMN	1320	1274	1321	1221	1284	-	-	NS	20,30	
CMS	1149	1112	1162	1079	1126	-	-	NS	20,34	
CMS-UTM	66,7	66,1	70,0	69,6	68,1	-	-	NS	13,44	
DAMS	61,9	59,9	55,2	57,0	58,5	y = -0,1033x + 64,361		0,70	0,02	5,48
CMSD	713,7	667,0	640,4	619,5	660,1	-	-	NS	22,74	
CMSD-UTM	41,3	39,6	38,7	39,7	39,8	-	-	NS	14,12	

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados; x = Idade de corte em dias; CV = coeficiente de variação.

Os valores de digestibilidade aparente da matéria seca ao serem regredidos em função da idade de corte (x) se adequaram melhor ao modelo linear a partir da equação $y = -0.1033x + 64.361$ (Tabela 2). Esse comportamento pode ser explicado a partir da redução da digestibilidade com o avançar da idade de corte decorrentes do aumento linear dos valores de fibra insolúvel em detergente ácido e de lignina com o avançar da idade de corte dos fenos produzidos apresentados no capítulo III. Ataíde Júnior *et al.* (2000) também encontraram efeito linear da idade de corte sobre a DAMS dos fenos de Tifton 85 nas idades de corte 28, 35, 42 e 56 dias.

Já Ribeiro *et al.* (1998) não encontraram diferenças para os coeficientes de digestibilidade aparentes da matéria seca dos fenos de Tifton 85 em função da idade de corte, sendo o valor médio encontrado (70,8%) superior aos deste experimento (Tabela 2). Aguiar *et al.*

(2006) trabalhando com os fenos de gramíneas tropicais encontraram valores de DAMS variando de 56,88 a 49,87%, sendo estes valores inferiores ao valor médio encontrado neste experimento (Tabela 2). Os diferentes valores de digestibilidade aparente da matéria seca podem estar relacionados ao tipo de gramínea utilizada, idade de corte, condições ambientais em que as diferentes forrageiras foram submetidas durante o seu desenvolvimento e características inerentes aos animais utilizados, como idade, raça e espécie.

O valor médio para o consumo na matéria natural foi de 1284 g/dia. Já os valores médios para os consumos na matéria seca foram de 1126 g/dia e de 68,1 em g/UTM/dia (Tabela 2). Esses resultados foram superiores aos encontrados por Faria Júnior (2012), ao avaliar as silagens de Tifton 85 produzidas a partir das idades de corte de 27, 45, 56, 74 e 90 dias, sendo que esse autor encontrou valores médios dos consumos de matéria seca de 1050,55 g/dia e 59,04 g/UTM/dia. Essa diferença pode estar relacionada a inibição do consumo causada devido a fatores relacionados às fermentações indesejáveis na produção das silagens, como alta umidade e baixos níveis de carboidratos solúveis presentes nesta forrageira. Já Ataíde Júnior *et al.* (2000) encontraram efeito quadrático da idade de corte sobre o consumo de matéria seca (g/dia) dos fenos de Tifton 85 e não encontraram efeito da idade de corte sobre o CMS-UTM, com valor médio (52,3g/UTM) inferior ao obtido neste experimento.

Ramirez (2010) avaliando os fenos de *Brachiaria decumbens* produzidos a partir das idades de corte de 56, 84 e 112 dias encontrou para os consumos de matéria seca valores médios de 898,15 g/dia e 61,21 g/UTM, sendo esse valores inferiores aos encontrados neste experimento. A diferença pode estar relacionada principalmente às idades de corte, a espécie da forrageira, proporcionando diferentes proporções das frações fibrosas, sendo essas importantes na regulação do consumo. Rodrigues *et al.* (1998) avaliando o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca dos fenos de Tifton 68 e de Coast – Cross em ovinos também apresentaram valores médios de CMS inferiores (49,45 Kg/UTM) e de DAMS (56,70%) semelhantes aos encontrados para os fenos obtidos nas idades de corte de 73 e 84 dias. Aguiar *et al.* (2006) também encontraram para o CMS-UTM valores inferiores aos deste experimento ao trabalharem com os fenos de diferentes gramíneas

tropicais (milheto, capim sudão, capim elefante, sorgo SF-25 e sorgo IPA-467-4-2) em caprinos machos castrados, cujos valores oscilaram entre 50,98 a 38,06 g/UTM. Ribeiro *et al.* (1998) avaliando o consumo e a digestibilidade aparente da matéria seca em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte (28, 35, 42 e 56 dias) encontraram valores de consumo de matéria seca semelhantes aos deste experimento, com variação de 71,2 a 66,4 g/UTM, sendo que estes valores apresentaram um comportamento quadrático em função da idade de corte. Já Ataíde Júnior *et al.* (2001) avaliando o consumo e a digestibilidade aparente de matéria seca (MS) em novilhos nelore castrados, recebendo rações contendo 60% de feno de capim Tifton 85 com 35, 42 e 56 dias de rebrota e 40% de concentrado na base da matéria seca verificaram que o avanço da idade de rebrota do capim Tifton 85 produziu comportamento linear decrescente para o consumo de matéria seca, com valores entre 8,13 a 7,26 Kg/dia, onde os autores argumentaram que esta redução estava associada ao aumento das proporções de frações fibrosas na dieta.

Os valores médios para os consumos de matéria seca digestível foram de 660,1 em g/dia e 39,8 em g/UTM/dia (Tabela 2). Esses valores foram superiores aos encontrados por Faria Júnior (2012) para as silagens de Tifton 85 (524,37 g/dia e 29,49 g/UTM/dia). Este maior consumo pode estar relacionado à maior palatabilidade dos fenos obtidos em relação às silagens, proporcionado principalmente pelas melhores condições de conservação na forma de feno.

Observa-se na tabela 3 que não houve diferença para os parâmetros CMO, CMOD e CMOD-UTM ($P > 0,05$), apresentando valores médios de 1054 g/dia, 645,0 g/dia e 38,9 g/UTM/dia, respectivamente. Com a alta qualidade dos fenos obtidos principalmente a partir das idades de corte de 27 e 43 dias houve a necessidade de restringir o consumo para caracterizar condições de consumo para manutenção dos ovinos, podendo essa restrição ser responsável pela semelhança entre os consumos de matéria orgânica digestível.

Tabela 3 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de matéria orgânica (CMO) em g/dia, consumo de matéria orgânica por unidade de tamanho metabólico (CMO-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO) em porcentagem (%), consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) em g/dia e consumo de matéria orgânica digestível por unidade de tamanho metabólico (CMOD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CMO	1068	1032	1094	1021	1054	-	-	NS	21,42
CMO-UTM	62,0	61,3	65,9	65,9	63,8	$y = 0,0862x + 58,885$	0,73	0,06	16,94
DAMO	66,0	62,0	57,2	59,4	61,1	$y = -0,1287x + 68,455$	0,70	<0,01	5,63
CMOD	705,5	638,6	626,7	609,1	645,0	-	-	NS	24,27
CMOD-UTM	40,9	38,0	37,7	39,0	38,9	-	-	NS	19,41

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias, CV = coeficiente de variação.

Os valores referentes ao CMO – UTM apresentaram um comportamento linear em função da idade ao corte, representados pela equação $y = 0,0862x + 58,885$ (Tabela 3). Os valores de digestibilidade aparente da matéria orgânica ao serem regredidos em função da idade de corte (x) também se adequaram melhor ao modelo linear a partir da equação $y = -0,1287x + 68,455$, com os valores variando de 66,0 a 59,4% (Tabela 3). Esse comportamento foi semelhante ao obtido para os valores da DAMS dos fenos de Tifton 85 nas diferentes idades de corte (Tabela 2).

Gonçalves *et al.* (2003) avaliando o consumo e a digestibilidade aparente da matéria orgânica do feno de Tifton 85 cortado aos 28, 42, 63 e 84 dias de crescimento em ovinos, também verificaram uma relação linear negativa da digestibilidade aparente da matéria

orgânica em função da idade de corte, com um valor 61,8% aos 28 dias, sendo que este valor foi semelhante ao valor médio de 61,1% (Tabela 3).

Já Ramirez (2010) encontrou valores inferiores aos deste experimento para os consumos de matéria orgânica (882,14 a 787,53 g/dia e 61,03 a 53,98 g/UTM/dia) e digestibilidade aparente da matéria orgânica (58,09 a 48,66%) avaliando os fenos da *Brachiaria decumbens* em três idades de corte. Aguiar *et al.* (2006) encontraram para os diferentes fenos de gramíneas tropicais valores dos CMO-UTM variando de 45,52 a 34,79g/UTM . e de DAMO variando de 60,54 a 52,13%. Os diferentes valores referentes aos consumos de matéria orgânica podem estar relacionados às diferentes palatabilidades entre as forrageiras avaliadas, diferentes níveis das frações fibrosas e de lignina, proporcionando um maior enchimento ruminal e redução da taxa de passagem pelo trato digestivo, com conseqüente redução do consumo. Os diferentes valores obtidos para a DAMO podem estar relacionados às características inerentes às forrageiras avaliadas, como a relação haste/folha associada a idade da planta, pois a maior proporção de hastes pode contribuir por uma redução da digestibilidade, principalmente devido ao aumento dos teores de lignina nos tecidos vegetativos.

6.4.2 Consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta e balanço de nitrogênio dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*)

Observa-se (Tabela 4) que os valores obtidos para os parâmetros CPB, CPB-UTM, DAPB, CPBD e CPBD-UTM dos fenos produzidos em função da idade de corte apresentaram um comportamento linear negativo.

Os valores obtidos para o CPB, CPB-UTM, CPBD, CPBD-UTM dos fenos produzidos nas diferentes idades de corte se ajustaram às equações $y = -1.6184x + 260.44$, $y = -0.0811x + 14.725$, $y = -1.4281x + 202.07$ e $y = -0.0752x + 11.541$, respectivamente. Essa redução dos consumos de proteína bruta em função da idade de corte (Tabela 4) pode estar associada à redução dos teores de proteína bruta apresentados no capítulo III, que apresentaram uma redução linear com avançar da idade de corte ($y = -0.1431x + 23.998$, $R^2 = 0,88$).

Tabela 4 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de proteína bruta (CPB) em g/dia, consumo de proteína bruta por unidade de tamanho metabólico (CPB-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) em porcentagem (%), consumo de proteína bruta digestível (CPBD) em g/dia e consumo de proteína bruta digestível por unidade de tamanho metabólico (CPBD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CPB	226,5	180,3	131,1	136,5	168,3	$y = -1,6184x + 260,44$	0,86	<0,01	21,03
CPB-UTM	13,1	10,7	7,9	8,8	10,1	$y = -0,0811x + 14,725$	0,78	<0,01	13,41
DAPB	77,9	70,0	69,5	67,0	71,1	$y = -0,1561x + 79,961$	0,82	<0,01	5,50
CPBD	176,0	125,1	91,1	91,9	121,0	$y = -1,4281x + 202,07$	0,86	<0,01	22,41
CPBD-UTM	10,2	7,5	5,5	5,9	7,3	$y = -0,0752x + 11,541$	0,81	<0,01	16,08

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias, CV = coeficiente de variação.

No entanto, Ataíde Júnior *et al* (2001) trabalhando com os fenos produzidos com as idades de corte de 35, 42 e 56 dias também verificaram uma redução linear para o consumo de proteína bruta em função da idade de corte. Já Ataíde Júnior *et al* (2000) verificaram um comportamento quadrático para os valores referentes ao CPB dos fenos de Tifton 85 consumidos por ovinos quando a regressão foi feita em função das idades de corte de 28, 35, 42 e 56 dias.

Ribeiro *et al.* (1998) avaliando os consumos e as digestibilidades aparentes da proteína bruta em bovinos alimentados com feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte (28, 35, 42 e 56 dias) encontraram valores de consumo de proteína bruta variando de 0,725 a 0,523 Kg/dia, sendo que estes valores apresentaram um comportamento quadrático em função da idade de corte. Aguiar *et al.* (2006) encontraram para os fenos de gramíneas tropicais

valores do CPB-UTM inferiores aos deste experimento, variando de 5,74 a 2,51 g/UTM. Essas diferenças entre os comportamentos apresentados podem estar relacionadas às perdas de fontes de nitrogênio durante o processo de fenação para os fenos produzidos nas diferentes idades de corte.

Os valores obtidos para a DAPB dos fenos produzidos nas diferentes idades de corte se ajustaram à equação $y = -0.1561x + 79.961$ (Tabela 4). Esse comportamento foi semelhante ao encontrado por Ataíde Júnior *et al* (2000), os quais verificaram um comportamento linear para os valores referentes à DAPB dos fenos de Tifton 85 consumidos por ovinos em função das idades de corte de 28, 35, 42 e 56 dias. Já Rodrigues *et al.* (1998) avaliando a digestibilidade aparente da proteína bruta dos fenos de Tifton 68 e de Coast – Cross em ovinos encontraram um valor médio inferior (55,47%) aos deste trabalho. Essas diferenças entre os valores obtidos para a DAPB podem estar relacionadas aos diferentes níveis de adubação, tipo de solo, condições climáticas e associação de lignina à proteína em função da idade de corte.

Observa-se que não houve diferença significativa para os parâmetros nitrogênio (N) – fecal e N – retido / N ingerido (balanço de nitrogênio) ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P > 0,05$) (Tabela 5), apresentando valores médios de 7,6 g/dia e 29%, respectivamente. As perdas de nitrogênio fecal podem ser influenciadas pela presença de nitrogênio de origem endógena, oriundo principalmente das células da mucosa intestinal. O balanço de nitrogênio foi positivo para os ovinos que consumiram o feno de Tifton 85 obtidos a partir das diferentes idades de corte, indicando que os animais podem ganhar peso ao consumirem os diferentes fenos.

Os valores obtidos para N – ingerido por ovinos a partir do consumo dos fenos obtidos nas diferentes idades de corte se ajustaram à equação $y = -0,2584x + 41,614$, ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte (Tabela 5). Essa redução pode estar relacionada à redução do consumo de proteína bruta com o avançar da idade de corte dos fenos produzidos (Tabela 4).

Tabela 5 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do nitrogênio (N) ingerido, N fecal, N urinário e balanço de nitrogênio (N retido) em gramas por dia, N retido por unidade de tamanho metabólico (N-retido-UTM), em gramas por UTM por dia, e relação N retido / N ingerido (N ret / N ing), em porcentagem (%) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
N – ingerido	36,2	28,8	21,0	21,8	27,0	$y = -0,2584x + 41,614$	0,92	<0,01	21,03
N – fecal	10,8	8,8	6,4	7,1	7,6	-	-	NS	24,97
N – urinário	16,8	13,8	6,5	9,3	11,6	$y = -0,1588x + 20,614$	0,83	<0,01	32,28
N – retido	11,4	6,2	8,0	5,4	7,7	$y = -0,0708x + 11,766$	0,48	0,02	31,86
N-retido-UTM	0,7	0,4	0,5	0,3	0,5	$y = -0,0048x + 0,7484$	0,50	0,01	34,17
N ret / N ing	31,6	22,5	38,3	23,7	29,0	-	-	NS	28,67

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados; x = Idade de corte em dias; CV = Coeficiente de variação.

Os valores obtidos para N – urinário em ovinos que consumiram os fenos produzidos nas diferentes idades de corte se ajustaram à equação $y = -0,1588x + 20,614$, ocorrendo uma redução linear com o avançar da idade de corte (Tabela 5). Já para N – retido e N – retido - UTM em ovinos que consumiram os fenos produzidos nas diferentes idades de corte se ajustaram às equações $y = -0,0708x + 11,766$ e $y = -0,0048x + 0,7484$, respectivamente (Tabela 5). A maior excreção de nitrogênio urinário pode estar relacionada à falta de sincronização na degradação entre fontes protéicas e energéticas no rúmen e à deficiência de energia prontamente disponível na dieta, proporcionando uma maior excreção de nitrogênio, devido à alta absorção de fontes de nitrogênio não protéico via trato gastrointestinal, contribuindo para menor retenção de nitrogênio.

Faria Júnior (2012) avaliando as silagens de Tifton 85 em cinco idades de corte também verificou redução linear para os valores de N – urinário com o avançar da idade de corte, com valores variando de 16,46 a 6,06 g/dia. Segundo este autor um dos fatores que favoreceu a alta excreção urinária de nitrogênio nas silagens produzidas a partir das idades mais jovens foi a alta ingestão de fontes de nitrogênio não protéico oriundo de fermentações indesejáveis que aconteceram durante o armazenamento. Esses valores foram semelhantes aos encontrados neste experimento (Tabela 5), sendo que isso pode ser justificado pelo alto consumo de proteína bruta associado à menor ingestão de fontes de energia.

Segundo Huhtanen *et al.* (2007) para o uso eficiente do nitrogênio da dieta é necessário o sincronismo entre o aporte de energia e nitrogênio no rúmen. Assim para dietas ricas em nitrogênio solúvel seria necessário uma fonte adicional de energia rapidamente fermentável para maximizar o aproveitamento do nitrogênio. Entretanto quando grande quantidade de nitrogênio solúvel chega ao rúmen considerável parte deste pode ser perdida por absorção da amônia pela parede ruminal (até 50%) e ser excretada na urina, pois a velocidade de proteólise ruminal muitas vezes supera a capacidade de fixação desse nitrogênio pela microbiota ruminal. Dessa forma, o balanço de nitrogênio pode ser indicativo do metabolismo protéico animal, e pode predizer qual a eficiência de uso do nitrogênio da dieta.

Ramirez (2010) ao avaliar o feno de *Brachiaria decumbens* nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias encontrou valores inferiores de N – ingerido (10,50 a 5,97g/dia), N – fecal (6,11 a 5,62g/dia), N – urinário (2,41 a 2,10g/dia) aos deste experimento (Tabela 5), sendo que este autor verificou um balanço de nitrogênio negativo para os animais que consumiram o feno produzido a partir da idade de corte de 112 dias, indicando uma mobilização de proteína corporal em condições inadequadas de alimentação.

Já Ribeiro *et al.* (1999) avaliaram o balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com dietas contendo 60% dos fenos de Tifton 85 colhido nas idades de corte de 28, 35, 42 e 56 dias e verificaram comportamento quadrático para os valores de N – ingerido (116,4 a 83,8 g/dia) e N – fezes (46,1 a 38,1 g/dia) com os maiores valores para os fenos colhidos aos 35

dias, e o balanço de nitrogênio médio foi de 30,67 g/dia. Ataíde Júnior *et al.* (2000) não verificaram influência da idade de colheita dos fenos de Tifton 85 sobre o balanço de nitrogênio, apresentando valores médios de 25,15g/dia, 7,10 g/dia e 13,77g/dia respectivamente, para N-ingerido, N – fezes e N – urinário. Estas diferenças podem estar relacionadas principalmente aos teores de proteína bruta dos diferentes alimentos avaliados, associados às proporções das diferentes frações de proteína (solúvel, digestível e indigestível).

6.4.3 Consumo e digestibilidade das frações fibrosas dos fenos de Tifton 85 (*Cynodon spp.*)

Observa-se (Tabela 6) que não houve diferença significativa para os valores referentes ao consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN) em g/dia, consumo de fibra insolúvel em detergente neutro digestível (CFDND) em g/dia e consumo de fibra insolúvel em detergente neutro digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDND-UTM) em g/UTM/dia ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P>0,05$), apresentando valores médios de 857 g/dia, 555,1 g/dia e 33,6 g/UTM/dia, respectivamente. Os valores referentes ao CFDN foram superiores aos encontrados por Ramirez (2010), sendo que este autor relatou uma variação de 828,58 a 758,19 g/dia para o consumo de feno de *Brachiaria decumbens* em diferentes idades de corte. Essa diferença pode estar relacionada à maior degradabilidade ruminal do Tifton 85, ocasionada principalmente pelo maior equilíbrio entre a disponibilidade de fontes de nitrogênio e de energia, resultando em um menor tempo de retenção ruminal e consequente aumento do consumo.

Quando os valores de CFDN foram ajustados para g/UTM/dia ocorreu aumento linear dos valores de CFDN – UTM com o avançar da idade de corte, sendo representado pela equação $y = 0,0832x + 47,179$ ($P<0,05$) (Tabela 6). A medida que as forrageiras desenvolvem, completando o seu ciclo vegetativo, ocorre aumento na participação das frações fibrosas, sendo essas importantes para proporcionar maior sustentação vegetativa.

Tabela 6 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN) em g/dia, consumo de fibra insolúvel em detergente neutro por unidade de tamanho metabólico (CFDN-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN) em porcentagem (%), consumo de fibra insolúvel em detergente neutro digestível (CFDND) em g/dia e consumo de fibra insolúvel em detergente neutro digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDND-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CFDN	852,8	853,8	876,0	845,0	857,0	-	-	NS	20,35
CFDN-UTM	49,5	50,8	52,7	54,6	51,9	$y = 0,0832x + 47,179$	0,99	0,02	13,31
DFDN	71,9	68,5	56,9	62,3	64,9	$y = -0,2204x + 77,408$	0,61	<0,01	5,51
CFDND	614,1	582,2	494,0	530,1	555,1	-	-	NS	21,38
CFDND-UTM	35,5	34,8	30,0	34,0	33,6	-	-	NS	13,36

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados; x = Idade de corte em dias; CV = Coeficiente de variação.

Os valores referentes à DFDN foram ajustados ao modelo de regressão a partir de uma equação linear em função da idade de corte, representada por $y = -0,2204x + 77,408$ (P<0,01) (Tabela 6). Essa redução linear pode estar relacionada a uma redução significativa dos constituintes mais digestíveis da FDN (hemiceluloses) e aumento dos teores de lignina com o avançar da idade de corte, apresentados no capítulo III. Ramirez (2010) encontrou valores da DFDN inferiores ao valor médio encontrado neste experimento (64,9%), cujos valores variaram de 61,3 a 52,8% para os fenos produzidos nas diferentes idades de corte (56, 84 e 112 dias), ocorrendo uma redução com o avançar da idade de corte. A diferença entre os experimentos pode estar relacionada à espécie estudada, idades de corte, e diferentes concentrações dos constituintes da fibra insolúvel em detergente neutro.

Segundo Faria Júnior (2012) a idade de corte da planta no momento da ensilagem não alterou os valores de CFDN (645,83g/dia e 36,23g/UTM) e os CFDND (300,49g/dia e 17,04g/UTM), mas reduziu de modo quadrático o coeficiente de DFDN (g/100gMS) das silagens de Tifton 85 produzidas aos 27, 45, 56, 74 e 90 dias de rebrota, sendo que esses valores foram inferiores aos encontrados neste experimento. Já Ataíde Júnior et (2000) encontraram para o CFDN um efeito quadrático e para a DFDN um efeito linear negativo em função da idade de corte. Já Ribeiro *et al.* (1998) avaliaram o consumo e digestibilidade aparente da FDN em bovinos alimentados com feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte (28, 35, 42 e 56 dias) e encontraram valores de consumo de FDN variando de 3,382 a 3,061 Kg/dia, sendo que estes valores apresentaram um comportamento quadrático em função da idade de corte. Já Castro (2008) avaliando as silagens de capim Tanzânia produzidas a partir do corte em diferentes idades (28 a 74 dias) também verificou uma redução da digestibilidade da FDN com o avançar da idade de corte.

As diferenças relatadas entre os experimentos podem estar associadas às diferenças estruturais da parede celular e a relação haste/folha, limitando a degradação. Além disso, possíveis alterações na composição da lignina ou a alteração da intensidade de associação (tipos de ligação) desta com as hemiceluloses podem estar atuando para levar a redução da digestibilidade. As alterações anatômicas como o espessamento da epiderme, o aumento das proporções de tecidos como o xilema, o esclerênquima, assim como o espessamento da parede celular das células que compõem esses tecidos principalmente nos colmos também podem contribuir para os diferentes valores da DFDN (Paciullo et al., 2001).

Não houve diferença para os valores referentes ao consumo de fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA) em g/dia, consumo de fibra insolúvel em detergente ácido digestível (CFDAD) em g/dia e consumo de fibra insolúvel em detergente ácido digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDAD-UTM) em g/UTM/dia ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P>0,05$), apresentando valores médios de 402,2 g/dia, 267,9 g/dia e 16,2 g/UTM/dia, respectivamente (Tabela 7).

Ramirez (2010) encontrou valores de CFDA variando de 475,87 a 402,67 g/dia, sendo o maior valor referente ao feno obtido aos 84 dias, o qual foi superior ao valor médio encontrado neste experimento (402,2 g/dia).

Pode-se observar na tabela 7 que os valores referentes ao CFDA – UTM se ajustaram à equação $y = 0,0877x + 19,423$, ocorrendo uma redução linear em função da idade de corte ($P < 0,01$).

Os valores referentes à DFDA apresentaram um comportamento linear em função da idade de corte, sendo representados pela equação $y = -0,1874x + 77,461$ ($P < 0,01$) (Tabela 7). A redução linear da DFDA dos fenos produzidos com o avançar da idade de corte pode estar associada ao aumento das concentrações de lignina dos fenos produzidos. Faria Júnior (2012) não encontrou efeito significativo da idade de corte sobre os parâmetros referentes à FDA, encontrando valores médios inferiores aos deste experimento, sendo de 378,07g/dia, 21,27g/UTM, 51,66%, 193,80g/dia e 10,91g/UTM, respectivamente para o CFDA, CFDA-UTM, DFDA, CFDAD e CFDAD-UTM. Essas diferenças podem estar relacionadas ao processo de ensilagem da forrageira.

Já Ramirez (2010) encontrou para a DFDA do feno obtido aos 84 dias de corte da *Brachiaria decumbens* um valor de 56,78%, sendo este inferior ao encontrado neste experimento, considerando a mesma idade de corte.

Tabela 7 – Valores médios do consumo de fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA) em g/dia, consumo de fibra insolúvel em detergente ácido por unidade de tamanho metabólico (CFDA-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade da fibra insolúvel em detergente ácido (DFDA) em porcentagem (%), consumo de fibra insolúvel em detergente ácido digestível (CFDAD) em g/dia e consumo de fibra insolúvel em detergente ácido digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDAD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CFDA	372,8	395,8	420,7	419,4	402,2	-	-	NS	20,41
CFDA-UTM	21,6	23,6	25,3	27,1	24,4	$y = 0,0877x + 19,423$	1	<0,01	13,58
DFDA	73,4	69,0	60,1	64,8	66,8	$y = -0,1874x + 77,461$	0,62	<0,01	7,46
CFDAD	272,7	271,4	253,8	273,7	267,9	-	-	NS	23,14
CFDAD-UTM	15,8	16,3	15,3	17,6	16,2	-	-	NS	14,53

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias; CV = Coeficiente de variação.

Os maiores valores da DHEM referentes aos fenos produzidos a partir do corte em idades mais jovens conferem maior qualidade às frações fibrosas do Tifton 85, pois as hemiceluloses são nutrientes de maior degradação pela microbiota ruminal. Além disso, com o avançar da idade de corte pode ocorrer um aumento no número de interações dessas com compostos fenólicos (por exemplo, a lignina), reduzindo a sua digestibilidade. A redução linear obtida para os valores de DHEM também foi obtida para os parâmetros CHEMD e CHEMD-UTM, a partir das equações $y = -1,6999x + 383,67$ e $y = -0,0736x + 21,524$, respectivamente (Tabela 8). Os valores de DHEM encontrados neste experimento foram semelhantes aos encontrados por Ramirez (2010) (69,14 a 55,98%).

Tabela 8 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de hemiceluloses (CHEM) em g/dia, consumo de hemiceluloses por unidade de tamanho metabólico (CHEM-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade das hemiceluloses (DHEM) em porcentagem (%), consumo de hemiceluloses digestíveis (CHEMD) em g/dia e consumo de hemiceluloses digestíveis por unidade de tamanho metabólico (CHEMD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CHEM	479,9	458,0	455,3	426,0	454,8	-	-	NS	20,44
CHEM-UTM	27,8	27,3	27,4	27,5	27,5	-	-	NS	13,30
DHEM	70,7	68,0	53,8	59,8	63,1	$y = -0,2569x + 77,654$	0,77	<0,01	7,88
CHEMD	341,4	310,7	240,3	256,4	287,2	$y = -1,6999x + 383,67$	0,91	0,01	21,76
CHEMD-UTM	19,7	18,5	14,8	16,4	17,3	$y = -0,0736x + 21,524$	0,78	<0,01	15,04

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias; CV = Coeficiente de variação.

Já Faria Júnior (2012) não encontrou efeito significativo da idade de corte sobre os parâmetros referentes às hemiceluloses, encontrando valores médios inferiores aos deste experimento, sendo 16,13 g/UTM, 42,18%, 119,39g/dia e 6,72g/UTM, respectivamente para o CHEM-UTM, DHEM, CHEMD e CHEMD-UTM, exceto para o CHEM em g/dia que este autor encontrou um efeito cúbico em função da idade de corte.

Observa-se (Tabela 9) que não houve diferença significativa para os valores referentes ao consumo de celulose (CCEL) em g/dia, consumo de celulose digestível (CFDAD) em g/dia e consumo de celulose digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDAD-UTM) em g/UTM/dia ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte (P>0,05), apresentando valores médios de 361,7 g/dia, 259,2 g/dia e 15,7 g/UTM/dia, respectivamente.

Os valores médios apresentados por Ramirez (2010) do CCEL (261,36 g/dia), CCEL-UTM (17,81 g/UTM) e da DCEL (49,97%) foram inferiores aos deste experimento.

Tabela 9 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de celulose (CCEL) em g/dia, consumo de celulose por unidade de tamanho metabólico (CCEL-UTM) em g/UTM por dia, digestibilidade da celulose (DCEL) em porcentagem (%), consumo de celulose digestível (CCELD) em g/dia e consumo de celulose digestível por unidade de tamanho metabólico (CCELD-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CCEL	352,4	356,8	368,9	368,6	361,7	-	-	NS	20,31
CCEL-UTM	20,45	21,24	22,22	23,78	21,9	$y = 0,0522x + 18,959$	0,95	<0,01	13,07
DCEL	77,8	74,5	65,4	69,4	71,8	$y = -0,185x + 82,276$	0,79	<0,01	7,25
CCELD	272,4	265,0	242,0	257,3	259,2	-	-	NS	22,62
CCELD-UTM	15,9	15,8	14,5	16,5	15,7	-	-	NS	14,15

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias; CV = Coeficiente de variação.

Os valores referentes à DCEL apresentaram uma redução linear em função da idade de corte (P<0,01), representada pela equação $y = -0,185x + 82,276$. Essa redução na digestibilidade da celulose pode estar relacionada ao aumento dos teores de lignina em torno das cadeias de celulose, dificultando o acesso dos microorganismos ruminais.

Faria Júnior (2012) não encontrou efeito significativo da idade de corte sobre os parâmetros referentes à celulose, encontrando valores médios inferiores aos deste experimento, sendo de 326,55g/dia, 18,37g/UTM, 61,36%, 198,75g/dia e 11,19g/UTM, respectivamente para o CCEL, CCEL-UTM, DACEL, CCELD e CCELD-UTM.

Os valores referentes ao consumo de lignina (CLIG) em g/dia e do consumo de lignina por unidade de tamanho metabólico (CLIG-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias apresentaram um aumento linear em função da idade de corte, representados pelas equações $y = 0,5197x + 10,985$ e $y = 0,0351x + 0,4847$, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte do consumo de lignina (CLIG) em g/dia e do consumo de lignina por unidade de tamanho metabólico (CLIG-UTM) em g/UTM por dia dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CLIG	20,4	39,0	51,7	50,8	40,5	$y = 0,5197x + 10,985$	0,88	<0,01	21,09
CLIG-UTM	1,2	2,3	3,1	3,3	2,48	$y = 0,0351x + 0,4847$	0,93	<0,01	14,22

R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância; y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte em dias; CV = Coeficiente de variação.

Os maiores consumos de lignina estão relacionados ao maior acúmulo destes compostos que conferem maior rigidez às plantas com o avançar do seu desenvolvimento vegetativo, no entanto, isto reflete em menores coeficientes de digestibilidade das frações fibrosas, como foi verificado nas tabelas 6, 7, 8 e 9.

O valor médio do CLIG (70,34g/dia) encontrado por Ramirez (2010) foi superior aos apresentados na tabela 10. Machado (2010) avaliando os consumos voluntários das silagens de três híbridos de sorgo em três estádios de maturação dos grãos encontrou valores do consumo de lignina variando de 40,80 a 65,38 g/dia. Já Faria Júnior não encontrou efeito significativo da idade de corte sobre os consumos de lignina.

As mudanças estruturais na parede celular, principalmente as mudanças relacionadas aos monômeros (p-hidroxibenzaldeído, vanilina e siringaldeído) que compõem a lignina podem atuar sinergicamente refletindo nas reduções dos valores das digestibilidades das

frações fibrosas apresentados nas tabelas 6, 7, 8 e 9, com o avanço da idade ao corte. A partir do avanço da idade de corte dos fenos obtidos ocorre aumento nos teores de lignina, promovendo ao longo do desenvolvimento vegetativo alterações na sua composição e nos tipos de interações entre os polímeros de lignina com os de hemiceluloses, principalmente (Van Soest, 1994). As reduções nas digestibilidades dos nutrientes dos fenos obtidos neste experimento podem ter sido associadas a essas mudanças.

6.5 CONCLUSÃO

Recomenda-se utilizar os fenos de Tifton 85 produzidos a partir da idade de 27 dias até 43 dias.

6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E.M.; LIMA, G.F.C.; SANTOS, M.V.F.; *et al.* Consumo voluntário e digestibilidade de fenos triturados de gramíneas tropicais em caprinos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.6, p.2219-2225, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.

ATAIDE JUNIOR, J.R.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. 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).

ATAIDE JUNIOR, J.R.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C., *et al.* Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos alimentados com rações à base de feno de capim-Tifton 85, em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p.215-221, 2001.

CASTRO, G.H.F. **Silagem de capim tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzânia)** em diferentes idades. Belo Horizonte, MG: Escola de Veterinário da UFMG. 2008, 125p. (Tese)

EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 2005. 59p.

FARIA JÚNIOR, W.G. **Valor nutricional das silagens do capim Tyfton 85 em diferentes idades**. 2012. 179p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas 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.

HERRERA, R.S.; HERNANDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la bermuda cruzada-1. III. Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteína bruta. **Pastos y Forrajes**, v. 12, n.77, p.77-81, 1989.

HUHTANEN, R., RINNE, M., NOUSIAINEN, J. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry matter intake index. **Animal**, v.1, p. 758 – 770, 2007.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v.29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 1-32.

MACHADO, F. S. **Consumo, digestibilidade aparente, participação de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação**. 2010. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

MORAIS, J.A.S.; SANCHEZ, L.M.B.; KOZLOSKI, G.V. Digestão do feno de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) sob diferentes níveis de consumo em ovinos. **Ciência Rural**, v.37, n.2, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. 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).

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.

RIBEIRO, K.G., GARCIA, R., PEREIRA, O.G. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em dietas contendo feno de Tifton 85 de diferentes idades, em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.119-121.

RIBEIRO, K.G., GARCIA, R., PEREIRA, O.G. *et al.* Balanço de nitrogênio e fluxo de compostos nitrogenados no abomaso em bovinos recebendo dietas com feno de Tifton 85 de diferentes idades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. Botucatu. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p.272-274.

ROSA, B.; ROCHA, G.P.; SILVA, H.L. Consumo voluntário e digestibilidade aparente do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf e *Brachiaria ruziziensis* Germain e Everard em diferentes idades de corte. **An. Esc. Agron. E Vet.**, Goiânia. V. 13, p. 5-27, 1983.

RODRIGUES, P.H.M.; RODRIGUES, R.R.; FERNANDES, J.I.M.; *et al.* Digestibilidade aparente com ovinos de duas gramíneas do gênero *Cynodon* [*Cynodon dactylon* (L.) Pers].

In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998.
Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.119-121.

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

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

WILKINS, R.J. The potencial digestibility of cellulose in forage and faeces. **Journal Agriculture Science**, Cambridge, v. 73, p. 57-64, 1969.

CAPÍTULO VII

BIOENERGÉTICA EM OVINOS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

7.1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a bioenergética em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias). Utilizou-se a metodologia da calorimetria indireta para a mensuração das perdas de energia, e para a determinação da energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). Foram utilizados 20 carneiros castrados com peso médio de 34 kg. A mensuração das trocas gasosas foi realizada com o auxílio de câmara respirométrica durante 24 horas por animal. O delineamento experimental utilizado para a avaliação estatística das variáveis foi inteiramente casualizado utilizando 5 carneiros (repetição) por tratamento (quatro idades de corte) e as médias dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de regressão. Os valores referentes ao consumo de matéria seca se adequaram ao modelo de regressão linear ($y = 0,0677x + 64,257$) e os referentes ao consumo de energia bruta ao modelo cúbico ($y = -0,0015x^3 + 0,2406x^2 - 11,635x + 439,3$) em função da idade de corte. As perdas de energia na urina e na forma de metano por ovinos não foram influenciadas pela idade de corte ($P > 0,05$). Os valores referentes aos parâmetros incremento calórico (IC) em Kcal/UTM e % da energia bruta consumida se adequaram ao modelo de regressão linear em função da idade de corte, com valores entre 25,1 a 48,2 Kcal/UTM e 9,2 a 18,2%, respectivamente ($P < 0,05$). O balanço energético foi positivo para todas as idades avaliadas. Não houve efeito significativo da idade de corte sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta e metabolizabilidade (Q_m), apresentando valores médios de 56,35% e 0,48, respectivamente. A eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (K_m) apresentou comportamento linear em função da idade de corte, representado pela equação $y = 0,0034x + 0,5202$. Os valores de energia bruta, digestível, metabolizável e líquida não foram influenciados pela idade de corte, apresentando valores médios de 4,08, 2,29, 1,97 e 1,43 Mcal/Kg de matéria seca consumida, respectivamente ($P > 0,05$). Para os valores referentes à produção de CO_2 , consumo de O_2 e incremento

calórico, houve comportamento linear em função da idade de corte ($P < 0,05$). Os parâmetros relacionados à produção de metano não foram influenciados pelo consumo dos fenos de Tifton 85 produzidos a partir das diferentes idades de corte ($P > 0,05$). Conclui-se que os fenos produzidos nas diferentes idades de corte do Tifton 85 atendem às exigências energéticas de manutenção para ovinos e o avanço da idade de corte dos fenos de Tifton 85 proporcionou menores perdas de energia na forma de incremento calórico.

Palavras chave: metano, nutrição, partição energética, respirometria, ruminantes

7.2 INTRODUÇÃO

As pastagens tropicais produzem forragens adequadamente durante a estação chuvosa. No entanto, no período restante, o produtor deve buscar alternativas para suprir a baixa disponibilidade de forragens, o que dificulta a viabilidade econômica da atividade pecuária e impede que o potencial de produção das plantas forrageiras seja aproveitado ao longo de todo o ano.

Esse fato determina uma crescente busca por processos de conservação de forragens como forma de garantir o fornecimento constante de alimentos aos animais, sendo que o processo de fenação constitui uma das alternativas ao problema da sazonalidade das plantas forrageiras, permitindo que o excedente produzido em pastagens ou em áreas exclusivas de cultivo possa ser armazenado e utilizado na alimentação dos animais em épocas de escassez.

As gramíneas tropicais, entre elas o Tifton 85 (*Cynodon spp.*), são plantas eficientes no processo fotossintético, acumulando grandes quantidades de biomassa, de forma muito rápida. Por outro lado, esse rápido crescimento vem acompanhado de rápido amadurecimento, com queda precoce do valor nutritivo da forragem produzida, sendo importante determinar a melhor idade de corte das forrageiras, buscando um melhor valor nutricional.

Em condições normais de alimentação, o aporte de energia limita o desempenho dos ruminantes, sendo importante a realização de trabalhos relacionados às exigências do animal e à disponibilidade energética dos alimentos.

A energia líquida (EL) constitui a fração da energia ingerida disponível para o animal e pode ser utilizada para atividades de manutenção e produção (crescimento corporal, reprodução e produção de leite), sendo que essa é determinada pelos valores de energia bruta consumida pelo animal, subtraída dos valores de energia das fezes, urina, gases da digestão e incremento calórico.

A produção de metano (CH_4) é parte do processo digestivo dos herbívoros ruminantes e ocorre no rúmen. A fermentação que ocorre durante o metabolismo dos carboidratos do vegetal ingerido é um processo anaeróbio realizado pela população microbiana ruminal, que converte os carboidratos celulósicos em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácidos acético, propiônico e butírico, sendo que durante a produção destes ácidos graxos ocorre indiretamente a produção de metano, a partir dos substratos H_2 e CO_2 gerados pelas bactérias celulolíticas (Primavesi *et al.*, 2004). No entanto essa produção de metano pode sofrer influência do estágio vegetativo (idade de corte) das forrageiras, devido às diferentes concentrações das frações fibrosas e suas respectivas digestibilidades, podendo ocorrer maiores produções a partir do consumo de plantas com estágio vegetativo mais avançado.

Objetivou-se avaliar a bioenergética em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 em quatro idades de corte (27, 43, 73 e 84 dias).

7.3 MATERIAL E MÉTODOS

7.3.1 Material utilizado, processamento e análises

Foram utilizados fenos produzidos a partir da gramínea Tifton 85 (*Cynodon sp.*) cortados nas idades de 27, 43, 73 e 84 dias. Os fenos foram obtidos no período de outubro de 2007 a dezembro de 2007 na Fazenda Santa Helena, localizada no Km 125 da rodovia MG164, no município de Bom Despacho – MG. Após a demarcação da área foi realizado um corte de

uniformização rente ao solo, e adubação com 420 Kg/ha de 25:00:25 (N:P:K) e sendo que área era irrigada conforme a necessidade (Tabela 1 do capítulo III).

O processo de fenação foi totalmente mecanizado, conforme descrito no material e métodos do experimento apresentado no capítulo VI. O feno produzido foi transportado para o Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), localizada no município de Belo Horizonte – MG.

O processamento das amostras, e as análises bromatológicas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG de acordo com os procedimentos apresentados no capítulo III.

7.3.2 Procedimento experimental

O experimento com animais foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LACA-LAMA). Foram utilizados neste experimento vinte carneiros castrados com peso médio de ± 34 kg e vermifugados. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental, sendo estes manejados em gaiolas metabólicas, individuais, confeccionadas em cantoneira de ferro, com piso ripado, dispendo de bebedouro e comedouro em aço inoxidável e saleiro de plástico. Após o experimento de consumo e digestibilidade aparente os animais foram transferidos individualmente para uma câmara respirométrica por um período de 24 horas para mensurar a troca gasosa e estimar a produção de calor, visando obter-se a energia líquida da dieta.

Durante o período de permanência na câmara respirométrica, os animais continuaram recebendo as dietas avaliadas, água e sal mineral. Após a retirada dos animais foram mensurados os consumos alimentares a partir da diferença entre os oferecidos e as sobras, e o volume de urina produzido. Após o período de avaliação com os animais alimentados, devido ao fato do grupo de animais ser bastante homogêneo, somente um animal, representando o carneiro médio de cada tratamento foi repassado na câmara em condições

de jejum prévio de 48 horas, para caracterizar estado pós absorptivo, obtendo-se assim os valores basais de produção de calor.

Foram realizadas as análises de matéria seca em estufa a 105°C, matéria mineral, proteína bruta (AOAC, 1995), componentes da parede celular pelo método seqüencial (Van Soest, 1991) e energia bruta (EB) por combustão em bomba calorimétrica adiabática (AOAC, 1995) para as amostras do oferecido, sobras e fezes. As amostras de urina foram analisadas para determinação dos teores de energia bruta, nitrogênio e proteína bruta seguindo as metodologias já mencionadas.

Os pesos diários das dietas oferecidas e das sobras, registrados durante o ensaio de digestibilidade aparente (Capítulo VI) e os resultados das análises laboratoriais foram utilizados para o cálculo dos consumos de energia bruta, digestível, metabolizável e líquida, segundo a equação:

$$\text{Consumo} = [(\text{Kg OF} \times \% \text{OF})/100] - [(\text{KgSB} \times \% \text{SB})]/100$$

Em que: KgOF = quantidade de dieta oferecida, em Kg de MS; %OF = energia da dieta oferecida, em % da MS; KgSO = quantidade de sobras retiradas, em Kg de MS; %SO = concentração de energia nas sobras, em % de MS.

Para o procedimento de calorimetria indireta foi utilizada a metodologia descrita por Rodriguez *et al.* (2007) e o cálculo da produção de calor foi realizado de acordo com a equação de Brouwer (1965):

$$H \text{ (kj)} = 16,18 \times O_2 \text{ (l)} + 5,02 \times CO_2 \text{ (l)} - 5,88 \times N_u \text{ (g)} - 2,17 \times CH_4 \text{ (l)},$$

Em que: H é a produção de calor, O₂ é volume de O₂ consumido pelo animal em litros, CO₂ é volume de CO₂ produzido pelo animal em litros, CH₄ é volume de CH₄ produzido pelo animal em litros, N_u é o nitrogênio urinário em gramas excretado na urina dos animais. Para a transformação dos dados em calorias utilizou-se como referência o valor de um joule correspondente a 0,239 calorias.

O coeficiente respiratório (CR) foi calculado como sendo a razão entre CO₂ produzido (L) e O₂ consumido (L):

$$CR = \frac{\text{CO}_2 \text{ (L) produzido}}{\text{O}_2 \text{ (L) consumido}}$$

Os valores de energia digestível (ED) foram obtidos pela diferença entre a EB dos alimentos, das sobras no cocho e da produção fecal. Os valores de energia metabolizável (EM) foram obtidos a partir da diferença entre energia digestível e perdas de energia na forma de metano e urina, sendo que a energia perdida na forma de metano foi calculada considerando o valor de 13,334 Kcal/grama de metano e a densidade de 0,7143 gramas/litro de metano produzido pelos animais.

O incremento calórico do alimento (IC) foi calculado pela seguinte fórmula:

$$IC = PCA - PCJ$$

Em que: PCA = produção de calor total do animal alimentado e PCJ = produção de calor total do animal em jejum.

Os valores de energia líquida (EL) foram obtidos a partir da diferença entre EM e a perda de energia pelo IC. O valor de metabolizabilidade da energia bruta (qm) foram determinados a partir da seguinte fórmula, de acordo com AFRC (1993):

$$qm = \frac{CEM \times 100}{CEB}$$

Em que: CEM = consumo de energia metabolizável (Kcal/dia) e CEB = consumo de energia bruta (Kcal/dia).

O valor de eficiência de utilização da energia metabolizável (Km) foi obtido a partir da seguinte fórmula, de acordo com AFRC (1993):

$$Km = \frac{EL \times 100}{EM}$$

em que: EL = Energia líquida (Kcal/g de MS) e EM = Energia metabolizável (Kcal/g de MS) dos tratamentos analisados.

Para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta foram utilizados os dados de consumo e produção fecal, conforme metodologia utilizada por Maynard *et al.* (1984), segundo a equação:

$$DAEB = \frac{OF - SB - FZ}{OF - SB} \times 100$$

Onde: OF = [quantidade de alimento oferecido (Kg de MS)] x [teor de EB no oferecido (% da MS)]/100; SB = [quantidade de sobras retiradas (Kg de MS)] x [teor de EB nas sobras (% da MS)]/100; FZ = [quantidade de fezes coletadas (Kg de MS)] x [teor de EB nas fezes (% da MS)]/100.

7.3.3 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado para a avaliação estatística das variáveis foi inteiramente casualizado utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{jk} = \mu + G_j + e_{jk}$$

Em que, Y_{jk} = observação "k" na idade de corte "j"; μ = média geral; G_j = efeito da idade de corte "j", (j = 1, 2, 3, 4,); e_{ij} = erro experimental.

Os dados obtidos foram submetidos à análise variância com o auxílio do software SAEG (Euclides, 2005), sendo que as médias dos tratamentos foram submetidas ao modelo de regressão em função da idade de corte ao nível de significância de 5% e foram determinados os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas (Anexo 4). A decomposição da análise de variância seguiu o esquema apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado.

Fontes de variação	gl.
Total	19
Idades de Corte (tratamentos)	3
Erro	16

7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias de rebrote foram apresentados nas tabelas 4, 5 e 6 do capítulo III.

Segundo o AFRC (1993) o consumo de matéria seca deve ser parcialmente limitado seguindo as condições de manutenção pois, os teores das diferentes partições de energia (digestível, metabolizável, líquida) variam em função do nível de alimentação. A razão disso é que a medida que se aumenta o nível de consumo, altera-se a dinâmica da fermentação ruminal e a velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, aumentando-se as perdas de energia nas fezes, comprometendo o balanço energético final em função da dieta recebida pelos animais.

Observa-se (Tabela 2) que não houve diferença significativa para os valores referentes ao consumo de energia digestível (CED), consumo de energia metabolizável (CEM) e consumo de energia líquida (CEL) por ovinos para os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P > 0,05$), apresentando valores médios de 155,6, 138,1 e 101,9 Kcal/UTM, respectivamente.

Tabela 2 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte para consumo de matéria (CMS) em gramas / unidade de tamanho metabólico (UTM), consumo de energia bruta (CEB), consumo de energia digestível (CED), consumo de energia metabolizável (CEM) e consumo de energia líquida (CEL) em Kcal / UTM por ovinos dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
CMS	66,7	66,1	70,0	69,6	68,1	$y = 0,0677x + 64,257$	0,82	0,13	6,38
CEB	271,2	265,3	292,0	275,8	276,1	$y = -0,0015x^3 + 0,2406x^2 - 11,635x + 439,3$	1	0,04	5,67
CED	164,8	148,3	157,6	151,5	155,6	-	-	NS	15,06
CEM	142,0	140,8	134,7	135,0	138,1	-	-	NS	34,52
CEL	94,7	95,6	107,9	109,4	101,9	-	-	NS	46,87

ER = Equação de regressão; R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância pelo teste SNK; y = Parâmetros avaliados; x = Idade de corte; CV = Coeficiente de variação.

Observa-se (Tabela 2) que os valores referentes ao CMS se adequaram ao modelo de regressão linear em função da idade de corte a partir da equação $y = 0,0677x + 64,257$, sendo que os valores do CMS variaram de 70,0 a 66,1g/UTM, apresentando um valor médio de 68,1 g/UTM, no entanto no presente trabalho os animais foram submetidos às condições de manutenção. Ramirez (2011) e Velasco (2011) encontraram valores para o CMS semelhantes aos deste experimento, variando de 57,6 a 65,6 g/UTM e de 67,73 a 74,79 g/UTM, respectivamente. Essa semelhança pode estar relacionada aos teores de lignina e valores de digestibilidade da matéria seca semelhantes entre essas gramíneas, proporcionando um período de retenção ruminal e consumo de matéria seca semelhantes.

Os valores referentes ao CEB se adequaram ao modelo de regressão cúbico em função da idade de corte a partir da equação $y = -0,0015x^3 + 0,2406x^2 - 11,635x + 439,3$, sendo que os valores variaram de 292,0 a 271,2 Kcal/UTM (Tabela 2). Faria Júnior (2012)

trabalhando com silagens de Tifton 85 nas idades de corte de 27, 45, 56, 74 e 90 dias não encontrou efeito significativo da idade de corte sobre o CEB, sendo que o valor médio encontrado por este autor (299,72 Kcal/UTM/dia) foi superior ao encontrado neste experimento, podendo estar relacionado a maior disponibilidade dos nutrientes após fermentação da silagem ou ao maior consumo de matéria seca.

Já Machado (2010) avaliando três híbridos de sorgo em três estádios de maturação encontrou valores para o CEB inferiores ao deste experimento, variando de 192,94 a 248,31 Kcal/UTM/dia, podendo estar relacionado ao menor consumo de matéria seca obtido neste experimento, resultando em menor consumo de energia bruta.

Ramirez (2011) avaliando fenos de *Brachiaria decumbens* nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias não encontrou diferenças significativas a partir das diferentes idades para o CEB, sendo os valores semelhantes aos deste experimento, exceto para o feno obtido aos 112 dias que apresentou valor inferior (249,8 Kcal/UTM/dia). Velasco (2011) trabalhando com *Brachiaria decumbens* verde nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias não encontrou diferença significativa para o CEB nas diferentes idades analisadas, com valores entre 279,04 a 302,19 Kcal/UTM/dia. Castro (2008) relatou valores do CEB variando de 261,81 a 302,19 Kcal/UTM/dia para silagem de capim Tanzânia nas idades de corte de 42, 63, 84 e 107 dias.

Segundo Minson (1990), quando se considera o estágio de desenvolvimento das plantas, verifica-se que à medida que crescem, as plantas forrageiras diminuem a densidade e a proporção de folhas e aumentam a proporção de caule, ou seja, ocorre elevação dos teores de compostos estruturais (parede celular), tais como celulose, hemiceluloses e lignina e, paralelamente, a diminuição do conteúdo celular, desfavorecendo o consumo e a digestibilidade, reduzindo o consumo de energia e alterando o balanço de energia.

Para os valores do CED houve uma variação de 164,8 a 151,5 Kcal/UTM, com valor médio de 155,5 Kcal/UTM (Tabela 2). As diferenças entre os CED estão associadas às diferenças das concentrações dos nutrientes eliminados nas fezes, decorrentes de fatores como o tipo de processamento, estágio de maturação e espécie da forrageira.

Em relação aos valores do CEM, houve uma variação de 164,8 a 151,5 Kcal/UTM, com valor médio de 138,1 (Tabela 2). O CEM do alimento está relacionado às perdas de energia na forma de metano e urina, sendo que maiores perdas na forma de CH₄ podem estar relacionado, principalmente ao consumo de alimentos mais fibrosos, como por exemplo os fenos produzidos a partir de um estágio vegetativo mais avançado.

Faria Júnior (2012) encontrou valores inferiores aos deste experimento para o CED e CEM, sendo os valores médios relatados de 146,30 e 126,27 Kcal/UTM, respectivamente. Esses menores valores podem estar relacionados às perdas energéticas que ocorrem durante o período de fermentação das silagens avaliadas por Faria Júnior (2012). Castro (2008) encontrou diferença significativa para os valores do CED e CEM para a silagem obtida aos 107 dias em relação às das obtidas aos 42 e 63 dias, sendo que os valores relatados foram inferiores aos encontrados neste experimento, podendo estar relacionadas às perdas energéticas oriundas do processo de fermentação.

Segundo Machado (2010), os CED são determinados não apenas pelo consumo de matéria seca e densidade energética do alimento, mas também pela extensão da perda de energia nas fezes. Isso possivelmente justifica a menor correlação encontrada neste experimento entre o CMS e CED ($r_{CMS \times CED} = 0,324$; $P < 0,1$) quando comparada a correlação entre CMS e CEB ($r_{CMS \times CEB} = 0,844$; $P < 0,01$), devendo ser considerado os fatores que interferem na digestibilidade dos nutrientes consumidos.

Em relação aos valores do CEL não houve diferença significativa com o avançar da idade de corte, variando de 94,7 a 109,4 Kcal/UTM, com o valor médio de 101,9 ($P > 0,05$). Esperava-se maior consumo de energia líquida para os fenos obtidos nas idades mais jovens, porém isto não foi observado. Este fato pode estar relacionado à relação inadequada entre fontes de energia e proteína com tempos de degradação semelhantes, pois verificou-se que para os fenos colhidos mais novos houve maiores teores de nitrogênio excretados na urina ($P < 0,05$), e é sabido que a metabolização do nitrogênio proporciona perdas de energia na forma de calor.

Castro (2008) e Faria Júnior (2012) relataram o aumento nos valores do CEL com o avançar da idade de corte, sendo que Faria Júnior (2012) observou comportamento linear ascendente dos valores do CEL com o avançar da idade de corte. Já Ramirez (2011) encontrou valor médio para o CEL de 84,8 Kcal/UTM trabalhando com o feno de *Brachiaria decumbens*, sendo este valor inferior ao deste experimento. Velasco (2011) trabalhando com *Brachiaria decumbens* verde encontrou valor médio para o CEL (124,36 Kcal/UTM) superior ao deste trabalho. Os efeitos do estágio de maturação da planta sobre os níveis de consumo de energia líquida são bastante variáveis conforme a forrageira e as condições de armazenamento de acordo os trabalhos apresentados acima.

Observa-se (Tabela 3) que não houve diferença significativa para os valores referentes às perdas da energia bruta nas fezes (FEZ) em % da energia bruta consumida, na urina (URI) e na forma de metano (CH₄) em Kcal/UTM/dia e % da energia bruta consumida, e balanço de energia (BEN) em Kcal/dia e Kcal/UTM/dia em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P > 0,05$), apresentando valores médios de 43,65%, 6,37Kcal/UTM/dia, 2,32%, 19,77Kcal/UTM/dia, 7,15%, 1534 Kcal/dia e 92,4 Kcal/UTM/dia, respectivamente.

Observa-se (Tabela 3) que os valores referentes aos parâmetros IC em Kcal/UTM e % da energia bruta consumida se adequaram ao modelo de regressão linear em função da idade de corte, sendo representados pelas equações $y = -0,4639x + 63,303$ e $y = -0,1817x + 23,934$, respectivamente ($P < 0,05$). Os valores referentes às perdas de energia na forma de incremento calórico variaram de 25,1 a 48,2 Kcal/UTM e 9,2 a 18,2%, respectivamente, apresentando valores médios de 37 Kcal/UTM e 13,6%.

Tabela 3 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da partição percentual (%) e em Kcal / UTM/dia das perdas da energia bruta nas fezes (FEZ), na urina (URI), na forma de metano (CH₄) e de incremento calórico (IC), e o balanço de energia (BEN) (Kcal/dia e Kcal/ UTM/dia) em relação à energia bruta consumida por ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
FEZ (Kcal/UTM/dia)	106,4	117,0	134,4	124,3	120,5	$y = 0,383x + 98,787$	0,07	0,73	17,05
FEZ (%)	39,2	44,4	46,0	45,0	43,65	-	-	NS	17,29
URI (Kcal/UTM/dia)	6,6	7,4	6,2	5,3	6,37	-	-	NS	39,16
URI (%)	2,4	2,8	2,2	1,9	2,32	-	-	NS	40,56
CH₄ (Kcal/UTM/dia)	20,2	18,9	20,5	19,5	19,77	-	-	NS	9,16
CH₄ (%)	7,4	7,1	7,0	7,1	7,15	-	-	NS	6,53
IC (Kcal/UTM/dia)	47,8	48,2	26,8	25,1	37,0	$y = -0,4639x + 63,303$	0,92	0,02	48,86
IC (%)	17,8	18,2	9,3	9,2	13,6	$y = -0,1817x + 23,934$	0,90	0,01	50,50
BEN (Kcal/dia)	1567	1341	1677	1630	1534	-	-	NS	51,23
BEN (Kcal/UTM/dia)	90,3	73,8	104,1	101,6	92,4	-	-	NS	39,06

ER = Equação de regressão; R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância pelo teste SNK; NS = Não significativo, y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte; CV = Coeficiente de variação.

Já Machado (2010) relatou perdas de energia na forma de incremento calórico semelhantes às deste experimento, variando de 19,34 Kcal/UTM/dia a 41,70 Kcal/UTM/dia, e Ramirez (2011) encontrou maior perda na forma de incremento calórico (IC) para os ovinos que consumiram o feno produzido a partir da idade de corte de 56 dias (47,7 Kcal/UTM/dia), sendo este o menor estágio vegetativo avaliado por Ramirez (2010).

A maior excreção de nitrogênio urinário pode ser um dos fatores que contribuem para as maiores perdas de energia na forma de IC para os fenos obtidos nas idades mais jovens, pois durante a metabolização de nitrogênio amoniacal em uréia ocorre alto desprendimento energético na forma de calor. Além disso, o calor de fermentação do alimento no trato gastrointestinal representa também uma fração das perdas de energia na forma de incremento calórico, podendo essas perdas estarem relacionadas à maior degradação dos nutrientes dos fenos obtidos nas idades mais jovens.

O menor incremento calórico obtido a partir dos ovinos que consumiram os fenos obtidos a partir das idades de corte de 73 e 84 dias pode estar relacionado ao período de jejum reduzido, pois ovinos que consumiram estes fenos necessitariam de mais tempo para digerir este volumoso, resultando em menor produção de calor em condições de jejum.

As perdas de energia bruta (PEB) nas fezes em Kcal/UTM/dia por ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 nas diferentes idades de corte apresentaram uma tendência ao comportamento linear ($P=0,07$), representados pela equação $y = 0,383x + 98,787$ (Tabela 3). Os valores variaram de 106,4 a 134,4 Kcal/UTM, apresentando valor médio de 120,52 Kcal/UTM (Tabela 3). Pode-se observar que as maiores tendências de perdas de energia bruta (PEB) nas fezes referentes às idades de corte de 73 e 84 dias, podem estar relacionadas aos menores coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes encontrados para essas idades de corte. No capítulo VI pode-se observar que os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 em função das diferentes idades de corte apresentaram redução linear com o avançar da idade de corte ($y = -0,1033x + 64,361$) ($P<0,05$). Faria Júnior (2012) relatou PEB nas fezes variando 141,52 a 160,56 Kcal/UTM/dia, sendo que esses valores apresentaram um comportamento quadrático em função da idade de corte das silagens de

Tifton 85. Já Machado (2010) relatou valores das PEB nas fezes variando 88,73 a 121,82 Kcal/UTM/dia, sendo estes valores semelhantes aos deste experimento. As PEB nas fezes apresentaram correlação alta e negativa com a digestibilidade aparente da energia bruta ($r_{PEBF \times DAEB} = -0,929, P < 0,01$).

As perdas de energia bruta na urina apresentaram valores médios de 6,37 Kcal/UTM e 2,32% em função da idade de corte (Tabela 3). As maiores tendências de perdas de energia bruta a partir da excreção de nutrientes via urina foi verificada para os fenos obtidos nas idades de corte de 27 e 43 dias ($P > 0,05$), podendo estar relacionado principalmente às maiores perdas de nitrogênio urinário devido aos maiores teores de proteína bruta para os fenos obtidos nas idades mais jovens. No capítulo VI observou-se uma redução linear para os valores referentes à porcentagem de nitrogênio urinário excretado em função da idade de corte, representados pela equação $y = -0,1588x + 20,614$. Faria Júnior (2012) encontrou perdas de energia na forma de urina semelhantes às deste experimento, com valores médios de 7,07 Kcal/UTM/dia. Essa perda de energia encontrada por Faria Júnior (2012) pode estar relacionada ao consumo de fontes de nitrogênio mais solúveis, levando à maior liberação de nitrogênio urinário pelos ovinos ao consumirem as silagens de Tifton 85 produzidas a partir das diferentes idades de corte.

Já Velasco (2011) encontrou valores de perdas de energia na forma de urina por ovinos ao consumirem *Brachiaria decumbens* verde aos 84 e 112 dias de 1,85 e 1,50 Kcal/UTM/dia, respectivamente. Esses valores são menores que os deste experimento, podendo estar relacionados às menores excreções de nitrogênio urinário, decorrentes principalmente do menor consumo de proteína bruta da *Brachiaria decumbens* verde.

Já para as perdas de energia bruta (PEB) na forma de CH₄ os valores variaram de 20,5 a 18,9 Kcal/UTM e 7,4 a 7,1% da energia bruta consumida em função da idade de corte (Tabela 3). As PEB na forma CH₄ estão correlacionadas ao CEB ($r_{PEBCH_4 \times CEB} = 0,709, p < 0,01$), ou seja, quanto maior for a suplementação energética maior será a produção de CH₄ para animais que estão consumindo forragens. As maiores perdas de energia bruta na forma de CH₄ em Kcal/UTM podem estar relacionadas a maior atuação das bactérias celulolíticas na degradação de uma maior proporção das frações fibrosas, ocorrendo maior

liberação de H^+ e CO_2 no ambiente ruminal, oriundos da produção de acetato. A maior proporção de H^+ e CO_2 no ambiente ruminal favorece a síntese de CH_4 pelas Archaea metanogênicas.

O valor médio de PEB na forma de CH_4 foi superior aos valores médios encontrados por Ramirez (2011), Velasco (2011) e Faria Júnior (2012), sendo de 16,03, 15,42 e 12,95 Kcal/UTM/dia, respectivamente. Segundo Owens & Goetsch (1988) dietas que possuem grande participação de volumosos podem representar perdas energéticas que variam de 6 a 18%, sendo que as perdas encontradas neste experimento corresponderam a 7,15% em relação à energia bruta consumida.

O balanço energético variou de 1676,9 a 1340,7 Kcal/dia e 104,1 a 73,8 Kcal/UTM/dia, com valores médios de 1533,5 Kcal/dia e 92,45 Kcal/UTM/dia (Tabela 3), sendo positivo para todas as idades de corte, indicando que os fenos produzidos atenderam às exigências energéticas de manutenção dos ovinos utilizados neste experimento. O balanço de energia relatado por Ramirez (2010) foi inferior aos encontrados neste experimento, variando 308,98 a 33,85 Kcal/dia e 21,0 a 1,8 Kcal/UTM/dia. Este menor balanço energético pode estar relacionado ao tipo de forrageira avaliada e ao estágio vegetativo, pois o menor valor encontrado por Ramirez (2011) foi referente ao feno de *Brachiaria decumbens* colhido aos 112 dias. No entanto, observa-se que os fenos de Tifton 85 produzidos a partir das diferentes idades de corte são melhores em relação aos fenos de *Brachiaria decumbens* obtidos por Ramirez (2011) quando se verifica o balanço energético dos ovinos consumindo os fenos dessas gramíneas.

Ao relacionar o BEN (Kcal/UTM/dia) com o CEB (Kcal/UTM/dia) verificou-se uma retenção de energia de 33,30, 27,82, 35,65 e 36,84%, para as idades de corte de 27, 43, 73 e 84 dias, respectivamente (Tabela 3). Estes dados foram semelhantes aos encontrados por Faria Júnior (2012) trabalhando com silagem da mesma gramínea nas idades de corte de 45 (37,45%) e 90 dias (35,87%), já para as demais idades os valores foram inferiores, podendo estar relacionados às perdas ocorridas durante as fermentações das silagens.

Na tabela 4 observa-se que não houve diferença significativa para os valores referentes à digestibilidade aparente da energia bruta em % (DAEB), metabolizabilidade (qm) e razão entre energia líquida e energia bruta em %, dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P>0,05$), apresentando valores médios de 56,35%, 0,48 e 35,1%, respectivamente.

Tabela 4 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da forrageira para digestibilidade aparente da energia bruta em % (DAEB), metabolizabilidade (qm), eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (Km) e razão entre energia líquida e energia bruta em %, dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV	
	27	43	73	84						
DAEB	60,8	55,6	54,0	55,0	56,35	-	-	NS	13,39	
qm	0,52	0,47	0,46	0,48	0,48	-	-	NS	17,31	
Km	0,66	0,59	0,80	0,80	0,71	y = 0,0034x + 0,5202		0,74	0,04	22,75
EL (%EB)	34,5	30,2	36,8	38,9	35,1	-	-	NS	33,13	

ER = Equação de regressão; R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância pelo teste SNK; NS = Não significativo, y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte; CV = Coeficiente de variação.

Em relação à DAEB os valores variaram de 60,8 a 54,0%, com o valor médio de 56,35% (Tabela 4). Machado (2010) relatou valores da DAEB semelhantes aos deste experimento, variando de 48 a 57,96%, sendo que esta autora também não verificou efeito do estágio de maturação sobre este parâmetro. Ramirez (2011) encontrou para o feno de *Brachiaria decumbens* obtido aos 112 dias de rebrote valor de DAEB inferior (45,8%) aos deste experimento. Já Velasco (2011) encontrou para a *Brachiaria decumbens* verde obtida aos 56 dias de rebrote valor superior (66%). Faria Júnior (2012) encontrou valor médio de 48,68% para a DAEB, sendo este valor inferior ao deste experimento, e também não verificou efeito da idade de corte sobre a DAEB. Essas diferenças podem estar relacionadas à espécie forrageira avaliada, a forma de utilização da forrageira (verde, feno ou silagem), às diferentes condições ambientais e às idades de corte.

Já para os coeficientes de metabolizabilidade (qm) houve uma variação de 0,52 a 0,47, com valor médio de 0,48 (Tabela 4). Maiores valores de qm indicam maior proporção de energia metabolizável em relação à energia bruta consumida, obtendo um maior valor energético para o alimento consumido. Os coeficientes de metabolizabilidade (qm) deste experimento apresentaram alta correlação com o balanço energético ($r = 0,881$, $p < 0,01$), DAEB ($r = 0,981$, $p < 0,01$), energia digestível ($r = 0,976$, $p < 0,01$), energia metabolizável ($r = 0,996$, $p < 0,01$), indicando que o Qm é um parâmetro eficiente para avaliar o valor nutricional dos diferentes tipos de alimentos, sofrendo influência das perdas de energia nas fezes, urina e metano.

Machado (2010) encontrou valores de Qm variando de 0,53 a 0,78, sendo que estes valores foram superiores aos encontrados neste trabalho. Já Faria Júnior (2012) encontrou valor médio de Qm inferior (0,42) ao deste trabalho, não verificando também efeito da idade de corte. Castro (2008) verificou redução dos valores de qm com o avançar do estágio vegetativo. Esses diferentes valores de qm estão associados aos diferentes teores de energia bruta no alimento e das proporções de perdas de energia na urina e na forma de metano, que são influenciados pela idade de corte das diferentes forrageiras.

Para os parâmetros relacionados aos teores de energia líquida do alimento, houve uma variação de 0,59 a 0,80 e 30,2 a 38,9%, respectivamente para o Km e EL (%EB) (Tabela 4). Os valores de Km apresentaram um comportamento linear em função da idade de corte, representados pela equação $y = 0,0034x + 0,5202$ ($P < 0,05$) (Tabela 4). Ramirez (2011) encontrou valores médios de Km e de EL (%EB) de 0,72 e 32,87%, respectivamente, sendo estes valores semelhantes aos deste trabalho, não verificando efeito da idade de corte. Já Velasco (2011) encontrou valores para *Brachiaria decumbens* verde superiores (0,77 e 42,51%) aos deste trabalho. Os diferentes valores de Km e EL (%EB) representam o quanto a energia de uma forrageira consumida pode ser utilizada para as atividades de manutenção e produção, sendo esses influenciados diretamente pelas perdas de energia na forma de incremento calórico.

Observa-se (Tabela 5) que não houve diferença significativa para os valores referentes à energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), em Mcal por Kg de matéria seca consumida (Mcal/Kg de MS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P>0,05$), apresentando valores médios de 4,08, 2,29, 1,97 e 1,43 Mcal/Kg de MS, respectivamente.

Tabela 5 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), em Mcal por Kg de matéria seca consumida (Mcal/Kg de MS) dos fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
EB	4,07	4,03	4,17	4,04	4,08	-	-	NS	0,11
ED	2,47	2,24	2,25	2,22	2,29	-	-	NS	13,31
EM	2,12	1,90	1,92	1,94	1,97	-	-	NS	17,21
EL	1,40	1,22	1,54	1,57	1,43	-	-	NS	32,99

ER = Equação de regressão; R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância pelo teste SNK, NS = Não significativo, y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte; CV = Coeficiente de variação.

Os valores de EB variaram de 4,17 a 4,03 Mcal/Kg de MS consumida, apresentando um valor médio de 4,08 Mcal/Kg de MS (Tabela 5). Faria Júnior (2012) não encontrou efeito da idade de corte sobre os valores de EB, encontrando um valor médio (4,88 Mcal/Kg de MS) superior ao deste experimento.

Os valores referentes a ED variaram de 2,47 a 2,22 Mcal/Kg de MS consumida, apresentando um valor médio de 2,29 Mcal/Kg de MS consumida (Tabela 5). Em relação aos valores da EM, houve uma variação de 2,12 a 1,90 Mcal/Kg de MS consumida, com valor médio de 1,97 Mcal/Kg de MS consumida (Tabela 5). Os valores médios de ED e EM encontrados por Faria Júnior (2012) foram semelhantes aos deste experimento, sendo

de 2,38 e 2,05 Mcal/Kg de MS, não tendo sido encontrado efeito da idade de corte sobre estes parâmetros.

Ferreira *et al.* (2005) ao estimar a energia metabolizável de três cultivares do gênero *Cynodon* (Tifton 44, Tifton 85 e Coast-cross), colhidos com idades de 21, 42 e 63 dias verificaram que os teores energia metabolizável estimada através de equações matemáticas baseadas na composição do alimento (Girard & Dupuis, 1988) reduziram à medida que se prolongou a idade de corte, obtendo um valor máximo de 1,44 Mcal/Kg de matéria seca ingerida aos 21 dias de idade de corte, sendo os valores encontrados por este autor inferiores aos deste experimento. Esta diferença pode estar relacionada ao método de avaliação (baseado em equações que considera-se a concentração de nutrientes digestíveis totais) e às condições ambientais em que as forrageiras foram submetidas.

Os valores de EL variaram de 1,22 a 1,57 Mcal/Kg de MS consumida, com um valor médio de 1,43 Mcal/Kg de MS consumida (Tabela 5). Faria Júnior (2012) encontrou um comportamento linear significativo com o avançar da idade de corte com os valores variando de 0,96 a 1,71 Mcal/Kg de MS consumida. Os aumentos dos teores de EL dos alimentos avaliados em função do aumento da idade de corte podem estar relacionados às maiores perdas de nitrogênio urinário, ao desbalanceamento da dieta e à falta de mensuração do desempenho animal.

A energia líquida do alimento ou dieta é a parte da energia metabolizável do alimento utilizada para as necessidades de manutenção e produção, levando em consideração a energia despreendida a partir da produção de calor oriunda do metabolismo (AFRC, 1993), sendo que os menores valores de EL apresentados na tabela 5 estão correlacionados aos valores de incremento calórico apresentados na tabela 8 ($r_{EL \times IC} = -0,85, p < 0,01$). O incremento calórico é representado principalmente pelas perdas de energia na forma de calor oriundas do processo de digestão das diferentes frações do alimento consumido, sendo que maiores incrementos calóricos estão associados aos menores teores de energia líquida do alimento.

Observa-se (Tabela 6) que não houve diferença significativa para os valores referentes à produção de metano (CH₄) em litros por dia (L/dia) e em litros por Unidade de Tamanho

Metabólico por dia (L/UTM/dia) e coeficiente respiratório (CR) em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias ao serem submetidos ao modelo de regressão em função da idade de corte ($P>0,05$), apresentando valores médios de 27,6 L/dia, 1,65 L/UTM/dia e 0,98, respectivamente.

Tabela 6 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da produção de metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), e consumo de oxigênio (O_2) em litros por dia (L/dia) e em litros por Unidade de Tamanho Metabólico (L/UTM/dia) e coeficiente respiratório (CR) em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R^2	P	CV
	27	43	73	84					
CH_4 (L/dia)	29,9	27,4	30,3	22,8	27,6	-	-	NS	32,99
CH_4 (L/UTM/dia)	1,76	1,57	1,77	1,49	1,65	-	-	NS	23,60
CO_2 (L/dia)	446,7	446,7	377,3	370,7	410,3	$y = -$ $1,5373x +$ $497,59$	0,93	0,01	14,16
CO_2 (L/UTM/dia)	26,1	27,4	22,8	24,1	25,1	$y = -$ $0,0606x +$ $28,537$	0,60	0,05	11,73
O_2 (L/dia)	465,1	455,7	401,0	372,5	423,6	$y = -$ $1,6512x +$ $517,28$	0,97	0,04	18,11
O_2(L/UTM/dia)	27,2	27,6	24,0	24,2	25,7	$y = -$ $0,0669x +$ $29,548$	0,85	0,03	11,46
CR	0,97	0,99	0,95	1,00	0,98	-	-	NS	6,52

ER = Equação de regressão; R^2 = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância pelo teste SNK; NS = Não significativo, y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte; CV = Coeficiente de variação.

Os valores referentes à produção de CO₂ em L/dia e em L/UTM/dia apresentaram um comportamento linear em função da idade de corte ($P < 0,05$), representados pelas equações $y = -1,5373x + 497,59$ e $y = -0,0606x + 28,537$, respectivamente (Tabela 6). No entanto, o coeficiente de determinação foi baixo (0,60) para a produção de CO₂ em L/UTM/dia, podendo estar relacionado às maiores variações entre os resultados obtidos. A maior produção de CO₂ e CH₄ reflete um maior desprendimento de energia que não será aproveitado durante o metabolismo animal. Ramirez (2011) relatou valores de produção de CO₂ inferiores aos deste experimento, variando de 18,3 a 22,8 L/dia. Já Faria Júnior (2012) ao avaliar as silagens de Tifton 85 em diferentes idades de corte relatou que não encontrou influência da idade de corte sobre as produções de CO₂ e CH₄, e consumo de O₂, sendo que os valores médios apresentados (21,36, 1,29 e 21,74 L/UTM/dia, respectivamente) foram inferiores aos deste trabalho.

Os valores referentes a produção de metano variaram de 30,3 a 22,8 L/dia e 1,77 a 1,49 L/UTM/dia, apresentando valores médios de 27,6 L/dia e 1,65 L/UTM/dia. Castro (2008) relatou redução da produção de CH₄ com o avançar da idade de corte, encontrando valores de 0,79 L/UTM/dia por ovinos que consumiram silagem obtida aos 63 dias e 0,72 L/UTM/dia por ovinos que consumiram silagem obtida aos 107 dias, sendo estes valores inferiores aos deste experimento. Já Ramirez (2011) e Velasco (2011) encontraram valores para a produção de CH₄ semelhantes aos deste experimento, variando de 1,3 a 2,1 L/UTM/dia e 1,2 a 1,97 L/UTM/dia, respectivamente. A variação da produção de metano entre esses experimentos pode estar relacionada aos diferentes níveis de consumo entre às forrageiras e às diferentes degradabilidades ruminais das frações fibrosas.

Segundo Johnson & Johnson (1995) são vários os fatores que contribuem para a emissão de CH₄ proveniente da fermentação ruminal, dependendo principalmente do tipo de animal, nível de consumo de alimentos, tipo de carboidratos presentes na dieta, estágio de desenvolvimento da forrageira, tamanho de partícula, processamento da forragem, adição de lipídeos no rúmen, suprimento de minerais, manipulação da microflora ruminal e da digestibilidade dos alimentos, sendo que neste trabalho não verificou-se efeito da idade de corte do Tifton 85 sobre a produção de CH₄.

O consumo de O₂ variou de 465,1 a 372,5 L/dia e de 27,2 a 24,2 L/UTM/dia, apresentando valores médios de 423,6 L/dia e 25,75 L/UTM/dia (Tabela 6). Os valores do consumo de O₂ em L/dia e L/UTM/dia por ovinos que se alimentaram dos fenos produzidos a partir das diferentes idades de corte apresentaram um comportamento linear em função da idade de corte, representados pelas equações $y = -1,6512x + 517,28$ e $y = -0,0669x + 29,548$, respectivamente (Tabela 6). O consumo de O₂ está altamente correlacionado com a produção de calor ($r_{O_2 \times PCUTM} = 0,945$, $p < 0,01$), sendo esta energia desprendida na forma de calor é oriunda, principalmente dos processos de degradação dos nutrientes oriundos da dieta. Machado (2010) relatou valores de O₂ consumido variando de 20,78 a 28,74 L/UTM/dia, sendo estes valores semelhantes aos deste experimento. Já Velasco (2011) e Ramirez (2011) encontraram valores de O₂ consumido, variando de 19,72 a 22,99 L/UTM/dia e 19,7 a 23,0 L/UTM/dia, respectivamente, sendo que estes valores foram semelhantes aos deste experimento. As diferentes proporções de O₂ consumido se justificam a partir das diferentes digestibilidades dos nutrientes para cada forrageira avaliada apresentadas no capítulo VI, que também apresentaram uma redução linear com o avançar da idade ao corte.

O CR está diretamente relacionado aos teores de CO₂ produzido e O₂ consumido, sendo que os valores variaram de 0,95 a 1,00 (Tabela 6). Faria Júnior (2012) relatou valores para os CR semelhantes aos deste trabalho, variando de 0,95 a 1,04. Esses coeficientes respiratórios próximos a 1,0 indicam que o organismo animal está metabolizando carboidratos, ocorrendo uma menor necessidade de O₂ durante as reações metabólicas. No entanto, são necessários mais trabalhos para verificar o metabolismo oxidativo dos ruminantes, visto que a maior fonte de energia metabolizável são os ácidos graxos voláteis e não os carboidratos dietéticos. Segundo Kleiber (1972) os coeficientes respiratórios de carboidratos, proteína e gorduras são 1,0; 0,8 e 0,7, respectivamente. Já Machado (2010) encontrou para as silagens de sorgo valores de CR variando de 0,88 a 0,97, sendo que segundo esta autora os valores mais baixos podem caracterizar mobilização de reserva corporal, visto que os animais apresentaram em balanço energético negativo. Velasco (2011) e Ramirez (2011) encontraram valores de CR variando de 0,92 a 1,05 e 0,90 a 1,0, respectivamente, caracterizando também a metabolização de carboidratos.

Observa-se (Tabela 7) que não houve efeito significativo dos parâmetros apresentados a partir da análise de regressão em função da idade de corte ($P>0,05$). A perda de energia bruta na forma de CH_4 variou de 348,2 a 309,4 Kcal/dia, apresentando valor médio de 330,6 Kcal/dia. As maiores produções de CH_4 associadas às perdas energéticas estão mais relacionadas às dietas com maiores teores de frações fibrosas e suas respectivas digestibilidades, pois o acesso das bactérias às frações fibrosas em uma fibra de maior digestibilidade é mais fácil em relação às frações fibrosas de plantas mais velhas, contendo maiores teores de lignina. Ramirez (2011) avaliando os fenos de *Brachiaria decumbens* em diferentes idades de corte relatou valores das perdas de energia na forma de metano, variando de 177,3 a 283,2 Kcal/dia, sendo estes valores inferiores aos deste experimento.

Os valores de formação de CH_4 variaram de 30,3 a 22,8 g/dia e 1,77 a 1,46 g/UTM, com valores médios de 27,45 g/dia e 1,64 g/UTM. Extrapolando essas produções diárias, teria-se uma emissão anual média de 10 Kg de metano por animal. De acordo com o IPCC (1996) em países desenvolvidos o valor de referência para emissão de metano anual por ovinos é de 8 Kg. Já os valores das perdas de energia bruta na forma de CH_4 em relação aos consumos de matéria seca e matéria seca digestível variaram de 5,38 a 4,54 Kcal/g/UTM e de 9,01 a 7,93 Kcal/g/UTM, respectivamente (Tabela 7).

Faria Júnior (2012) também não verificou efeito das silagens de Tifton 85 em diferentes idades de corte sobre as produções de CH_4 , sendo que os valores médios encontrados por este autor foram de 17,03 g/dia e 0,978 g/UTM/dia, sendo estes valores inferiores aos deste experimento. 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 que quando desidratada, o que está de acordo com os dados observados no presente experimento em relação aos de Faria Júnior (2012).

Tabela 7 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte para a perda de energia bruta na forma de metano (PEBCH₄) (Kcal/dia), formação de metano (CH₄) em gramas por dia (g/dia) e gramas por Unidade de Tamanho Metabólico (g/UTM), perda de energia bruta na forma de CH₄ (EBCH₄), em Kcal, pelo consumo de matéria seca (CH₄/CMS) total e digestível (Dig) em (Kcal/g/UTM) e a perda de EBCH₄ pelo consumo de FDN (CH₄/FDN) total e digestível (Dig) em (Kcal/g/UTM) em ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
PEBCH₄ (Kcal/dia)	348,2	324,0	340,9	309,4	330,6	-	-	NS	25,93
CH₄ (g/dia)	29,9	26,8	30,3	22,8	27,45	-	-	NS	32,50
CH₄ (g/UTM)	1,76	1,56	1,77	1,46	1,64	-	-	NS	22,66
EBCH₄/CMS Total	5,25	5,38	4,88	4,54	5,01	-	-	NS	40,88
EBCH₄/CMS Dig.	8,45	9,01	8,90	7,93	8,57	-	-	NS	40,23
EBCH₄/CFDN Total	7,08	7,01	6,48	5,80	6,59	-	-	NS	40,77
EBCH₄/CFDN Dig.	9,83	10,21	11,56	9,29	10,22	-	-	NS	39,53

ER = Equação de regressão; R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância pelo teste SNK; NS = Não significativo; y = Parâmetros avaliados; CV = Coeficiente de variação.

Já Ramirez (2011) e Velasco (2011) encontraram efeito da *Brachiaria decumbens* na forma de feno e verde em diferentes idades de corte sobre a produção de CH₄, com as plantas cortadas aos 56 dias, apresentando maiores valores em relação as plantas cortadas aos 112 dias, sendo que essa diferença pode estar relacionada a maior digestibilidade das frações fibrosas para as plantas cortadas aos 56 dias. Estes autores (Ramirez (2011) e Velasco (2011)) encontraram valores variando de 13,3 a 21,2 g/dia e de 13,41 a 18,82 g/dia, valores estes inferiores aos deste experimento.

Para as perdas de energia bruta na forma de metano em relação ao consumo de matéria seca, Machado (2010) obteve valores entre 156 Kcal/KgMS e 243 Kcal/KgMS, sendo que para um mesmo híbrido de sorgo avaliado, o estágio de maturação pastoso apresentou menores valores em relação aos estádios de maturação leitoso e farináceo. Já Ramirez (2011) encontrou valores das perdas de energia bruta na forma de metano em relação ao consumo de matéria seca e matéria seca digestível variando de 212,3 a 299,6 Kcal/Kg de MS e de 471,0 a 537,9 Kcal/Kg de MS, respectivamente, sendo que os valores reduziram com o avançar da idade de corte. Estas diferenças podem estar relacionadas às maiores digestibilidades das frações fibrosas para as forrageiras mais jovens, favorecendo maiores produções de CH₄.

As perdas de energia bruta na forma de metano em função do consumo de FDN e FDN digestível variaram de 7,08 a 5,80 Kcal/g/UTM e de 11,56 a 9,29 Kcal/g/UTM, respectivamente, apresentando valores médios de 6,59 e 10,22 Kcal/g/UTM (Tabela 7). A degradação das frações fibrosas, principalmente a da FDN, é a principal fonte indireta de CH₄ a partir de uma relação de simbiose entre bactérias celulolíticas e metonogênicas.

As estratégias utilizadas para manejar adequadamente as pastagens nos sistemas de criação de bovinos à pasto podem ser uma das alternativas que visem a redução da emissão de CH₄ associada a produtividade do sistema, bem como a produção de forragens conservadas, como os fenos e as silagens, buscando alimentos nutritivos e com bons rendimentos. DeRamus *et al.* (2003) avaliaram a produção de CH₄ em vacas e novilhas a partir da técnica do marcador de hexaflureto de enxofre (SF₆) em sistemas de pastejo bem manejado e em lotação contínua (mal manejada). Os autores verificaram que a emissão diária de CH₄ de 89 a 180 g/dia para as novilhas e de 165 a 294 g/dia para as vacas adultas, sendo que usando a pastagem bem manejada houve uma redução da emissão de CH₄ por Kg de ganho de peso diário em relação ao pastejo contínuo, pois no manejo de pastagem mais intensivo, utilizando-se forragens mais nutritivas, ocorre uma melhoria na conversão alimentar, produzindo mais leite ou carne. Além disso, os autores fizeram uma projeção da emissão de CH₄ anual para os dois sistemas de produção e verificaram que o sistema de pastagens bem manejadas contribui por uma redução de 22% comparado com o sistema mal manejado.

Observa-se (Tabela 8) que as produções totais de calor por ovinos que consumiram os fenos de Tifton 85 apresentaram comportamento linear em função da idade de corte, representados pelas equações $y = -7,9672x + 2551,8$ e $y = -0,3208x + 146,08$. Os valores variaram de 2295,4 a 1860,5 Kcal/dia e de 137,6 a 118,5 Kcal/UTM, apresentando valores médios de 2099,6 Kcal/dia e 127,8 Kcal/UTM (Tabela 8). Faria Júnior (2012) não verificou influência da idade de corte sobre a produção de calor, encontrando valor médio de 109,05 Kcal/UTM/dia, sendo este valor inferior ao encontrado neste trabalho. Já Ramirez (2011) encontrou valores de produções totais de calor também inferiores às deste trabalho, variando de 1404,5 a 1658,1 Kcal/dia e de 95,0 a 114,1 Kcal/UTM/dia. As produções totais de calor estão correlacionadas às mensurações das produções de CO₂ e CH₄, consumo de O₂ e as perdas de nitrogênio urinário (Chwalibog, 2004).

Os parâmetros relacionados ao incremento calórico (IC) em ovinos, IC (Kcal), IC (Kcal/UTM), IC/CMS (Kcal/g/UTM) e IC/CMSD (Kcal/g/UTM) também apresentaram comportamento linear em função da idade de corte, representados pelas equações $y = -7,9672x + 1081,1$, $y = -0,4639x + 63,303$, $y = -0,1217x + 16,184$ e $y = -0,1739x + 25,646$, respectivamente (Tabela 8).

Ramirez (2011) encontrou valores para o incremento calórico total variando de 318,3 a 682,9 Kcal/dia e de 21,1 a 47,7 Kcal/UTM/dia, sendo que as produções por UTM/dia foram inferiores às deste experimento.

Segundo Tyrrel *et al.* (1975) o maior incremento calórico está relacionado a maior digestibilidade das frações fibrosas, favorecendo maior produção de acetato no ambiente ruminal, sendo que a fermentação acética proporciona uma menor eficiência energética, devido a maior liberação de calor pelas reações que envolvem o processo de degradação das frações fibrosas pelos microorganismos ruminais.

Tabela 8 – Valores médios e equações de regressão em função da idade de corte da produção total de calor (PTC) (Kcal/dia), produção de calor por Unidade de Tamanho Metabólico (Kcal/UTM/dia), incremento calórico (IC), em Kcal e Kcal/UTM, incremento calórico em relação ao consumo de matéria seca (IC/CMS) e matéria seca digestível (IC/CMSD) em Kcal por grama por UTM (Kcal/g/UTM) de ovinos alimentados com os fenos de Tifton 85 cortados aos 27, 43, 73 e 84 dias.

Parâmetros	Idade de corte				Média	ER	R ²	P	CV
	27	43	73	84					
PTC (Kcal/dia)	2295,4	2264,4	1978,3	1860,5	2100	y = - 7,9672x + 2551,8	0,96	0,04	16,9
PTC (Kcal/UTM)	134,4	137,6	118,5	121,0	127,9	y = - 0,3208x + 146,08	0,79	0,04	11,2
IC (Kcal)	824,7	793,7	507,6	389,8	628,9	y = - 7,9672x + 1081,1	0,96	0,04	56,6
IC (Kcal/UTM)	47,8	48,2	26,8	25,1	37,0	y = - 0,4639x + 63,303	0,92	0,02	48,9
IC/CMS (Kcal/g/UTM)	12,5	11,5	7,3	5,8	9,3	y = - 0,1217x + 16,184	0,98	0,02	52,0
IC/CMSD (Kcal/g/UTM)	20,1	19,2	13,5	10,3	15,8	y = - 0,1739x + 25,646	0,96	0,05	54,0

ER = Equação de regressão; R² = Coeficiente de determinação; P = Nível de significância pelo teste SNK, NS = Não significativo, y = Parâmetros avaliados, x = Idade de corte; CV = Coeficiente de variação.

7.5 CONCLUSÕES

Os fenos produzidos nas diferentes idades de corte do Tifton 85 atendem às exigências energéticas de manutenção para ovinos.

O avanço da idade de corte dos fenos de Tifton 85 proporcionou menores perdas de energia na forma de incremento calórico, sendo necessário a realização de mais experimentos para verificar este comportamento.

A idade de corte dos fenos consumidos por ovinos não influenciou na produção de metano.

7.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: 1993. 159p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.

BEAUCHEMIN, K. A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; et al. Nutritional management for enteric methane abatement: A review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.2, p. 21–27, 2008.

BROUWER, E. Report of Sub-Committee on Constants and Factors. **Proc 3rd Symp. On Energy Metabolism**, EAAP Publ. N° 11. p. 441-443, 1965.

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

CHWALIBOG, A. **Physiological basis of heat production – The fire of life**. Research School of Nutrition and Physiology, 2004.

DERAMUS, H.A.; CLEMENT, T. C.; GIAMPOLA, D.D.; *et al.* Methane emissions of beef cattle on forages: Efficiency of grazing management systems. **Journal Environment Qual.**, v. 32, p. 269–277, 2003.

EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 2005. 59p.

FARIA JÚNIOR, W.G. **Valor nutricional das silagens do capim Tyfton 85 em diferentes idades**. 2012. 179p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FERREIRA, G.D.G.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; *et al.* Composição química e cinética da degradação ruminal de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.2, p. 189-197, 2005

GIRARD, V.; DUPUIS, G. Effect of structural and chemical factors of forages on potentially digestible fiber, intake, and true digestibility by ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p. 178-181, 1988.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.

KLEIBER, M. **Bioenergía animal: El fuego de la vida**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1972, 428p.

MACHADO, F. S. **Consumo, digestibilidade aparente, participação de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação**. 2010. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, B.S.; HINTZ, H.F. *et al.* **Nutrição animal**. 3 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic, 1990.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Waveland Press, 1988. p.145-171.

PRIMAVESI, O; FRIGHETTO, R. T. S; PEDREIRA, M. D. S; LIMA, M. A. D; BERCHIELLI, T. T; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39, n.3, p.277-283, 2004.

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.

RAMIREZ, M. A. **Valor nutricional do feno de *Brachiaria decumbens* em três idades**. 2011. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RODRIGUEZ, N. M. ; CAMPOS, W. E. ; LACHICA, M. L. ; *et al.* A calorimetry system for metabolism trials. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, p. 495-500, 2007.

TYRREL, H.F., REYNOLDS, P.J., MOE, P.W. Efficiency of acetate utilization in cattle (Abstract). **Journal of Animal Science**, v. 41, p.423, 1975.

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

VELASCO, F. O. **Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em três idades.** 2011. 98p.
Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSÕES GERAIS

O período compreendido entre as idades de corte de 27 e 43 dias é a melhor época para produção dos fenos de Tifton 85, pois é nesse período que verificou-se maior valor nutricional.

A partir dos parâmetros referentes à cinética de fermentação ruminal e dos parâmetros ruminais avaliados pela técnica *in situ* recomenda-se a produção do feno de Tifton 85 entre as idades de corte de 27 e 43 dias, visando um maior aproveitamento dos nutrientes consumidos.

A partir do consumo e da digestibilidade dos nutrientes para ovinos recomenda-se utilizar fenos produzidos a partir da idade de 27 dias até 43 dias.

Os fenos produzidos nas diferentes idades de corte do Tifton 85 atendem às exigências energéticas de manutenção para ovinos.