MATHEUS ORLANDIN FRASSETO

Avaliação da eficiência biológica e doses crescentes de adubação em pastagens de capim-marandu e capim-mombaça durante o verão e outono em sistema de cria

Pirassununga

2015

MATHEUS ORLANDIN FRASSETO

Avaliação da eficiência biológica e doses crescentes de adubação em pastagens de capim-marandu e capim-mombaça durante o verão e outono em sistema de cria

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva

De acordo: _____

Orientador

Pirassununga
2015

Obs: A versão original se encontra disponível na Biblioteca da FMVZ/USP

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.3139
FMVZ

Frasseto, Matheus Orlandin

Avaliação da eficiência biológica e doses crescentes de adubação em pastagens de capim-marandu e capim-mombaça durante o verão e outono em sistema de cria / Matheus Orlandin Frasseto. -- 2015.

92 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva.

1. Nitrogênio. 2. Potássio. 3. Taxa de lotação. 4. Qualidade de forragem. 5. Suplementação.
I. Título.

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Avaliação da eficiência biológica de doses crescentes de adubação em pastagens de capim-Marandu e capim-Mombaça durante o verão, outono e inverno em sistema de cria", protocolado sob o CEUAVet nº 8839100214, utilizando 210 Bovinos (210 fêmeas), sob a responsabilidade de Luis Felipe Prada e Silva, foi aprovado na reunião de 29/04/2015, e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

We certify that the Research "Biological efficiency evaluation of increasing doses of fertilizers on marandu and mombaça pasture prairies during summer and autumn in a calf rearing system", protocol number CEUAVet 8839100214, utilizing 210 Bovines (210 females), under the responsibility Luis Felipe Prada E Silva, was approved in the meeting of day 04/29/2015, and agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of the University of São Paulo.

São Paulo 29 de abril de 2015.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: FRASSETO, Matheus Orlandin

Título: **Avaliação da eficiência biológica e doses crescentes de adubação em pastagens de capim-marandu e capim-mombaça durante o verão e outono em sistema de cria**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família, meu pai Pedro Luis Frassetto e minha mãe Maria Aparecida Orlandin Frassetto, por toda dedicação e esforço para eu chegar onde estou hoje.

Ao prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva por todo conhecimento, confiança, conselhos, empenho para realização deste trabalho durante todo o período.

Ao Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus Pirassununga, por todo apoio e estrutura para realização deste trabalho.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro, me proporcionando a segurança na realização do trabalho.

À Camila Neri Barra, por seu companheirismo e paciência.

Aos funcionários do LPGC: Senhores Sergio, Paulo, Beto e Antônio Schimidt.

Funcionários USP: Cláudio São Romão (fabrica de ração), Fabrício Dolfini (Agricultura).

À equipe LPGC: Nara Consolo, Juliane Diniz Magalhães, Viviane Borba Ferrari, João Penso (Begônia), Renan (Fimose) Rafael Souza (Ceará), Cassiele de Oliveira, Johnny Maciel, Lúcia Garcia Mesquita.

Aos funcionários da administração da FMVZ: Maria Paula Habitante Thomas, Alex Sandro Fabrício, Reinaldo Momesso, Humberto Feliciano da Silva (Bigode), Evilásio Zagare Junior, Edinei Donizete Muniz, João Leandro Martins.

Funcionário VNP: Alessandra de C. T. da Silva e Fábiana Silene Iaderoza (VNP).

Aos professores do VNP: Augusto Hauber Gameiro, Francisco Palma Rennó, Marcos Veiga dos Santos, Paulo H. Mazza Rodrigues, Messias A. da Trindade Neto, Romualdo Shigueo Fukushima.

Ao Laboratório de Bromatologia do VNP: Renata Maria Consentino Conti, Ana Flávia Vitorino Elci, Simi Luiza Durante Aflalo, Ari Luiz de Castro, Pedro Pacheco dos S. Lima.

Aos colegas da república “Piramodels”: Caio, Carlos Granghelli, Eduardo Cuelar Orlandi Cassiano (Frodo), Felipe Gastaldo, Flavinho, Flavio Perna Junior, Mauricio Furlan Martins (Xibungo), Rodrigo Gardinal (Komixão).

Aos colegas de VNP: Carlos Merseguel, Bruna Gomes, Rafael Fortes (Kbide), Juliano Leonel Gonçalves, Maria Fernanda Burbareli, Frederich Diaz Rodriguez.

Muito Obrigado!!!

RESUMO

FRASSETO, M. O. **Avaliação da eficiência biológica e doses crescentes de adubação em pastagens de capim-marandu e capim-mombaça durante o verão e outono em sistema de cria.** [Biological efficiency evaluation of increasing doses of fertilizers on marandu and mombaça pasture prairies during summer and autumn in a calf rearing system]. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

Esse estudo foi composto por dois experimentos, o primeiro referente ao pastejo durante o período de verão e outono cujo objetivo foi avaliar a resposta de duas espécies forrageiras (capim-marandu e capim-mombaça) com doses crescentes de adubação. O segundo correspondeu ao período seco, quando os animais foram confinados com objetivo de avaliar a suplementação da silagem de cana-de-açúcar com duas fontes proteicas (farelo de soja e farelo de algodão) no desempenho animal de três categorias (vaca, novilha e bezerro). O estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisas em Gado de Corte (LPGC), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, campus Pirassununga. Para o experimento 1, a área experimental foi composta por 12 ha, divididos em oito módulos de pastejo (4 para o capim-marandu e 4 para o capim-mombaça), sendo utilizados 2 módulos como reserva, e cada módulo foi composto por 6 piquetes. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados em arranjo fatorial 2x3 sendo duas espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça) e três doses de adubação por ciclo de pastejo, totalizando 42, 333 e 667 kg de N e K₂O ha⁻¹ para o capim-marandu e 50, 400 e 800 kg de N e K₂O ha⁻¹ para o capim-mombaça, avaliados durante o verão e outono. Foram avaliadas as seguintes características: altura de entrada e saída das forrageiras, período de descanso, taxa de lotação, composição bromatológica de folha e colmo, relação folha/colmo/material morto e desempenho dos animais em pastejo. Para avaliação do desempenho animal, foram utilizadas 60 novilhas da raça Nelore, divididas nas seis unidades experimentais. Para ajuste da taxa de lotação, foram utilizadas vacas e novilhas do rebanho LPGC. No experimento 2 os animais foram alocados nas áreas de lazer, dos módulos de pastejo. A alimentação foi composta por silagem de cana-de-açúcar e duas fontes proteicas (farelo de soja ou farelo de algodão), sendo a relação volumoso:concentrado de 80:20. Os animais receberam alimentação ad libitum uma vez ao dia e os animais foram pesados a cada 21 dias a fim de avaliar o desempenho individual. De maneira geral, o incremento na dose de adubação aumentou linearmente ($P<0,05$) a altura de entrada, altura de saída, período de descanso, taxa de lotação (6,0 até 10,5 UA ha⁻¹), PB, Lig/FDN, DIVMS, DIVFDN, proporção

de colmo, e reduziu o teor de MS e folhas. O capim-mombaça apresentou menor período de descanso e teor de Lig/FDN, e maior teor de MM, FDN e Lig/FDN ($P<0,05$) em relação ao capim-marandu. Na estação de verão houve um aumento na altura de entrada, no teor de FDN, Lig/FDN e redução no teor de PB, DIVMS e DIFDN. Para o desempenho animal, não houve diferença entre doses de adubação ($P=0,55$) e espécie forrageira ($P=0,07$), sendo média de $0,850 \text{ kg dia}^{-1}$. A suplementação com fontes proteicas apresentou efeito para a interação categoria*tratamento no CMS ($P=0,03$), sendo que vacas alimentadas com farelo de soja tiveram maior CMS em comparação às alimentadas com farelo de algodão. O desempenho animal não foi influenciado pelas fontes proteicas ($P=0,10$), no entanto houve efeito para categoria animal ($P<0,05$), sendo $0,677$, $0,416$ e $0,244 \text{ kg dia}^{-1}$ para vacas novilhas e bezerros. Portanto, o uso de doses crescentes de adubação e o confinamento das categorias de cria permitiu o aumento na eficiência do uso da terra.

Palavras-chave: Nitrogênio. Potássio. Qualidade de forragem. Suplementação. Taxa de lotação.

ABSTRACT

FRASSETO, M. O. **Biological efficiency evaluation of increasing doses of fertilizers on marandu and mombaça pasture prairies during summer and autumn in a calf rearing system.** [Avaliação da eficiência biológica e doses crescentes de adubação em pastagens de capim-marandu e capim-mombaça durante o verão e outono em sistema de cria]. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

This study consisted of two experiments, the first referring to rotational grazing system during the summer and fall that aimed to evaluate the response of two forage species (marandugrass and mombaça) with increasing doses of fertilizer. The second corresponded to dry season, when animals were confined to evaluate the supplementation with sugarcane silage with two protein sources (soybean meal and cottonseed meal) on animal performance of animal three categories (cow, heifer and calf). The study was conducted at the Laboratory of Research in Beef Cattle (LPGC), Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo, campus Pirassununga. For the experiment 1, the experimental area was composed of 12 ha, divided into eight grazing modules (4 for marandugrass and 4 for mombaça), 2 of these modules were used as reservation. The design was a randomized complete block in factorial arrangement of treatments 2 x 3 with 2 forage species (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu and *Panicum maximum* cv. Mombaça) and 3 fertilizer levels by grazing cycle, totaling 42, 333 and 667 kg N and K₂O ha⁻¹ for Marandu grass and 50, 400 and 800 kg N and K₂O ha⁻¹ for Mombaça grass evaluated during the summer and fall. The following characteristics were evaluated: pre and post-grazing sward height of forage, grazing interval, stocking rate, chemical composition of leaf and stem, leaf/stem/dead material ratio and performance of grazing animals. For evaluation of animal performance, we used 60 Nellore heifers, divided into six experimental units. To adjust the stocking rate, cows and heifers, from LPGC herd, were used. In experiment 2 the animals were kept at the resting areas of grazing modules. The feed consisted of sugarcane silage and two protein sources (soybean meal or cottonseed meal), at a forage-to-concentrate ratio 80:20. The animals were fed ad libitum once daily and weighed every 21 days to assess individual performance. Overall, the increase in the dose of fertilizer increased linearly ($P < 0.05$) the pre and post-grazing sward height, grazing interval, stocking rate (6.0 to 10.5 AU ha⁻¹), PB, Lig/NDF, IVDMD, IVNDFD, stem content, and reduced DM content and leaves. The mombaça showed lower grazing interval and Lig/NDF content and higher MM content, NDF and Lig/NDF ($P < 0.05$) compared to brachiaria grass. In the summer season there was an increase in the pre-grazing sward height, NDF, Lig/NDF

and reduced CP content and IVDMD and IVNDFD. For the animal performance, there was not differences between fertilization doses ($P = 0.55$) and forage specie ($P = 0.07$), the ADG was $0.850 \text{ kg dia}^{-1}$. Supplementation with protein sources presented effect of category*treatment interaction for DMI of cows ($P = 0.03$), while cows fed soybean meal had higher DMI than those fed cottonseed meal. The ADG was not affected by protein sources ($P = 0.10$), however, there was a category effect ($P < 0.05$), the means was 0.677, 0.416 and $0.244 \text{ kg dia}^{-1}$ for cows, heifers and calves, respectively. Therefore, the use of increasing doses of fertilizers and the feedlot of calf rearing categories increased the land use efficiency.

Keywords: Forage quality. Nitrogen. Potassium. Stocking rate. Supplementation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Desenho esquemático da área experimental.....	42
Figura 2 -	Foto satélite da área experimental.....	43
Figura 3 -	Pluviosidade e temperatura (t) máxima (max), média (med) e mínima (min) durante o período de setembro de 2012 a agosto de 2013	43
Figura 4 -	Altura de entrada (cm) do capim-marandu e capim-mombaça submetidos a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo na estação de verão e outono.....	54
Figura 5 -	Altura de Saída (cm) do capim-mombaça conforme as doses de adubação por ciclo de pastejo	54
Figura 6 -	Altura de saída (cm) do capim-marandu nas estações de verão e outono	55
Figura 7 -	Período de descanso (dias) do capim-marandu e capim-mombaça submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo	55
Figura 8 -	Lotação dos piquetes (UA/ha^{-1}) submetidos à doses crescente de adubação por ciclo de pastejo na estação de verão	56
Figura 9 -	Teor de MS (%) da folha submetido à doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo	57
Figura 10 -	Teor de MM (%) da folha do capim-marandu e capim-mombaça	57
Figura 11 -	Teor de PB (%) nas folhas submetido à doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo e em duas estações, verão e outono	58
Figura 12 -	Teor de FDN (%) na folha do capim-marandu e capim-mombaça durante as estações de verão e outono.....	58
Figura 13 -	Teor de Lig/FDN (%) na folha submetido à doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça nas estações de verão e outono	59
Figura 14 -	DIVMS e DIVFDN (%) na folha submetidos à doses crescentes de adubação nas estações de verão e outono	60
Figura 15 -	Teor de MS (%) no colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça nas estações de verão e outono	61
Figura 16 -	Teor de MM (%) no colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo para o capim-marandu e capim-mombaça nas estações de verão e outono	62

Figura 17 - Teor de PB (%) do colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo	62
Figura 18 - Teor de FDN (%) no colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça	63
Figura 19 - DIVMS e DIVFDN (%) do colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça	64
Figura 20 - Teor de folhas (%) submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo nas estações de verão e outono.....	65
Figura 21 - Teor de colmo (%) submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e no capim-mombaça nas duas estações analisadas	66
Figura 22 - Teor de Material morto (%) no capim-marandu e capim-mombaça	66
Figura 23 - Ganho de peso médio por dia das categorias de Vaca, Novilha e Bezerro	67
Figura 24 – Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) do farelo de soja e farelo de algodão nos tempos 0, 4, 8, 16 e 24 horas de incubação	68
Figura 25 - DIVPB do farelo de soja e farelo de algodão nos tempos 0, 4, 8, 16 e 24 horas de incubação	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da análise de solo da área experimental 2012	44
Tabela 2 - Composição das dietas em porcentagem da material seca (MS)	49
Tabela 3 Composição Bromatológica dos ingredientes utilizados no experimento (% MS)	50
Tabela 4 - Consumo e GMD para tratamentos dentro da categoria.....	67
Tabela 5 - DIVMS e DIVPB da fração solúvel (a), potencialmente degradável (b) e taxa de degradação (c) do farelo de soja e farelo de algodão	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Carbono
cm	Centímetros
CMS	Consumo de Matéria Seca
CTC	Capacidade de troca Catiônica
DIVFDN	Digestibilidade <i>in vitro</i> da fibra em detergente neutro
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EE	Extrato etéreo
EPM	Erro padrão de media
FDA	Fibra indigestível em Detergente Ácido
FDN	Fibra indigestível em Detergente Neutro
g	Gramas (s)
ha	Hectare
IAF	Índice de Área Foliar
IL	Interceptação Luminosa
IMS	Ingestão de matéria seca
Lig	Lignina
mL	Mililitro
mm	Milímetros
MM	Matéria mineral
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NPK	Nitrogênio:Fósforo:Potássio
PB	Proteína bruta
PV	Peso Vivo
S	Enxofre
t	Tonelada
UA	Unidade Animal
vs	Versus

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
2	HIPÓTESES E OBJETIVOS	18
2.1	HIPÓTESES	18
2.1.1	Experimento 1	18
2.1.2	Experimento 2	18
2.2	OBJETIVOS	18
2.2.1	Experimento 1	18
2.2.2	Experimento 2	18
3	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	19
3.1	A PLANTA FORRAGEIRA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO	19
3.2	ACÚMULO DE FORRAGEM.....	20
3.3	QUALIDADE DAS FORRAGEIRAS NO SISTEMA TROPICAL.....	22
3.4	<i>PANICUM MAXIMUM</i> CV. MOMBAÇA.....	24
3.5	<i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> CV. MARANDU	26
3.6	USO DE NITROGÊNIO EM PASTAGEM.....	28
3.7	USO DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA	31
3.8	RELAÇÃO NITROGÊNIO : POTÁSSIO.....	32
3.9	SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO	33
3.10	ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS NO PERÍODO SECO.....	36
3.11	USO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	39
4	MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1	EXPERIMENTO 1	41
4.1.1	Local e condições edafoclimáticas	41
4.1.2	Espécies forrageiras.....	44
4.1.3	Animais experimentais	45
4.1.4	Tratamento e delineamento experimental	45
4.1.5	Manejo de adubação e pastagem.....	46
4.1.6	Determinação da composição químico-bromatológica.....	47
4.1.7	Desempenho dos animais	48
4.1.8	Análise estatística.....	48
4.2	EXPERIMENTO 2	48
4.2.1	Local e condições edafoclimáticas	48
4.2.2	Dietas.....	49
4.2.3	Tratamento e delineamento experimental	50

4.2.4	Desempenho animal.....	51
4.2.5	Composição químico-bromatológica.....	51
4.2.6	Análise estatística.....	52
4	RESULTADOS	53
5.1	EXPERIMENTO 1	53
5.1.1	Manejo da pastagem.....	53
5.1.2	Composição químico-bromatológica.....	56
5.1.3	Relação folha colmo e material morto	64
5.2	EXPERIMENTO 2	67
6	DISCUSSÃO	69
6.1	EXPERIMENTO 1	69
6.1.1	Manejo da pastagem.....	69
6.1.2	Composição bromatológica.....	71
6.1.3	Composição morfológica.....	75
6.2	EXPERIMENTO 2	76
6.2.1	Consumo de matéria seca e desempenho.....	76
7	CONCLUSÃO.....	79
	REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com grande disponibilidade de terras e condições climáticas favoráveis para a produção forrageira, no entanto, a bovinocultura de corte no Brasil é caracterizada pela baixa eficiência, comprovado pela reduzida taxa de lotação de suas pastagens. O Brasil apresenta 167 milhões de hectare disponíveis para produção de bovinos de corte, com um rebanho de 208 milhões de cabeças, o que dá uma lotação média de 1,24 cabeças por hectare (ABIEC, 2014). A baixa taxa de lotação está associada à falta de manejo das pastagens e consequente baixa produção e degradação das plantas forrageiras ocasionando exaustão dos recursos disponíveis para produção. Segundo Lima filho (2014), a rentabilidade da pecuária em sistemas com pouco uso de tecnologia apresenta baixos valores, e em algumas situações valores negativos. De modo geral, a modalidade de cria é atividade que apresenta os piores índices econômicos da bovinocultura de corte, devido à falta de investimentos no setor. Nas últimas décadas, houve intensa descoberta de mecanismos para aumentar a produtividade da atividade, e a pastagem é a principal ferramenta de elevação destes índices. Para tanto, o uso de tecnologias que aumentem a produtividade das pastagens é necessário para aumento da rentabilidade e sustentabilidade da pecuária brasileira.

O elevado potencial de produção das pastagens depende da espécie forrageira e manejo adotado. No Brasil, destacam-se os capins Marandu e Mombaça, principais plantas forrageiras utilizadas em sistemas intensivos de produção devido a grande adaptação ao clima tropical e condições brasileiras. Além disso, o manejo de pastagem que respeita o crescimento da planta, adotando altura de entrada e saída dos animais em pastejo rotacionado tem se mostrado ótimas ferramentas para elevação da produtividade da bovinocultura de corte. Após o estabelecimento de adequado manejo da pastagem, torna-se necessário o uso de adubação nitrogenada, para elevar a taxa de lotação. Diversos trabalhos têm mostrado que o incremento crescente de adubação nitrogenada e potássica têm forte impacto na produção forrageira, elevando assim a taxa de lotação das pastagens (CANTO, 2003; LUGÃO, 2003; GIMENES, 2011), no entanto, poucos são os trabalhos que avaliam simultaneamente o desempenho dos animais em pastejo.

Dessa forma, o presente estudo avaliou a produção de bovinos de corte de forma intensiva, em duas fases, sendo a estação chuvosa, utilizando doses crescentes de adubação na produção do capim Marandu e Mombaça em pastejo rotacionado, avaliando suas

características produtivas e bromatológica com doses crescentes de nitrogênio e potássio; e na estação seca a eficiência de suplementação com fontes proteicas da silagem de cana-de-açúcar, para engorda a baixo custo das categorias de vaca, novilha e bezerro.

2 HIPÓTESES E OBJETIVOS

2.1 HIPÓTESES

2.1.1 Experimento 1

Doses crescentes de adubação de plantas forrageiras elevam de forma quadrática a produção de massa, a capacidade de suporte e a qualidade das forrageiras estudadas.

2.1.2 Experimento 2

A suplementação de animais da categoria de cria, com duas fontes de proteína vegetal (farelo de soja e farelo de algodão) resultam em desempenho animal semelhante.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Experimento 1

Quantificar o efeito de doses crescentes de adubação com nitrogênio e potássio na taxa de lotação e qualidade nutricional, de pastagens de capim-marandu e capim-mombaça, na produção animal durante o verão e outono.

2.2.2 Experimento 2

Verificar o desempenho animal, durante a época da seca, com a suplementação da silagem de cana-de-açúcar com duas fontes de proteína de origem vegetal na engorda de vacas, novilhas e bezerros.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 A PLANTA FORRAGEIRA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO

A produção forrageira é determinada pela biomassa viva acumulada durante o crescimento da planta, sendo constituída de inúmeros perfilhos, que são suas unidades básicas. O entendimento da morfologia e suas interações com o meio torna-se necessário quando se trabalha com altas produções forrageiras. A partir do perfilho são desenvolvidos vários tecidos que compõem a gramínea, com a diferenciação de folhas, colmo, gema axial e sistema radicular (HODGSON, 1990). Cada perfilho, ainda, é constituído por várias sequencias de fitômeros, um em cima do outro e em fases de desenvolvimento diferente. O fitômero é caracterizado pela presença de nó, entrenó, gema axilar e folhas, com lígula, bainha e lâmina foliar, e alguns fitômeros basais podem apresentar raízes (TAIZ; ZEIGER, 1999).

As principais e primeiras estruturas que são formadas em um fitômero são os primórdios foliares, e o desenvolvimento e acúmulo dos fitômeros (expansão foliar, alongamento e espessamento dos nós e entrenós) resultando no acúmulo de biomassa. A dinâmica de crescimento destas estruturas permite às gramíneas, persistência durante longo espaço de tempo, adaptando-se ao pastejo e mudanças sazonais na estrutura do dossel (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; MATTHEW et al., 2000).

Os processos de crescimento e desenvolvimento destes tecidos são descritos pela morfogênese, que é caracterizado pelos processos de formação e modificação das estruturas do dossel, caracterizado pelo crescimento, senescência e decomposição destes tecidos. Estes processos são amplamente descritos em plantas de clima temperado, mas, relativamente recentes em forrageiras tropicais. Entretanto, é observado grande similaridade no comportamento da planta em seu desenvolvimento, o que auxilia no desenvolvimento de estudos comparativos (HODGSON; Da SILVA, 2002).

O desenvolvimento dos tecidos é regulado por fatores ambientais, densidade de perfilhos, e a interação destes fatores determinam o ritmo de alongamento das folhas e as taxas de senescência (CHAPMAN; LEMAIRE; 1993). Para o desenvolvimento de estratégias de manejo que elevem a produtividade das plantas forrageiras há necessidade de se conhecer sua ecofisiologia, que é o estudo da relação entre os mecanismos fisiológicos associados com

as observações ecológicas, ou seja, a resposta fisiológica ao meio ambiente. Este estudo procura entender os mecanismos de crescimento, reprodução, sobrevivência, senescência e distribuição geográfica, e como estes processos interagem com o meio químico, físico e biótico (LAMBERS et al., 1998). Dessa forma, o conceito de ecofisiologia envolve os mecanismos de competição dentro de uma mesma população ou comunidade e suas consequências sobre a dinâmica estrutural nos mecanismos de desfolha. O modo como ocorre o desenvolvimento das folhas, colmo e raízes, são consequências da intensidade e frequência de desfolha, e da interação entre a desfolha e fatores ambientais, como fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, intensidade luminosa e características específicas de cada tipo de pastejo (LORETTI, 2003).

3.2 ACÚMULO DE FORRAGEM

Para um bom manejo de pastagem é importante estimular a rápida cobertura do solo, elevando a produção de massa e reduzindo as chances de aparecimento de plantas daninhas. A capacidade da planta em responder à desfolha depende em grande parte, da quantidade de folha residual após o pastejo. Em situações onde o dossel ultrapassa sua altura de pastejo ideal, ou seja, quando ocorre alto IAF (índice de área foliar), as folhas que não receberam alta luminosidade, apresentam capacidade fotossintética reduzida, e baixa capacidade de se adaptar a níveis altos de luminosidade. Dessa forma, apesar da alta luminosidade após o corte, essas folhas não desempenham boa rebrota, apresentando desenvolvimento inicial lento (PRIOUL et al., 1980). Somente após a expansão de folhas novas, estas irão contribuir para uma elevação da capacidade fotossintética, e produção de massa (NABINGER, 1997). O IAF indica a relação entre a área total de folhas sobre uma determinada área solo (LARCHER, 1995).

A quantidade de IAF residual é resultado da intensidade de desfolha utilizada, que pode ser determinada pela lotação utilizada ou pela altura residual alvo de manejo. Em situações onde ocorre alta intensidade de pastejo, com grande remoção de tecido fotossinteticamente ativo a rebrota depende inicialmente de tecido de reserva. Com isso, observa-se perda inicial de massa de forragem (balanço negativo de C), que se tornará positivo quando a assimilação de C (carbono) pela planta for maior que a soma das taxas

respiração e senescência. Portanto, quanto mais severa for a desfolha, maior será o balanço negativo inicial e maior tempo para a completa cobertura do solo (PARSONS et al., 1988; NABINGER, 1997).

O método de pastejo com lotação intermitente existe uma diferença considerável na fotossíntese líquida (diferença entre a taxa fotossintética e respiração da planta) e taxa de crescimento durante a fase de rebrota. Nesse método de pastejo, a desfolha ocorre de forma abrupta, portanto a capacidade fotossintética logo após o corte é menor que em sistema com lotação contínua, onde o IAF é mantido mais alto (KING et al., 1984; PARSONS, 1988). O acúmulo líquido de forragem é definido como o balanço entre a taxa de crescimento e a taxa de senescência e decomposição de tecido. Desse modo, o crescimento representa a produção de massa (acúmulo de C), e a senescência e decomposição representa a ineficiência no processo de colheita (HODGSON et al., 1981). A produção de massa de forragem durante o ciclo de pastejo foi demonstrado por Brougham (1957) e Hodgson et al. (1981), onde as fases de crescimento foram separadas em três, sendo a primeira fase crescimento exponencial com o tempo, altamente influenciada pela IAF residual, tecidos de reserva e disponibilidade de nutrientes. A segunda fase apresenta alta capacidade de acúmulo e constância. Nesta etapa, a competição por luminosidade ganha relevância, principalmente quando o dossel está próximo da completa interceptação luminosa. Na terceira fase, já com a completa interceptação luminosa, tem início a queda nas taxas de acúmulo líquido, causado pela redução na taxa de acúmulo e aumento nas taxas de senescência, provocado pelo sombreamento (HODGSON et al., 1981).

A partir disso, surgiram ideias de estudar a combinação entre intensidade e frequência de desfolha, pois estes fatores modificaram bastante a curva de acúmulo de massa (BROUGHAM, 1955). Com isso, iniciaram-se trabalhos com interceptação luminosa, cujos resultados mostram que plantas submetidas a IL (interceptação luminosa) acima ou abaixo de 95%, promoviam redução de produtividade de massa de forragem. A partir do momento em que a planta atinge 95% de IL, as folhas inferiores, sob ação do sombreamento apresentam queda da atividade fotossintética e o balanço entre produção de massa e consumo apresentava-se equivalentes, nas taxas de acúmulo líquido. Neste ponto as taxas de respiração e fotossíntese estão próximas, sendo considerado o IAF ótimo, resultando em um aumento significativo de ganho de produtividade (WILSON; MCGUIRE, 1961).

O IAF não é o único fator que afeta a interceptação luminosa, o arranjo espacial do dossel também é um fator importante, e em cada espécie há um comportamento diferente. Planta que tem suas folhas dispostas verticalmente, chamadas de cespitosas, tem IAF maior

para atingir a máxima interceptação luminosa, portanto são mais produtivas quando em condições de alta luminosidade ou cortes menos frequentes. Plantas com habito de crescimento decumbente, como as plantas do gênero *Brachiaria*, tendem a interceptar 100% da luz, com menor altura, pelo fato de suas folhas serem mais horizontais, neste caso a melhor eficiência de produção de massa é encontrada em condições de intensidade luminosa baixa ou frequência de cortes menores (RHODES, 1973).

De modo geral, quando o pastejo é realizado nas mesmas condições, e a IL for de 95%, o valor nutritivo das diversas forrageiras praticamente não é alterado, sendo caracterizado por níveis de proteína bruta na faixa de 14 a 18%, e digestibilidade da MS (matéria seca) de 60 a 70% (BUENO, 2003; DIFANTE, 2005). Para melhorar o valor nutritivo uma sugestão é utilizar valores de IL menor que 95% assim, haverá o consumo de folhas mais jovens e valor nutricional melhor, sendo uma estratégia para maximizar o ganho de peso em determinadas situações, porém o uso contínuo desta estratégia levaria a pastagem para situações de degradação pelo aumento na mobilização de reservas (BARBOSA, 2004).

Estratégias para melhorar a eficiência de produção de forragem vêm sendo desenvolvidas, no entanto, parte desse conhecimento é subutilizada. Apesar do grande potencial de produção, ainda não existe uma preocupação no ajuste do manejo da pastagem para cada situação. A manutenção de altas produtividades e qualidade só pode ser alcançada com o monitoramento dos processos de crescimento, senescência e consumo da forragem. Além do nível de oferta, a forma como a forragem é ofertada aos animais (estrutura do dossel) influencia bastante o habito de consumo. Portanto, o uso da técnica de IL a 95% tem se mostrado efetivo em reduzir o desenvolvimento de colmos e aumento no acúmulo de forragem de qualidade (CARVALHO et al., 2007; Da SILVA, 2007).

3.3 QUALIDADE DAS PLANTAS FORRAGEIRAS NO SISTEMA TROPICAL

A baixa produtividade das pastagens brasileiras, acompanhada pela qualidade nutricional é um importante fator que limita a produção de carne no Brasil.

As plantas forrageiras apresentam em média cerca de 50 a 80% da sua parte aérea composta por parede celular, uma vez que as gramíneas são a principal forma de obtenção de alimento pelos ruminantes, seu sistema digestivo foi adaptado por longas gerações para

digerir a parede celular das forragens. Através da associação com microrganismos dentro de uma câmara fermentativa, o rúmen, a parede celular pode ser digerida, no entanto dependendo da qualidade da fibra, menos de 50% desta fração consegue ser utilizada pelo animal. Assim, a qualidade desta fibra é fator importante do desempenho dos animais em pastejo (BUXTON, 1997).

Quando se observa a alta capacidade de produção de biomassa das forrageiras tropicais, isto é devido a seu metabolismo fotossintético ser do tipo C₄. Essa adaptação garante a planta forrageira utilizar mais eficientemente dos recursos disponíveis para produção de massa (WEDIN, 2004). No entanto, essa característica não garante a qualidade nutricional, quando comparamos com plantas forrageiras de ciclo fotossintético C₃, havendo grande divergência na qualidade nutricional devido à alta taxa de senescência e baixa degradabilidade ruminal. As gramíneas possuem mais tecido com lenta degradação como xilema, epiderme e células da bainha vascular, e menos tecidos de rápida degradação, como mesófilo e floema (VAN SOEST, 1994). Também, devido à concentração da enzima rubisco nas células da bainha vascular e pela maior eficiência fotossintética, as folhas de gramíneas C₄ possuem menor concentração de proteína que em gramíneas C₃ (MULLAHEY et al., 1992).

As avaliações de digestibilidade dos tecidos que compõem a forrageira tem sido realizado por secções transversais da lamina foliar e do colmo e incubados em líquido ruminal (CHESSON et al., 1986; LEMPP et al., 1998). Os microrganismos ruminais colonizam grande parte dos tecidos, com digestão primeiramente nas células do mesofilo e floema, por possuírem apenas uma parede delgada e não lignificada, estes tecidos são degradados em partículas pequenas e rapidamente digeridos (AKIN et al., 1973). A taxa de digestibilidade das células do mesofilo facilita o acesso dos microrganismos às células da bainha parenquimática, que estão envolvidas pelo mesofilo, essa característica é importante, pois este tecido apresenta aproximadamente 50% da proteína das folhas e alta proporção de amido, entretanto, devido a grande espessura dessa parede, estas células apresentam baixa taxa de digestão. Logo, pode ocorrer escape ruminal destas células que não foram rompidas ou degradadas pelos microrganismos. Esclerênquima e xilemas, que fazem parte da parede secundária, e mais espessa, contribuem bastante para a baixa digestibilidade da forragem em geral (AKIN, 1989; WILSON, 1993).

Tecidos com baixa digestibilidade formam uma malha no interior do rúmen, formado por partículas grandes, com alta lignificação e baixa acessibilidade de micro-organismos ruminais, grande parte destas partículas são formadas por tecido do esclerênquima e do xilema. Através destes trabalhos foi sugerida a divisão dos tecidos foliares de gramíneas C₄

por sua característica de digestibilidade, portanto tecidos com rápida digestibilidade (mesofilo e floema), de lenta ou parcialmente digestível (epiderme e células da bainha do feixe vascular) e indigestível (esclerênquima e xilema), associados à lignina, que é reconhecidamente uma limitante na digestibilidade (AKIN, 1989).

O potencial de degradação das forrageiras *in vitro* de diferentes tecidos da lamina foliar, mostra que com o avanço da idade da folha, há redução significativa na taxa de degradação da parede celular, principalmente pelo arranjo mais adensado das células e elevada espessura das paredes celulares, que geralmente se apresentam lignificadas, impedindo o acesso das bactérias ao citossol, local de armazenamento de compostos com alto valor nutricional. (WILSON; MERTENS, 1995; PACIULLO, 2002).

A adubação nitrogenada tem forte impacto sobre na qualidade nutricional do pasto, afetando a relação C/N (carbono/Nitrogênio) na planta. A relação C/N tem alta correlação com a digestibilidade do material. Sniffen et al. (1992) classificaram as formas de presença de N (nitrogênio) na planta em cinco frações. A fração A, é caracterizada pelo N não proteico, com alta digestibilidade no rúmen, e normalmente acumula-se em condições de altas doses de adubação, quando a planta não consegue assimilar todo o N absorvido; a fração B₂ compõe parte da proteína que não é solúvel, não faz parte da parede celular, não tem N não proteico e é considerada de média degradação; fração B₃ representa parte da proteína que está aderida à FDN (fibra indigestível em detergente neutro), mas com taxa de degradação muito lenta; e a fração C, que é indisponível, está na FDA (fibra indigestível em detergente ácido), associado à Lig (lignina), complexada ao tanino e produto da reação de Maillard, que tem baixa degradabilidade ruminal.

3.4 *PANICUM MAXIMUM* CV. MOMBAÇA

O capim-mombaça é uma das plantas forrageiras mais utilizadas no Brasil, em sistemas intensivos de pastejo, por sua alta produtividade e resistência ao ataque da cigarrinha das pastagens. É uma planta perene, ereta, cespitosa, de sistema radicular profundo, altura variando de 0,6 a 2 metros, folhas larga com em média 30 mm, limbo foliar verde escuro com 35 mm de largura e pouca pilosidade (SKERMAN; RIVEROS, 1992). A planta pertencente à família Poaceae (gramíneas), gênero *Panicum*, espécie *Panicum maximum* Jacq. apresenta

cerca de 81 gêneros e mais de 1460 espécies. Foi reclassificada como *Urochloa maxima* (Jacq.) R.D. Webster (ALISCIONI et al., 2003), retomando a classificação de Webster (1987); porém ainda é muito conhecida por sua classificação antiga.

De origem africana, os primeiros capins do gênero *Panicum* chegaram ao Brasil através de embarcações de escravos vindos da África (século XVIII), que utilizavam a palhada de capim como cama para escravo. Após o desembarque, as camas utilizadas pelos escravos eram descartadas e assim, o material necessário para a proliferação da espécie teve a oportunidade de se desenvolver em solos brasileiros. A forrageira encontrou condições edafoclimáticas semelhantes às encontradas na África e se proliferou por quase todo continente (PARSONS, 1972).

Há inúmeras denominações que foram apresentadas aos capins do gênero *Panicum*, sendo a mais conhecida foi a do Colonião, que foi uma das primeiras cultivares a se adaptar e se disseminar no continente, mas há muitas outras conhecidas como: capim-Búfalo, capim-Guiné, “Green panic”, guinezinho, Tobiatã, Colonião, colonião de Tangânia, entre inúmeros outros (ARONOVICH, 1995).

Através de um convênio entre a EMBRAPA (CNPGC), Campo Grande, MS, e o Instituto Francês de Pesquisa Científica para o desenvolvimento da Cooperação (ORSTOM), foi promovido um programa de melhoramento genético que, através de materiais genéticos coletados na cidade de Korogwe, na Tanzânia, resultou no lançamento do cultivar Mombaça em 1993 no Brasil, sendo classificada como BRA-006645 (SAVIDAN, 1990).

Esta planta forrageira é muito responsiva as condições ambientais, sendo a temperatura e pluviosidade os elementos mais importantes para seu crescimento. Por isso, apresenta estacionalidade de produção muito evidente durante o ano em locais com altas latitudes (VALLENTINE, 1990). A variação na temperatura média durante o ano, afeta diretamente o metabolismo da planta, principalmente a fotossíntese e absorção e translocação dos nutrientes (EASTIN, 1984; SILVA, 1995). A pluviosidade é apontada como mais importante no seu crescimento, e em regiões com chuvas a partir de 760 mm, já há condições para o seu desenvolvimento, mas em condições de pluviosidades acima de 1200 mm por ano, são encontradas as condições ideais para seu desenvolvimento (MELLO, 2002).

O florescimento ocorre sempre nos períodos do ano onde ocorre a diminuição do dia, que no sudeste coincide com os meses de abril a maio. Descritas como planta de dia curto quantitativo, a floração se concentra em uma faixa curta de tempo (30 dias), produzindo cerca de 140 kg de sementes por hectare (JANK, 1995).

O capim-mombaça é considerado uma planta forrageira tropical com maior capacidade de acúmulo de MS por área, podendo chegar a 33 t MS ha⁻¹ ano (JANK, 1995), e segundo Herling et al. (2000), em condições ideais de manejo de solo e planta, pode-se chegar a mais de 50 t MS ha⁻¹ ano.

Aliado ao grande potencial produtivo, quando bem manejado apresenta bom valor nutritivo, tendo boa aceitabilidade pelos ruminantes (ZANINE, 2008). Estas qualidades proporcionam lotações que podem atingir de 12 a 15 UA ha⁻¹ no verão e 3 a 4 UA ha⁻¹ no inverno e ganhos entre 1600 a 2000 kg PV ha⁻¹ ano (CORSI; SANTOS, 1995).

Para encontrar a melhor produção de forragem, é importante que o manejo da pastagem, evite desfolhas intensas, pois essa forrageira concentra grande parte de suas folhas residuais na região intermediária e superior da cobertura vegetal (MARTHA JÚNIOR, 2003). Desse modo, em condições de desfolha intensa, a planta não é capaz de maximizar a rebrotação, com a recuperação rápida, em razão do baixo IAF residual, não sendo raro encontrar níveis abaixo de 1,0 (MELLO, 2002).

Pesquisas recentes avaliaram o efeito da combinação entre intensidade e intervalo entre pastejo sobre a produtividade da forrageira, composição morfológica e valor nutritivo ao longo dos ciclos de pastejo, estas pesquisas demonstram que o ponto-ótimo de desfolha do capim-mombaça está no momento em que a altura do dossel intercepta 95% da luminosidade solar, e isso é alcançado sempre quando a planta está com aproximadamente 90 cm de altura, e também através destas avaliações foi encontrado a altura de resíduo pós pastejo, que fica na altura 30 cm, assim a planta desempenha uma rebrotação vigorosa. O uso desta tecnologia elevou muito a produtividade e a longevidade da pastagem no sistema tropical (DA SILVA, 2009).

3.5 *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. MARANDU

As plantas do gênero *Brachiária* são consideradas as mais adaptadas à diversidade de condições ambientais brasileiras. Com ampla distribuição e aceitação pelos animais, é a base para a produção brasileira de carne. O capim-marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich. Webster var. Marandu)), é uma forrageira de alta produção. Também de origem Africana, seu material genético foi coletado pela estação de investigação em pastagens do

Zimbabwe, em Marondera (DETOMINI, 2008), sendo lançado pela EMBRAPA (CNPGC), Campo Grande, MS, em 1984, e inicialmente introduzida na região de Ibirema, SP.

Sua disseminação no território brasileiro foi muito rápida, no ano de 1994, quando as pastagens do gênero brachiária ocupavam 80% das áreas com pastagens cultivadas, o capim-marandu representava 50 % deste total, já em São Paulo eram 74% (SANTOS FILHO, 1996). O capim-marandu é considerado uma planta intermediária entre decumbente e cespitosa, pois apresenta colmos iniciais prostrados, mas com perfilhos predominantemente eretos, podendo chegar entre 1,50 a 2,5 m, sua inflorescência atinge 40 cm e geralmente apresenta 4 a 6 ráceros equidistantes em seu eixo (NUNES, 1984).

Está entre as forrageiras mais adaptadas a diversidade encontrada nas regiões brasileiras, suportando até 760 mm de chuva anual e até seis meses de estiagem, mas, para expressar todo seu potencial produtivo exigem pelo menos 1000 mm de pluviosidade anual (SOARES FILHO, 1994). A temperatura ótima para seu desenvolvimento está entre 30 e 35°C, e a temperatura-base inferior fica na faixa de 15 a 18,6° C (RODRIGUES, 2004; LARA, 2007; CRUZ et al., 2011).

Além da alta capacidade de produção de forragem, o capim-marandu foi selecionado por sua característica de resistência ao ataque da cigarrinha das pastagens, por isso foi muito disseminado no centro-oeste e norte do país, mas o que não se sabia, era que nestas regiões, a planta desenvolvesse uma doença, a “síndrome da morte súbita” que ocorre em locais onde há alagamentos temporários. Esta planta é vulnerável ao ataque de fungos que se desenvolvem na presença de umidade excessiva no solo, com isso, ocorre o amarelecimento das folhas e posteriormente morte da planta (ANDRADE; VALENTIM, 2007).

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos sobre a ecofisiologia do capim-marandu, para melhor entendimento dos mecanismos de crescimento e senescência. Estes estudos visam determinar a ponto onde se consegue maximizar a produção do capim e os trabalhos mostram que a altura ideal para a coleta da planta está em 30 cm de altura e com resíduo de 15 cm pós pastejo (TRINDADE, 2007; DIFANTE, 2011).

3.6 USO DE NITROGÊNIO EM PASTAGEM

O suprimento de N é o fator que mais impacta na produtividade das plantas forrageiras, compõe cerca de 78% do ar atmosférico. Nos solos tropicais está presente em baixas concentrações, afinal, este mineral não é extraído de rochas, como grande parte dos minerais do solo (CANTARELLA, 2007). O potencial de resposta das plantas forrageiras à adubação de N é expressivo na produção de MS. Estudos reportam aumento linear na produção de matéria verde quando se aplica doses de 400 até 800 kg ha⁻¹ de N (CORSI; NUSSIO, 1994; LUGAO, 2003; RODRIGUEZ, 2012). Apesar disso, no Brasil, a utilização da adubação de pastagem ainda é muito reduzida. As áreas de pastagens ocupam cerca de 170 milhões de hectare, por volta de 20% do território brasileiro, quatro vezes mais que as culturas de soja e milho juntas, no entanto, consome 28 vezes menos fertilizante que estas culturas (ANDA, 2013). De acordo com Vilela et al. (2004), entre os anos de 1994 e 2002, as pastagens brasileiras receberam em média apenas 4 kg ha⁻¹ de NPK (Nitrogênio : Fósforo : Potássio), enquanto que a cana-de-açúcar utilizou 100 vezes mais.

O N em sua forma primária é encontrado na forma de N₂ (gás nitrogênio) que é sua forma molecular mais estável e não pode ser absorvido diretamente pelas plantas. Portanto, as principais formas de se obter N no solo esta na transformação de N₂ atmosférico em ácido nítrico por descargas elétricas, por meio da fixação direta pela simbiose entre microrganismos e plantas leguminosas ou pela adição de fertilizantes nitrogenados. No solo, o N pode ser absorvido pelas plantas, apenas na forma mineral de NH₄⁺ (amônio) e NO₃⁻ (nitrato). Por ser um cátion, a forma iônica do amônio, permanece no solo adsorvido pelas cargas negativas do solo, já o NO₃⁻, não é adsorvido pelas cargas negativas do solo, ficando livre na solução do solo, susceptível ao processo de lixiviação (MARSCHNER, 1995).

Na planta, o N é transformado em uma forma amoniacal, se ligando aos compostos em centenas de aminoácidos, participando de inúmeras reações, sendo componente importante e essencial ao processo de crescimento vegetal, principalmente na molécula de clorofila. Componente dos ácidos nucleicos, a clorofila é indispensável para o crescimento e desenvolvimento de todos os tecidos vegetais (BRADY, 1989; HOPKINS, 1995; MARSCHNER, 1995; NABINGER, 1997; TAIZ; ZEIGER, 1998). A concentração de clorofila na folha está diretamente correlacionada com o teor de N em sua parte aérea. Estudos mostram que a coloração da planta é um ótimo indicador do status nutricional da

planta. O clorofilômetro (leitura em SPAD) é um aparelho que utiliza um método indireto para obter o nível de N na planta e por isso, não é destrutivo e obtém uma leitura instantânea do nível de proteína na planta (MONTEIRO, 1980; ARGENTA et al., 2001).

Nas plantas forrageiras o nutriente promove desenvolvimento da parte aérea, com o aumento na densidade perfilhos, tamanho de folha e colmo, aumento do sistema radicular. Consequentemente, há elevação na superfície de absorção da planta no solo e maior capacidade de assimilação de C (CORSI, 1984; BONFIM-DA-SILVA, 2006; MANARIN, 2000; SARMENTO, 2005; SILVEIRA, 2005). O uso de adubação nitrogenada modifica a composição bromatológica da planta, propiciando a elevação do teor de proteína bruta e reduzindo o teor de parede celular e lignina, assim, elevando o consumo de MS da forragem (WHITNEY, 1974).

De qualquer forma, a resposta da planta para adubação com N é variável, e depende de muitos fatores, sendo que a rebrotação após a desfolha não é determinada diretamente pelas reservas de carboidratos, mas sim pela reserva de N e sua capacidade de reciclagem. De acordo com Lemaire e Chapman (1996), a redução dos teores de carboidratos solúveis na planta após a rebrotação ocorre devido a perdas por respiração e pouca mobilização pela síntese de novos tecidos, portanto a eficiência taxa de expansão de folhas novas após a desfolha é devido à alta resposta ao N presente na planta e no solo.

O uso de fertilização em pastagem é imprescindível para manter a mínima condição para o desenvolvimento da forrageira, assim, sistemas onde não há correção dos níveis de fertilidade, a produtividade tende a cair ano após ano, acarretando na degradação das pastagens e posterior do solo. Portanto, para manter a sustentabilidade da produção forrageira, o uso de adubação torna-se necessária. Euclides (2007) observou que pastagens adubadas com 50 kg N ha⁻¹ mantiveram níveis estáveis de produção durante três anos, no quarto ano foi necessário o incremento na dose de N, para 100 kg por ha⁻¹.

No entanto, o uso de fertilizantes nitrogenados é afetado pelas condições de aplicação, sendo que a eficiência de transformação de N no solo em massa de forragem apresenta grande variação em função do manejo adotado, onde é encontrada uma amplitude de 5 a 90 kg de MS por kg de N. Em média, a eficiência está em 26 kg MS por kg N, sendo que as melhores eficiências são encontradas, quando são utilizadas doses de até 150 kg N ha⁻¹ ano (SANTOS, 2003; LUGÃO, 2003). Essa eficiência vai depender de inúmeros fatores, tais como: espécie forrageira, fertilidade do solo, histórico de uso do solo, manejo de pastagem adotado, fonte de N aplicado, parcelamentos da aplicação, e ainda fatores do clima e solo da região (MARTHA JUNIOR, 2004).

Com a utilização de marcadores, foi verificada uma recuperação média do N aplicado no solo é de 29%, 39% e 72%, para parte aérea, sistema radicular + solo e para o sistema solo-planta, respectivamente. Há grande amplitude de resultados, influenciados por diversos fatores, mas deve-se levar em consideração que quando se avalia apenas a parte aérea, essa análise é imediatista, não contando com a interação dos componentes de produção de pastagem. Assim, as perdas de N no sistema solo-planta devem ser mais bem entendidas para a elaboração de estratégias que reduzam as perdas de N no solo.

A eficiência na recuperação do N aplicado vai depender dos processos de perda que ocorrem naturalmente nos sistemas de pastejo. As formas de perdas do N no sistema solo-planta podem ocorrer devido à erosão, lixiviação ou volatilização. Perdas por erosão são caracterizadas por escorrimentos superficiais, que ocorrem em maior frequência em solos em processo de degradação, já que em pastagens bem manejadas as perdas não ultrapassam 5 kg por ha⁻¹ (SPAIN; SALINAS, 1985; STEELE, 1987). A lixiviação não deve ser encarada com preocupação em sistemas intensivos, visto que as perdas não passam de 5% em análises até 30 cm de profundidade, onde se situam praticamente 80% do sistema radicular. Porém, a lixiviação poder ser um problema em solos com alta pluviosidade e baixa CTC (capacidade de troca catiônica), estas condições favorecem a passagem do nutriente para profundidades onde não há capacidade de absorção pelas raízes (BARTHOLOMEW, 1971).

As perdas por volatilização devem ser encaradas com maior preocupação, variando em função do manejo adequado e muito influenciado por fatores climáticos. A volatilização de N-NH₃ é um processo de transformação do fertilizante na forma sólida, para a forma gasosa (NH₃), perdendo-se para a atmosfera. Esse fenômeno é acelerado por enzimas presentes no solo, que promovem a urease, produzindo NH₄⁺. O íon amônio (NH₄⁺) é constantemente formado naturalmente no solo através da mineralização da matéria orgânica e pela hidrólise dos fertilizantes amídicos e amoniacais. Conforme já dito anteriormente, a variação nos resultados é muito grande, e grande parte dessa perda ocorre com a fonte de N na forma de ureia.

A ureia é a fonte de N mais utilizada, pelo seu baixo custo, suas perdas situam entre 10 a 25%, no entanto, em casos extremos, as perdas podem chegar a 80% do N aplicado. A pluviosidade tem influencia muito grande na volatilização, pois acelera o processo de quebra em NH₄⁺, sendo necessário pelo menos 20 mm de chuva para a solubilização da ureia e penetração no solo (MARTHA JUNIOR et al., 2004).

A fim de reduzir as perdas de N no solo simples práticas de manejo podem ser aplicadas, aumentando a eficiência da utilização do adubo pelo vegetal e assim, sua

produtividade. Dentre as quais podem se citadas: parcelamento das aplicações de fertilizante, aplicação em épocas com alta pluviosidade, escolha de fontes com baixa volatilização (Nitrato de Amônio, Sulfato de Amônio), misturas com fontes menos voláteis (Uran), revestir os grãos de ureia com minerais ou polímeros e o uso de inibidores da enzima urease (MARTHA JUNIOR et al., 2004; CANTARELLA, 2008).

Quando se compara as adubações com fontes de N, no desempenho e produtividade de animais em pastejo, pouca ou nenhuma diferença é encontrada, portanto, quando o N na forma de ureia é utilizado, manejo que promovam a máxima utilização pela pastagem, dificilmente outra fonte de N será competitiva frente à ureia, no entanto, deve-se ressaltar a melhor eficiência de fontes com baixa volatilização quando utilizado em épocas de baixa pluviosidade ou quando ocorrem veranicos (PRIMAVESI, 2001).

Outra forma de maximizar a utilização do N na planta é oferecendo o suprimento adequado de S (enxofre) e conseqüentemente aumento na produção de MV (massa verde). O S está intimamente ligado ao metabolismo de proteínas e em média, está presente na planta em uma relação 15:1 (N:S), sugerindo que a cada 15 kg de N aplicado no solo, deve haver pelo menos 1 kg de S disponível para a planta (WERNER et al., 1996).

3.7 USO DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA

É o segundo mineral mais extraído pelas plantas forrageiras. A principal fonte de potássio utilizado para adubação é o cloreto de potássio (60 % K_2O). Está presente no solo de quatro formas, a fonte primária deste mineral são as rochas ígneas, feldspato e duas micas – mucovita e biotita, os minerais secundários onde é encontrado o potássio são as argilas do tipo 2:1 – illita e montmorilonita, o potássio trocável está em uma pequena parte de potássio solúvel, que está presente na solução do solo (RAIJ, 1991).

A absorção deste mineral ocorre na solução do solo na forma de K^+ , essa absorção depende principalmente da difusão do elemento na solução do solo, através de diferença no gradiente de concentração entre a raiz e o meio; em menor proporção por fluxo de massa e com pouca significância, por interceptação radicular (RAIJ, 1991).

Nas plantas forrageiras, este mineral desempenha várias funções, como o processo de regulação do potencial osmótico das células, fotossíntese, através da abertura dos estômatos, é

ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, participa na translocação de carboidratos, aumenta a resistência à salinidade, geada, seca, doenças e ao acamamento e confere qualidade aos produtos (EPSTEIN, 1972; MARSCHNER, 1995; TAIZ, 1998).

A exigência de potássio para o ótimo crescimento das plantas varia de 20 a 50 g kg⁻¹ MS do vegetal (MARSCHNER, 1995). Em casos de escassez do nutriente no solo ou mesmo pela deficiência de absorção, as plantas apresentam colmos finos, pouca resistência, acamando facilmente, folha pouco desenvolvida, folhas amareladas e com necrose nas pontas, reduzida resistência à secas e ao ataque de pragas (RAIJ, 1991).

Em áreas destinadas ao cultivo de plantas forrageiras onde ocorre a extração total da planta (produção de silagem, capineiras ou feno), deve haver maior atenção na reposição deste nutriente. As plantas forrageiras em geral tem alta capacidade de extração do potássio no solo. Em situações de pastejo, a ciclagem do nutriente é maior pelo fato de haver o retorno do nutriente na forma de fezes, urina e através da própria decomposição das folhas no solo. O retorno do potássio ao solo foi estimado em 85% de todo alimento que foi ingerido no pastejo (SPAIN; SALINAS, 1985). Também foi verificado que vacas altamente produtivas excretam 80% do potássio na urina e 10% nas fezes, estando o elemento prontamente disponível para absorção das plantas, reduzindo a necessidade de adubação (TALLOWIN; BROOKMAN, 1988). Entretanto, através da análise do comportamento dos animais em pastejo, foi verificado que a distribuição das excretas não é uniforme, concentrando-se em determinadas áreas específicas do piquete (HAYNES; WILLIAMS, 1993). Nestas situações há menor extração do mineral, exigindo um incremento nas doses do nutriente (MONTEIRO; WERNER, 1980).

3.8 RELAÇÃO NITROGÊNIO : POTÁSSIO

O uso da fertilização com N muitas vezes, não apresenta respostas esperadas pelo nível reduzido de potássio disponível, sugerindo que para o aumento na produtividade, haja aumento progressivo na extração de potássio (VICENTE-CHANDLER, 1962). Este autor, conduzindo experimento com doses de potássio no capim-colonião, constatou que a adição de potássio proporcionou aumentos significativos na produção de MS.

Vários experimentos foram executados para melhor entendimento da demanda de potássio pelas plantas forrageiras em sistemas com alto nível de adubação com N. Para isso,

foram testadas diversas combinações entre doses de N e K. Esses trabalhos reportam que o incremento de potássio eleva a produtividade de forragem (MONTEIRO, 1980; CARVALHO, 1991; MARTINS, 1997; FERRAGINE, 1999; COSTA, 2008). Com isso, nota-se a importância para a nutrição de plantas forrageiras da suplementação de potássio, caminhando junto com a adubação nitrogenada, estabelecendo relações entre 1,5 a 3,0 kg K₂O para cada 4,0 kg de N, entretanto, não se pode generalizar o uso destas relações, pois devem conhecer melhor as exigências para cada espécie, nível de produção e suas condições nos variados solos.

Uma recomendação muito utilizada atualmente em sistemas de pastejo é a porcentagem de saturação do potássio na CTC. A melhor recomendação seria sobre o potássio trocável. Para isso, a recomendação de potássio está entre 2 a 4% da CTC. Acima deste nível, elevariam muito o potencial de perdas por lixiviação, e não havendo incremento na produção de forragem (RAIJ, 1991; COUTINHO, 2004).

3.9 SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO

Intensificar significa obter o maior rendimento por unidade de recurso produtivo disponível, sendo vários os fatores disponíveis para se intensificar um sistema de pastagem, dentre os quais estão a adubação de pastagem, divisão de piquetes, através do sistema rotacionado, irrigação e suplementação. Essas ferramentas auxiliam na elevação da lotação animal e na propriedade durante o ano (DA SILVA, 2006).

Os sistemas intensivos sempre se apresentam como as melhores alternativas para sistemas pecuários quando comparado com sistemas tradicionais (PÖTTER, 2000). Lima Filho (2013), através de um levantamento sobre a rentabilidade das atividades agropecuárias, mostra que o uso de tecnologia eleva de -1,5 % para 1,4% a rentabilidade da cria, ainda que, utilizando baixos índices zootécnicos frente ao potencial de produção disponível para uso. Em trabalho realizado por Correa et al. (2001), comparando um sistema extensivo, com o sistema intensivo, mostrou que a elevação em cinco vezes da lotação, não apresentou benefícios para o desempenho animal, porém, elevou a produção por hectare.

Na década de 70, quando surgiram plantas forrageiras com maior capacidade produtiva, houve um salto de produção de carne no Brasil. Nessa época, ocorreu uma

expressiva substituição das espécies forrageiras nativas, com baixo potencial produtivo, por espécies do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, com alta capacidade de produção de forragem. A capacidade produtiva das pastagens foi elevada, com o aumento em quatro vezes na taxa de lotação e de 2,5 vezes o ganho de peso, apenas com a substituição das plantas forrageiras. Na última década o elevado potencial de produção das pastagens tropicais tem sido ressaltado e justificado pela disponibilidade de espécies forrageiras extremamente produtivas e adaptadas às condições de clima e pastejo (DA SILVA, 2006).

Quando se analisa a cria, muitas vezes é uma categoria ignorada para sistemas mais intensivos de produção. No entanto, é a categoria que ocupa o maior percentual em área na bovinocultura de corte. Estas áreas geralmente caracterizadas pela baixa fertilidade do solo e baixa adesão as tecnologia, refletindo nos baixos índices produtivos. Em fazendas de cria é normal encontrar novilhas que entram na estação de monta com 36 e 48 meses, e tem baixa repetição de prenhez durante os anos, esta situação é um reflexo do baixo planejamento alimentar para esta categoria. Um dos principais fatores que reduzem a eficiência da categoria é a falta de novilhas para a reposição das matrizes de descarte (HOFFMAN, 1992).

O principal objetivo da cria é a produção de bezerros, portanto, o sistema intensivo propicia elevação no número de bezerros por unidade de área (kg bezerro/ha/ano). Mesmo em sistemas com baixa tecnologia, é necessário adotar medidas de controle sobre a produção, com metas, que elevem a capacidade produtiva, redução de idade ao parto, aumento da vida útil, repetibilidade de prenhez durante a vida reprodutiva e descarte de matrizes com baixa produção são atitudes que elevam o potencial genético e produtivo do rebanho (HOFFMAN, 1992). As categorias que mais sofrem pela baixa oferta de alimento são os animais em crescimento, como novilhas, primíparas e gestantes, por sua maior exigência nutricional. A baixa oferta de alimento compromete todo o crescimento e potencial de produção destes animais (LANA; GOMES JR., 2002).

Novilhas devem chegar à puberdade e entrar na estação reprodutiva o quanto antes, reduzindo categorias não produtivas dentro da fazenda, e assim melhorando a eficiência biológica do rebanho (LANNA, 1997; RESTLE et al., 1999). A puberdade deve ser atingida quando estes animais chegam a 65% do seu peso adulto, sendo este valor é variável conforme a precocidade da espécie, seu crescimento ocorre em média até os quatro anos de idade (FREETLY, 1999). A redução na idade reprodutiva leva a alterações na estrutura do rebanho, com a redução do intervalo entre gerações, o que reflete no melhoramento genético geral do rebanho. A máxima eficiência biológica no sistema de cria é alcançada quando as novilhas são acasaladas com 12 a 14 meses de idade, mas neste sistema a exigência em desempenho

animal é levada ao seu máximo, portanto os custos associados ao sistema são elevados, sendo uma alternativa, o acasalamento aos 18 meses, pois os custos para que as novilhas cheguem nesta idade são reduzidos, (SHORT, 1971; ALBUQUERQUE; FRIES, 1997). Segundo Bereta (1998), novilhas na recria com desempenho entre 0,4 e 0,8 kg por dia conseguem chegar à maturidade sexual com idade de 24 meses. A exploração máxima dos recursos disponíveis direciona a atividade para uma rapidez na deposição de tecido muscular esquelético, melhor eficiência biológica, determinando o sucesso da adoção deste sistema (WILLIAMS et al., 1995). Portanto, o uso de suplementação em pastagem torna-se item interessante quando se quer utilizar este sistema, mesmo em épocas com alta oferta de forragem.

Em fazendas exclusivamente de cria, a lotação das pastagens se mantém estável durante todo o ano, assim a demanda por alimento é praticamente a mesma no decorrer do ano. No entanto, a produção de forragem sofre estacionalidade produtiva, onde o pico de produção forrageira ocorre na estação chuvosa e baixa produção na época de escassez de chuvas. Nos sistemas que são altamente dependentes de pastagens, há uma subutilização das pastagens durante a época chuvosa, para que na época de baixa oferta de forragem não haja escassez de forragem ou necessidade de gastos extras com a compra de concentrado, portanto, sistemas que elevam a lotação animal, devem contar com o alto risco de incapacidade do sistema em ajustar a demanda quantitativa e qualitativa de alimento e assim estar preparado para um aumento na demanda por alimento em épocas de baixa produção forrageira.

Um importante limitante da produção animal em pastagens é a baixa qualidade nutricional, ou ainda mais precisamente, a rápida queda da qualidade nutricional com a maturidade. A parede celular (fibra vegetal) corresponde de 50 a 80% da MS de forragens, e representa a maior fonte de energia para ruminantes. O sistema digestivo dos ruminantes adaptou-se para extrair nutrientes e energia da parede celular de forragens, mas infelizmente menos de 50% desta fração tem potencial para serem digerido e utilizado pelo animal (BUXTON, 1997). Sendo assim, a qualidade da fibra é o fator mais limitante na produção de ruminantes em regiões tropicais, podendo ser influenciada também pela adubação e manejo de pastagens (WATTIAUX et al., 1991).

O uso de alimentação suplementar torna-se necessária nestes casos, portanto, a alternativa é produzir ou comprar alimentos na forma concentrada, quando a demanda é apenas qualitativa, ou produção de volumoso, silagens e feno, quando a demanda é quantitativa. O uso de alimentação complementar à produção de pastagens eleva bastante o custo do sistema, o que desencoraja alguns produtores a adotar a sistema intensivo na cria (SANTOS et al., 2004).

3.10 ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS NO PERÍODO SECO

As variações sazonais nas características das pastagens exercem forte impacto na pecuária de corte brasileira, devido à alimentação animal ser basicamente em pastagens. Na estação seca, a produção forrageira é severamente reduzida, especialmente aquelas mantidas apenas sob pastejo, apresentando baixa disponibilidade de forragem, e com baixa qualidade. O padrão sazonal de produção forrageira está correlacionado com pluviosidade, temperatura e fotoperíodo, onde cerca de 70 a 95% da produção forrageira é concentrada no período de chuvas, e 5 a 30% no período de verão (PEREIRA et al., 2006; LARA, 2007). Portanto, as baixas lotações das pastagens brasileiras, um pouco mais de uma UA ha⁻¹ ano, reflexo da baixa capacidade de produção de forragem nos períodos secos do ano. Nesse contexto, a incapacidade de sistemas de produção em ajustar suprimento com demanda de alimentos, quantitativa e qualitativamente, tem resultado, com muita frequência, na subnutrição dos animais durante esse período crítico, com consequente redução da produtividade dos rebanhos de corte. Assim, nota-se que sistemas que utilizam basicamente pastagem na alimentação animal, resultam em uma grande flutuação nas taxas de ganho de peso do nascimento até o abate, em virtude da alta e baixa oferta de forragem durante o ano (GOULART, 2006).

Quando a produção forrageira não é capaz de suprir a demanda quantitativa de alimento, os animais iniciam o pastejo em extratos com menor profundidade, comparados à altura de resíduo “alvo de manejo”. Sob estas condições, há uma redução na massa do resíduo, implicando na alteração nas condições de rebrota da forrageira. Nesta situação, o reestabelecimento de um IAF adequado é lento, a planta entra em balanço negativo de C, um processo de degradação. Em contrapartida, na época de chuva, há uma subutilização da pastagem, reflexo da baixa lotação imposta pela época seca do ano (ANDRADE, 2003; BALSALOBRE, 2002; PENATI, 2002).

Para tanto, o uso de suplementos energético e proteico se torna importante nessa fase do ano. Pötter et al. (2000) já demonstraram que sistemas de produção que fazem uso de tecnologias mais intensivas, apresentam resultados superiores ao sistema "tradicional" de produção de bovinos de corte, portanto, o principal objetivo com a adoção da suplementação, consiste em corrigir possíveis ou reais deficiências específicas da pastagem, isto é, fornecer mistura equilibrada de nutrientes de forma a potencializar a fermentação microbiana ruminal da fração digestível da parede celular vegetal, diminuir o tempo de permanência da fração

indigestível no trato gastrointestinal, favorecer o consumo e, conseqüentemente, o desempenho, ou, ainda, quando se deseja imprimir taxas de crescimento e ganho acentuadas, torna-se necessário o aporte extra de nutrientes (EUCLIDES, 2002).

A suplementação em pastagens com alta qualidade nutricional constitui uma alternativa para aumentar a velocidade de crescimento dos animais, a partir de melhor balanceamento dos nutrientes da dieta e de aumento no consumo total de MS. Potter et al. (2010) avaliaram um conjunto de variáveis provenientes de nove experimentos realizados com diversos níveis e tipos de suplementos para novilhas de corte em pastagens de clima temperado, observaram que, a suplementação aumentou em 33,3% o consumo total de MS. A eficiência de transformação da forragem foi semelhante entre os grupos com ou sem suplementação, com valor médio de 9,5 kg de MS de forragem por kg de peso corporal. O uso de suplemento concentrado permitiu o aumento da taxa de lotação e do ganho de peso por área.

A alimentação do rebanho com base em forragem para bovinos de corte mantidos em pastagens apresenta número reduzido de trabalhos publicados, geralmente os produtores optam pela utilização de suplementos proteicos e/ou energéticos. Esses ingredientes concentrados se caracterizam pela facilidade de fornecimento, propiciando intervalos prolongados de permanência nos cochos, além de exigir dos produtores menor investimento em instalações e equipamentos. Entretanto, para que haja um aumento na taxa de lotação das pastagens nos períodos com baixa oferta de forragem, se faz necessária a suplementação volumosa.

Está ocorrendo um aumentando no interesse pelo uso de volumoso complementar à pastagem, sendo uma forma de melhorar o desempenho de bovinos de corte na estação seca, não ocorrendo quedas de desempenho, assim, aumentando a taxa de concepção, reduzindo intervalos entre partos, a idade do abate e do primeiro parto em fazendas de cria (NUSSIO et al., 2001).

A conservação de forragem para a época de baixa disponibilidade de alimento torna-se necessária, para manter altas lotações durante a estação seca e melhorar o desempenho animal. Neste contexto, a cana-de-açúcar se destaca no Brasil como fonte de volumoso para o período de seca, é nesta época que a planta está no ponto ideal de corte, onde concentrou a maior quantidade de açúcar. Para alimentação de bovinos, a cana de açúcar é uma das opções mais interessantes para minimizar os custos de rações e do produto animal, maximizando a receita líquida da atividade, sendo uma prática tradicional, por parte dos pecuaristas, o fornecimento da cana fresca, diretamente ao gado. No entanto, a ensilagem da cana traz

algumas vantagens operacionais, principalmente em propriedades com grandes rebanhos, como a concentração de todas as operações (corte, picagem, transporte) em um período curto, com melhor eficiência de colheita e manejo dos canaviais. Mesmo com grandes vantagens, a cana-de-açúcar apresenta determinadas limitações tais como a baixa qualidade nutricional, com baixo teor proteico, no entanto, essa característica ruim, pode ser corrigida facilmente com uma fonte proteica de alimento (NUSSIO et al., 2001).

Para elevação do desempenho dos animais, a suplementação proteica deve ser dirigida para maximizar a produção de proteína microbiana (Pmic). A Pmic deve corresponder a 45 a 55% de todo o requerimento de PM do intestino delgado de vacas em alta produção e 55 a 65% de bovinos de corte confinados com ração rica em energia e mais de 65% para bovinos mantidos exclusivamente em pastagem. Portanto, para o sucesso da suplementação, o programa nutricional deve otimizar a produção de Pmic. Alguns trabalhos sugerem que o requerimento ideal de N-amoniaco é de 220 mg/L de fluido ruminal para a maximização da fermentação de fontes de carboidratos com alta degradabilidade (LENG, 1990).

Dentre as fontes de proteína possíveis de ser utilizadas na nutrição animal, as mais utilizadas são o farelo de soja, farelo de algodão e ureia, podendo variar em determinadas regiões brasileiras conforme sua disponibilidade. Boin e Tedeschi (1993), revisando dietas a base de cana-de-açúcar observaram que a suplementação da cana com fontes de proteína não proteica, proporcionou desempenhos um pouco acima da exigência de manutenção, havendo a necessidade de suplementar com fontes de proteína verdadeira, para obter ganhos superiores.

A soja se destaca por sua grande produção, sendo o Brasil um dos maiores produtores de soja do mundo com mais de 80 milhões de toneladas produzidas na última safra 2012/2013 (AGRIANUAL, 2013). O farelo de soja é resultado da extração do óleo contido nos grãos de soja, após o processo de extração do óleo, é obtido o farelo de soja que pode ter conter de 44 a 48 % de proteína, sendo considerada a melhor fonte de proteína para nutrição animal, pois contém altos níveis de proteína e bom perfil de aminoácidos.

O farelo de algodão é também um subproduto da produção da fibra de algodão, da sua semente é extraído o óleo que resulta o farelo de algodão, representa a segunda mais importante fonte de proteína para nutrição animal. Possui de 30 a 38% de proteína bruta, e pode substituir parcialmente ou totalmente o farelo de soja em dietas de ruminantes. Segundo o NRC (2001), o farelo de algodão pode substituir o farelo de soja em rações de ruminantes sem grandes prejuízos zootécnicos, desde que as exigências nutricionais sejam mantidas. Tem sido utilizado com uma alternativa mais barata ao farelo de soja, com objetivo de redução de custos com a alimentação dos animais, embora apresente menores teores de proteína,

apresenta maiores teores de proteína não degradada no rúmen (PNDR), que é uma fonte de proteína digerida no intestino, favorecendo o melhor aproveitamento dos aminoácidos e evitando perdas de N na forma de amônia.

3.11 USO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A cana-de-açúcar ocupa hoje uma área de 9,5 milhões de hectares no Brasil, um pouco mais de 1% do território nacional, destaque para o estado de São Paulo com mais de 5 milhões de ha plantados e uma produção de 367,450 mil toneladas, o que corresponde a 56% da produção nacional (UNICA, 2014).

A bovinocultura de corte pode obter bom resultados com as características agronômicas e nutricionais que a cana de açúcar pode proporcionar para a atividade. Elevada produção de MS por ha⁻¹ (80 a 120 t), facilidade de cultivo, persistência da cultura, boa aceitação pelos animais, elevado teor de carboidratos solúveis e baixo custo de produção são características desejáveis para seu uso na alimentação animal (LANDELL et al., 2002). Devido a estas características, a cana-de-açúcar é largamente utilizada para a alimentação de bovinos, fato que é relatado em pesquisa que mostra que na fase de terminação, a cana fresca picada corresponde por 32% das dietas utilizadas (MILLEN et al., 2009).

Quando se compara o seu potencial de produção de energia em toneladas de NDT (nutrientes digestíveis totais) por hectare, ele é muito elevado frente às alternativas de alimento, podendo atingir entre 15 a 20 toneladas, quando se compara com o milho, que raramente ultrapassa 10 toneladas de NDT por hectare (JAMES, 1975).

Quando se analisa a qualidade nutricional da cana-de-açúcar ela apresenta algumas deficiências que podem comprometer o desempenho dos animais quando não corrigidas. A baixa ingestão de MS, ocasionada pela reduzida digestibilidade de sua fibra, é uma de suas grandes desvantagens, outra desvantagem está no baixo nível de proteína, que pode ser facilmente corrigido com alguma fonte de proteína (BOIN; TEDESCHI, 1993).

A grande vantagem nutricional da cana-de-açúcar está na alta concentração de açúcar presente no colmo, portanto deve-se promover a seleção de genótipos com alta porcentagem de carboidratos não estruturais, baixa porcentagem de componentes de fibra com baixa digestibilidade e manter a alta produção de MS por ha⁻¹ (ANDRADE et al., 2003). Portanto, a

seleção de genótipos com menor teor de FDN, permite ao animal aumento no consumo de alimento, e com isso, elevação do desempenho animal. A digestibilidade da fração fibrosa tem sido utilizada para a seleção de genótipos (RODRIGUES et al., 1997). Portanto, a principal limitação sobre o uso de cana-de-açúcar ainda está em seu elevado teor de fibras com baixa digestibilidade e baixo teor de proteína bruta, fatores que não a condicionam a um alimento de baixa qualidade (PEREIRA et al., 2001).

A utilização da cana-de-açúcar como volumoso é interessante do ponto de vista da tradição de algumas regiões, por exemplo, o estado de São Paulo, no cultivo da planta. A facilidade de cultivo torna o uso desta forragem uma opção interessante, entretanto, apesar de sua alta produção e facilidade de cultivo, a forma mais comum de se oferecer aos animais, na forma de cana fresca, exige do produtor uma mão de obra diária para corte, transporte, picagem e distribuição para os animais, que em situações onde há grande número de animais, essa operação é inviável. Além disso, quando o corte da cana é feito diariamente, o canavial fica desuniforme e há perda do valor nutritivo durante o ano. Portanto, uma forma de se ter a cana no seu melhor valor nutritivo e ainda concentra as práticas de corte, transporte e picagem em um curto período de tempo é a ensilagem da cana. A concentração das operações maximiza o uso de equipamentos e mão de obra.

Para a ensilagem de cana-de-açúcar há a necessidade de cuidados especiais quando comparado com a silagem “padrão” de milho, pois apresenta grande perda de MS, baixa qualidade nutricional e com isso rejeição pelos animais. Portanto, o uso de aditivos é indispensável, pois durante a fase de fermentação ocorre à formação de compostos alcoólicos, como o etanol, neste processo há perda de valor nutritivo e redução no teor de sacarose (NUSSIO; SCHMIDT, 2004). Estudos com o uso de inoculantes contendo bactérias heterofermentativas se mostraram promissores na redução das perdas de MS e aumento na estabilidade aeróbica (KLEINSCHMIT et al., 2005).

Nussio et al. (2009), comparando opções de suplementação volumosa, mostrou através de simulação, que a ensilagem de cana-de-açúcar, é a opção mais conveniente para alimentação animal no período seco do ano. Portanto, o uso da cana-de-açúcar como volumoso para alimentação animal de categorias de cria, onde não há uma grande exigência nutricional, pode ser uma boa alternativa para elevar a lotação anual da propriedade, e reduzir a perda de desempenho no período de escassez de forragem.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 EXPERIMENTO 1

4.1.1 Local e condições edafoclimáticas

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisas em Gado de Corte (LPGC) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, localizado no campus de Pirassununga da Universidade de São Paulo – USP. A área experimental foi composta por 16 módulos de pastejo (8 com capim-marandu e 8 com capim-mombaça), cada módulo de pastejo é composto por 3 piquetes, divididos por cerca elétrica, totalizando 48 piquetes, com aproximadamente $0,33 \text{ ha}^{-1}$ cada. A unidade experimental foi considerada como o módulo de pastejo e foram dois blocos para cada tratamento, totalizando 12 unidades experimentais (Figura 1 e 2). Além disso, havia mais quatro módulos utilizados como área de reserva, disponível para quando o capim não alcançasse a altura de entrada adotada. Cada módulo de pastejo conta com uma área de lazer de 15x30 metros. Neste local, os animais têm acesso a um bebedouro tipo australiano com capacidade para 1500 litros e cocho para consumo de sal mineral.

Figura 2 - Foto satélite da área experimental

Fonte: Google Maps

Figura 3 - Pluviosidade e temperaturas (t) máxima, (max), média (med) e mínima (min) durante o período de setembro de 2012 a agosto de 2013.

Fonte: (FZEA/USP 2012).

Para caracterização do solo, amostras foram coletadas a uma profundidade de 20 cm em todas as unidades experimentais a fim de se avaliar o tipo de solo e fertilidade da área. O solo foi classificado com Latossolo vermelho escuro, argiloso distrófico (EMBRAPA, 2009) e a concentração dos minerais estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise de solo da área experimental - 2012

Bloco	Módulo	Tratamento kg ha ⁻¹	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	V
			CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmol/dm ³						%
1	M1	800	5,9	26	40	5,1	33	14	25	78	52	67
1	M2	400	6,7	27	20	6,6	24	12	10	53	43	80
1	M5	50	6,0	23	16	6,9	28	10	17	62	45	72
2	M6	50	5,4	23	20	5,0	18	7	31	61	30	49
2	M7	400	5,5	27	52	5,0	34	13	19	71	52	73
2	M8	800	5,7	28	18	8,5	16	6	17	48	30	64
1	B1	50	5,8	24	14	4,5	32	12	23	71	48	67
1	B2	400	5,6	25	28	6,6	16	7	20	49	30	60
1	B5	800	6,2	27	39	6,5	28	14	15	64	48	76
2	B6	50	5,5	27	15	7,2	18	9	23	57	34	60
2	B7	800	5,7	23	13	3,0	24	12	25	64	39	61
2	B8	400	6,2	24	29	6,7	22	6	10	44	35	79

4.1.2 Espécies forrageiras

As espécies de capim utilizadas no experimento foram o capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e o capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). As pastagens do LPGC foram formadas no verão de 2010 e este, foi o segundo experimento de adubação nesta área. De acordo com a análise de solo, não houve necessidade de se fazer calagem, no entanto foi necessário aplicar 80 kg ha⁻¹ de superfosfato simples por hectare. Para iniciarmos as adubações, os piquetes foram rebaixados até sua altura de resíduo (específico para cada espécie forrageira) e imediatamente após, foi feita a primeira adubação, sendo o rebaixamento das pastagens feito pelos animais pertencentes ao LPGC.

Este estudo foi dividido em dois períodos, o primeiro, caracterizado pela estação chuvosa de verão, sendo o período de pastejo entre 02/11/2012 e 14/04/2013, o segundo período foi de 15/04/2013 a 10/06/2013, caracterizado pela estação de outono.

4.1.3 Animais experimentais

Foram utilizadas 60 novilhas da raça nelore providas de um rebanho comercial, com peso médio de 177 ± 33 kg e aproximadamente 12 meses de idade. Os animais chegaram um mês antes do início do experimento, foram vacinados, desvermifugados, identificados e pesados em jejum de 16 horas, para posterior separação dos lotes em seus respectivos tratamentos. As novilhas foram distribuídas de forma aleatória nas seis unidades experimentais, totalizando 10 animais controle por unidade experimental. Nos mesmos piquetes, foram utilizados animais reguladores (novilhas e vacas) para controle da taxa de lotação, quando necessário. O desempenho animal foi mensurado avaliando o GMD (ganho médio diário) das 10 novilhas controle.

4.1.4 Tratamento e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado para condução do experimento foi em blocos inteiramente casualizados com duas repetições, com medidas repetidas no tempo em arranjo fatorial (3×2) totalizando 6 tratamentos, sendo três doses de adubação de nitrogênio e potássio (50, 400 e 800 kg ha⁻¹ ano) e duas espécies de capim (capim-marandu e capim-mombaça). As avaliações foram realizadas nos períodos de primavera e verão (maior pluviosidade) e outono, que corresponde ao período de transição das chuvas, onde há menor pluviosidade.

O manejo da pastagem adotado levou em consideração o crescimento da espécie forrageira, sendo que a meta de pastejo para o capim-marandu foi de 30 cm e para o capim-mombaça foi de 80 cm. Os animais foram retirados do piquete quando a altura do dossel atingiu 15 cm para o capim-marandu e 30 cm para o capim-mombaça (MOLAN, 2004; TRINDADE, 2007; DA SILVA, 2009). Os tratamentos foram distribuídos nas unidades

experimentais de forma aleatória (12 unidades experimentais de aproximadamente 1 hectare divididos em 3 piquetes), e divididos em dois blocos em função da localização dos piquetes.

A altura das gramíneas foi avaliada sempre antes da entrada dos animais na área. Caso a altura de entrada estivesse menor que a altura adotada para a entrada dos animais no piquete, estes eram direcionados para o módulo reserva, sendo constituído da mesma espécie forrageira.

4.1.5 Manejo de adubação e pastagem

A adubação foi parcelada, sendo dividida em seis ciclos para o capim-marandu e cinco ciclos para o capim-mombaça. A primeira adubação foi realizada no dia 09/10/2012 e a última no dia 18/04/2013. O adubo utilizado durante a pesquisa foi fórmula 20-05-20 (N:P:K), distribuído com auxílio de um trator que continha uma adubadora de disco, com distribuição centrífuga. Os piquetes foram adubados logo após a saída dos animais. Apesar de a programação experimental prever seis ciclos para o capim-marandu e cinco para o capim-mombaça, no decorrer do experimento foram realizados cinco ciclos para ambas as forrageiras devido o similar período de descanso observado entre as espécies. Portanto a adubação total ao final do estudo foi de: 40, 333, 667 kg ha⁻¹ de N e K₂O para o capim-marandu e 50, 400 e 800 kg ha⁻¹ de N e K₂O para o capim-mombaça.

Para o manejo da pastagem, antes da entrada dos animais nos piquetes foi avaliado a altura do dossel. Para isso, três pontos da área foram mensurados representando a altura média do piquete, sendo mensuradas com auxílio de uma régua graduada de 100 centímetros e de uma prancheta, para o nivelamento do dossel superior. Para coleta de material vegetal foi utilizado o mesmo ponto para mensuração da altura. Foi realizada a coleta da forragem no 1º, 3º e 5º ciclo de pastejo, a fim de determinar a composição bromatológica da pastagem. Para isto, foi coletado todo o capim que se encontrava dentro de um quadrado de 0,25 m² e acima da altura do resíduo específico para cada espécie forrageira, em três pontos distintos do piquete. Posteriormente, todo material foi pesado, retirou-se uma amostra a fim de se avaliar a MS do capim e uma segunda amostra para separação morfológica (folha, colmo e material morto). Cada um dos componentes botânicos foi pesado, embalado, etiquetado e armazenado a -20°C para análise bromatológica e determinação da proporção destes componentes no total coletado.

4.1.6 Determinação da composição químico-bromatológica

Amostras de folha e colmo do pré-pastejo foram coletadas para avaliação de matéria seca (MS), material mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), lignina (lig) digestibilidade da matéria seca (DIVMS) e da FDN (DIVFDN). As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, e posteriormente moídas em moinho de facas e peneira de 0,5 mm. Em cada amostra foram determinados os teores de matéria seca (MS) e material mineral (MM), de acordo com A.O.A.C. (2000); fibra em detergente neutro (FDN) e lignina corrigida para cinzas, segundo o método de Van Soest et al. (1991), utilizando o equipamento ANKOM A200 Analisador de fibra (ANKOM® 91 Technology Corp., Fairpoint, NY, USA).

A análise de digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) e (DIVFDN), foi realizada no Centro de Pesquisa em Bovinos - CEPBOV – USP - Campus Pirassununga. Foram utilizadas aproximadamente 500 mg de amostra pré-seca pesadas em bags confeccionados com tecido sintético que se caracteriza por possuir porosidade relativamente uniforme (Ankon Filter bag F57, Fairport, NY) e analisados pelo aparelho Daisy Incubator II também da Ankon. As amostras foram incubadas em solução McDougall e líquido ruminal, relação 4:1, durante 48 horas (TILLEY; TERRY, 1963), e modificado por Van Soest e Robertson (1985), onde a segunda fase (digestão com pepsina) substituída pela extração em detergente neutro, que remove toda a matéria microbiana indigerível, deixando um resíduo de parede celular vegetal não digerível e representando a digestibilidade real. Para acelerar a anaerobiose na solução de McDougall para o meio de cultura, foi empregada a técnica preconizada por Fukushima (2002).

A análise de proteína bruta (PB) foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, através da combustão das amostras segundo o método de Dumas (WILES et al., 1998), utilizando-se um auto-analisador de nitrogênio, (LECO, modelo FP-528, Michigan, USA).

4.1.7 Desempenho dos animais

O desempenho dos animais foi avaliado por meio de pesagens periódicas, que ocorreu após o pastejo do último piquete da unidade experimental (3º piquetes). As pesagens foram realizadas após jejum de 16h, dessa forma, os animais eram retirados da área experimental às 16h, e conduzidos ao curral de manejo, onde não tiveram acesso à alimentação e água. Na manhã seguinte, os animais eram pesados às 8h, totalizando 16h de jejum. Após a pesagem os animais eram reconduzidos às pastagens novamente.

4.1.8 Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (2004), considerando-se os efeitos fixos de estação do ano, espécie, adubação e interações; e efeito aleatório de bloco. Foi utilizado a regressão para apresentação dos dados. Adotou-se o nível de significância de 5% em todas as análises.

4.2 EXPERIMENTO 2

4.2.1 Local e condições edafoclimáticas

Este experimento também foi conduzido no Laboratório de Pesquisas em Gado de Corte (LPGC) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, localizado no campus de Pirassununga da Universidade de São Paulo – USP. Este estudo corresponde à estação de inverno, período no qual os animais utilizados no primeiro experimento foram confinados nas áreas de lazer para avaliação da suplementação com duas fontes proteicas, farelo de soja e farelo de algodão, utilizando a silagem de cana-de-açúcar como volumoso.

Foram utilizadas 60 novilhas (253 ± 60 kg), 42 bezerros (150 ± 40 kg) e 44 vacas (385 ± 90 kg) novilhas de um rebanho comercial e vacas e bezerros pertencentes ao rebanho do LPGC. Os animais foram distribuídos nos tratamentos de forma aleatória, no entanto para a categoria de vacas, foi mantido o número semelhante de prenhes e vazias em cada lote, assim como os bezerros foram distribuídos mantendo número semelhante de machos e fêmeas. Dessa forma, foram formados seis lotes, dois de bezerros, dois de novilhas e dois de vacas.

A área destinada aos animais teve dimensões de 15x30 metros, totalizando 450 m², ou seja, 15 m² por animal na categoria de novilha, 20 m² para vaca e 21m² para bezerros. Nessa área, os animais tiveram acesso a um bebedouro tipo australiano com capacidade para 1500 litros, cocho para fornecimento de sal e cocho para fornecimento da dieta.

4.2.2 Dietas

O volumoso utilizado para formulação da dieta foi à silagem de cana-de-açúcar, inoculada com o aditivo heterofermentativo *Lactobacillus buchneri* (LalSil, Lallemand®). O concentrado foi constituído por milho moído, ureia, farelo de soja ou farelo de algodão (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Composição das dietas em porcentagem da material seca (MS)

Ingredientes	Dietas	
	Farelo Soja (%MS)	Farelo de Algodão (%MS)
Silagem Cana-de-açúcar	80,50	80,15
Milho Moído	9,00	9,00
Farelo Soja	9,00	-
Farelo Algodão	-	9,00
Ureia	1,50	1,85

Tabela 3 - Composição Bromatológica dos ingredientes utilizados no experimento (% MS)

Ingredientes	MS	MM	PB	FDN	Lignina	DIVMS	DIVFDN
Cana-de-açúcar	29,59	3,64	4,24	63,12	6,72	58,00	28,90
Farelo Soja	90,35	6,93	52,69	17,96	-	-	-
Farelo Algodão	91,01	6,51	42,42	40,03	-	-	-
Milho Moído	88,38	1,34	9,51	-	-	-	-
Ureia	99,00	-	-	-	-	-	-

A silagem foi confeccionada a partir da variedade IACSP 93-3046, utilizando-se colhedora de silagem Premium Flex FM2-90 (Menta Mit, Cajuru, SP) regulada para tamanho de partícula de aproximadamente 8mm e inoculante bacteriano LALSIL Cana (Katec-Lallemand) aspergido no momento da picagem. A cana colhida e picada foi descarregada com caminhão basculante no LPGC e compactada para evitar colonização de microrganismos aeróbios e manter a qualidade do alimento. O silo confeccionado foi o do tipo superfície, coberto com lona dupla face de 200 micras com 8 m de largura e ficou vedado por 20 dias até abertura.

4.2.3 Tratamento e delineamento experimental

Os tratamentos foram, farelo de soja e farelo de algodão em três categorias, vaca, novilha e bezerros. O período experimental foi composto por duas semanas de adaptação as dietas e 63 dias de alimentação, divididos em três períodos de 21 dias. O alimento foi oferecido todos os dias entre às 9h e 11h. As dietas foram misturadas com misturador de rações Unimix1200 (Casale, São Carlos). O ajuste da quantidade oferecida foi feito a partir das sobras da dieta oferecida no dia anterior, permitindo ao redor de 5% de sobras. O sal mineral foi fornecido separadamente, em cocho de sal e continha o aditivo monensina sódica (Composição do sal mineral: 95g cálcio, 93g fósforo, 111g sódio, 720mg cobre, 2160mg zinco, 40 mg cobalto, 38 mg iodo, 10 mg selênio, 40 g enxofre, 600 mg manganês e 1.000 mg de monensina sódica).

4.2.4 Desempenho animal

O ganho médio diário (GMD) dos animais foi mensurado por meio de pesagens nos dias 0, 21, 42 e 63 do período experimental. As pesagens foram realizadas após jejum de 16h, dessa forma, os animais eram retirados da área experimental às 16h e conduzidos ao curral de manejo, onde não tinham acesso à alimentação e água. Na manhã seguinte, os animais foram pesados às 8h, totalizando 16h de jejum e conduzidos para suas respectivas área. Em todos os dias, antes da alimentação, era avaliado o consumo dos animais, através da coleta e pesagem das sobras.

4.2.5 Composição químico-bromatológica

Amostras de silagem de cana-de-açúcar, farelo de soja, farelo de algodão e milho moído, foram coletadas um vez na semana durante todo o período experimental para avaliação da MS, MM, FDN, lignina e DIVMS. As metodologias utilizadas para realização dessas análises foi previamente descrita no item 4.1.6. Para a determinação da curva de degradação das fontes proteicas, foi utilizado a DIVMS nos tempos 0, 4, 8, 16 e 24h de incubação. O inóculo ruminal utilizado, foi coletado de novilho canulado no rúmen recebendo dieta exclusivamente de pastagem. Os procedimentos foram os mesmos descritos anteriormente, excluindo a segunda fase, que corresponde à extração em detergente neutro. O tempo 0h foi determinado, emergindo os bags em água destilada por 10 minutos, secagem e posterior pesagem. Dessa forma, determinar a fração do alimento que é imediatamente degrada no rúmen, estes resultados foram utilizados para calcular a degradabilidade potencial da proteína bruta. Para a determinação das taxas de degradação da MS e PB das duas fontes utilizadas (farelo de soja e farelo de algodão) foi utilizado o modelo proposto por Ørskov & McDonald (1979), utilizando a equação $D_t = A + B * (1 - e^{-C*t})$, onde D_t é a fração degradada no tempo, A = fração solúvel (%); B = fração potencialmente degradável (%); C = taxa de degradação da fração B e t = tempo(h).

4.2.6 Análise estatística

Os dados do experimento de inverno foram analisados pelo procedimento de modelos mistos com medidas repetidas no tempo (períodos), utilizando-se o MIXED do SAS (2004). Foram considerados os efeitos fixos da categoria animal (vacas, novilhas e bezerros), do tratamento (farelo de soja ou farelo de algodão) e da interação entre eles, bem como o efeito aleatório de blocos. Adotou-se o nível de significância de 5% em todas as análises.

4 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados seguindo uma sequência lógica dos processos que fizeram parte do experimento. Primeiramente serão descritos os dados de manejo de pastagem (altura de entrada, altura de saída, período de descanso, lotação e ganho de peso), posteriormente, os dados de composição morfológica (% de folha, colmo e material morto) e composição químico-bromatológica de folhas e colmo.

5.1 EXPERIMENTO 1

5.1.1 Manejo da pastagem

Como as alturas de entrada e saída foram pré-determinadas para cada espécie, os dados foram analisados separadamente. Assim, doses crescentes de adubação aumentaram linearmente a altura de entrada nas duas espécies estudadas ($P=0,04$ e $P=0,03$ para o capim-marandu e para o capim-mombaça, respectivamente). Da mesma forma, a estação do ano influenciou a altura de entrada para ambas as forrageiras ($P<0,01$). Para o capim-marandu, a equação de regressão no verão foi $Y=0,1x+35,4$ e no outono foi $Y=0,1x+20,5$ ($R^2=0,42$), mostrando que para cada 1 kg de adubo aplicado, houve um aumento de 0,10 cm na altura de entrada, sendo 14,9 cm superior no verão comparado ao outono. Já para o capim-mombaça, a equação de regressão para o verão foi $Y=0,11x+77,95$ enquanto que para o outono foi $Y=0,11x+51,21$ ($R^2=0,53$), mostrando que para cada 1 kg de adubo, houve um aumento de 0,11 cm na altura do capim, e no outono os animais entraram nos piquetes com 26,74 cm abaixo do valor observado no verão (Figura 4).

Figura 4 - Altura de entrada (cm) do capim-marandu e capim-mombaça submetidos a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo na estação de verão e outono

Da mesma forma, as doses crescentes de adubação aumentaram linearmente a altura de saída do capim-mombaça ($P=0,04$), no entanto, para o capim-marandu, não foi observado esse efeito ($P=0,14$). A estação do ano influenciou a altura de saída em ambas às espécies ($P<0,01$). Para o capim-mombaça a equação de regressão no verão foi $Y=0,04x+28,77$ e no outono foi $Y=0,04x+23,85$ ($R^2=0,29$), mostrando que a cada 1 kg de adubo, houve um aumento de 0,04 cm na altura do resíduo (Figura 5) e no outono, a altura de saída foi 4,9 cm menor comparado ao verão (Figura 6).

Figura 5 - Altura de Saída (cm) do capim-mombaça conforme as doses de adubação por ciclo de pastejo nas estações de verão e outono.

Figura 6 - Altura de saída (cm) do capim-marandu durante o verão e outono.

O período de descanso dos piquetes foi influenciado pela espécie ($P=0,05$) e pela adubação ($P=0,05$), sem efeito para estação do ano ($P=0,07$). A equação de regressão que descreve os resultados para período de descanso foi $Y=0,11x+32,43$ para o capim-marandu e $Y=0,11x+31,25$ para o capim-mombaça. Estes dados mostram que o capim-marandu apresentou 1,18 dias a mais de descanso comparado ao capim-mombaça, e para cada 1 kg de adubo aplicado por ciclo de pastejo, houve um aumento de 0,11 dias no período de descanso, independente da espécie estudada (Figura 7).

Figura 7 - Período de descanso (dias) do capim-marandu e capim-mombaça submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo

No verão, não foi observada diferença para taxa de lotação (UA ha⁻¹) em função das espécies estudadas ($P=0,61$), no entanto, as doses crescentes de adubação aumentaram linearmente essa variável ($P<0,01$), sendo 6, 8,1 e 10,5 UA ha⁻¹ para as dose de 10, 80 e 160 kg N ha⁻¹ por ciclo de adubação, respectivamente. A equação de regressão $Y=0,03x+5,66$ ($R^2=0,35$) mostra que com a menor dose de adubação a lotação foi de 5,66 UA ha⁻¹ e a cada 1 kg de adubação, houve um acréscimo de 0,03 UA ha⁻¹. No entanto nesse estudo não houve efeito quadrático para adubação independente da espécie estudada ($P=0,31$), uma vez que não foi alcançado o nível máximo de adubação para o verão. Na estação de outono, não houve diferença na taxa de lotação em função da espécie ($P=0,44$) e dose de adubação ($P=0,13$). Neste período, a lotação média foi de 2,53 UA ha⁻¹ (Figura 8). As doses de adubação e espécie forrageira não influenciaram o desempenho animal ($P>0,05$), sendo a média de 850g animal dia.

Figura 8 - Lotação dos piquetes (UA ha⁻¹) submetidos a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo na estação de verão.

5.1.2 Composição químico-bromatológica

O teor de MS das folhas diminuiu linearmente em função das doses crescentes de adubação ($P=0,01$), sendo que a equação de regressão que descreve os resultados foi $Y= -0,024x+22,89$ ($R^2=0,30$), mostrando que a cada 1 kg de adubo, houve decréscimo de 0,024 pontos percentuais no teor de MS da folha (Figura 9).

Figura 9 - Teor de MS (%) da folha submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo.

O teor de MM oriundo de folha foi influenciado pela espécie estudada ($P=0,01$) sendo que a equação que descreve este resultado foi $Y=10,98-0,52$ para o capim-marandu e $Y=10,98$ ($R^2=0,14$) para o capim-mombaça, mostrando que o teor de MM no capim-marandu foi 0,52 pontos percentuais inferior ao capim-mombaça (Figura 10).

Figura 10 - Teor de matéria mineral (MM) (%) da folha do capim-marandu e capim-mombaça.

A dose de adubação e a estação do ano influenciaram os resultados de PB na folha ($P<0,01$). No verão, a equação de regressão foi $Y=0,03x+12,41$, e no outono foi $Y=0,03x + 15,16$ ($R^2=0,26$). Esses resultados mostram que o teor de PB foi 2,75 pontos percentuais superior no outono em relação ao verão. Além disso, para cada 1 kg de adubo aplicado, houve aumento de 0,03 pontos no teor de PB da folha (Figura 11).

Figura 11 - Teor de PB (%) nas folhas submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo e em duas estações, verão e outono.

A espécie forrageira influenciou a composição de FDN da folha, sendo maior para o capim-mombaça, comparado ao capim-marandu ($P<0,01$). Quando se analisa a estação do ano, nota-se que ambas as gramíneas apresentam maior FDN no verão comparado ao outono ($P<0,01$). A equação de regressão demonstra que o teor médio de FDN para o capim-marandu foi de 60,68% no verão e 55,32% no outono. Já para o capim-mombaça o teor médio de FDN foi de 65,25% para verão e 59,89% no outono. Estes resultados mostram que o teor de FDN aumentou em 4,57 pontos percentuais quando a espécie é o capim-mombaça e mais 5,36 pontos percentuais quando a estação é de verão ($R^2=0,51$) (Figura 12).

Figura 12 - Teor de FDN (%) na folha do capim-marandu e capim-mombaça durante as estações de verão e outono.

Para o teor de Lig/FDN na folha, foi observado efeito para estação do ano ($P=0,02$), espécie ($P<0,01$), e adubação ($P=0,02$). A equação de regressão que descreve os resultados foi $Y=0,012x+5,06$ para o capim-marandu no verão e $Y=0,012x+3,00$ para o no outono. Para o capim-mombaça foi $Y=0,012x+6,32$ no verão e $Y=0,012x+4,26$ ($R^2=0,32$) no outono. Estes resultados mostram que doses crescentes de adubação elevam o teor de Lig/FDN, e que a cada 1 kg de adubo aplicado, houve acréscimo de 0,012 pontos percentuais no teor de Lig/FDN. No outono, houve um decréscimo de 2,06 pontos percentuais no teor de Lig/FDN e o capim-marandu é 1,26 pontos percentuais inferior ao capim-mombaça (Figura 13).

Figura 13 - Teor de Lig/FDN (%) na folha dos capins submetido à doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça nas estações de verão e outono.

A estação do ano e doses de adubação influenciaram a DIVMS e DIVFDN ($P<0,05$) da folha. A equação de regressão para DIVMS foi $Y=0,03x+73,08$ para o verão e $Y=0,03x+77,64$ para o outono ($R^2=0,35$). Já para a DIVFDN a equação foi $Y=0,03x+57,97$ no verão e $Y=0,03x+61,78$ no outono ($R^2=0,25$). Estes resultados mostram que no outono houve aumento de 4,56 pontos percentuais na DIVMS e 3,81 pontos percentuais na DIVFDN em comparação ao verão, e que o aumento nas doses de adubação elevam a DIVMS e DIVFDN em 0,027 e 0,033 pontos percentuais, respectivamente, para cada 1 kg de adubo aplicado (Figura 14).

Figura 14 - DIVMS e DIVFDN (%) na folha submetidos a doses crescentes de adubação nas estações de verão e outono.

Os tratamentos influenciaram o teor de MS do colmo ($P < 0,01$) e houve uma interação entre adubação e espécie ($P = 0,05$). Sendo $Y = 0,04x + 19,82$ para o capim-marandu no verão e $Y = 0,04x + 22,34$ no outono. Para o capim-mombaça foi $Y = 0,04x + 15,44$ no verão e $Y = 0,04x + 17,96$ no outono ($R^2 = 0,61$). Similarmente ao teor de MS das folhas, a MS do colmo diminuiu com o aumento das doses de adubação. Nesse caso, cada 1 kg de adubo, diminuiu 0,009 pontos percentuais a MS do colmo do capim-mombaça e 0,03 pontos percentuais para o capim-marandu. No outono houve aumento de 2,51 pontos percentuais no teor de MS e o capim-marandu teve 4,38 pontos percentuais maior teor de MS que o capim-mombaça (Figura 15).

Figura 15 - Teor de MS (%) no colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça nas estações de verão e outono.

O teor de MM do colmo foi influenciado pela estação do ano ($P<0,01$), espécie ($P<0,01$) e adubação ($P<0,01$). A equação de regressão que descreve estes resultados para o capim-marandu foi $Y=0,0076x+10,77$ para o verão e $Y=0,0076x+8,99$ no outono. Para o capim-mombaça foi $Y=0,0076x+11,69$ no verão e $Y=0,0076x+9,92$ no outono ($R^2=0,59$). Estes resultados indicam que a cada 1 kg de adubo aplicado, aumenta 0,007 pontos percentuais o teor de MM no colmo. No verão houve aumento de 1,77 pontos percentuais em relação ao outono e o capim-mombaça é 1,7 pontos percentuais superior ao capim-marandu (Figura 16).

Figura 16 - Teor de MM (%) no colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo para o capim-marandu e capim-mombaça nas estações de verão e outono.

As doses de adubação aumentaram linearmente o teor de PB do colmo ($P<0,01$), com equação de regressão $Y=0,02x+7,29$ ($R^2=0,34$), mostrando que a cada 1 kg de adubo aplicado, houve incremento de 0,02 pontos percentuais no teor de proteína da planta (Figura 17).

Figura 17 - Teor de PB (%) do colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo.

Houve efeito no teor de FDN do colmo em função da espécie ($P=0,01$) e adubação ($P=0,02$). A equação de regressão gerada para o capim-marandu foi $Y=70,96 - 0,014x$ e para o capim-mombaça $Y=72,83-0,014x$ ($R^2=0,18$). Mostrando que o teor de FDN no capim-marandu é 1,87 pontos percentuais inferior ao capim-mombaça e que a cada 1 kg de adubo

aplicado, houve decréscimo de 0,014 pontos percentuais no teor de FDN independente da espécie estudado (Figura 18). Os tratamentos não influenciaram o teor de Lig/FDN do colmo, sendo a média de 6,05%.

Figura 18 - Teor de FDN (%) no colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça.

Houve efeito na interação adubação e espécie ($P=0,01$) para a DIVMS e DIVFDN. A equação de regressão que descreve o resultado para DIVMS no capim-marandu foi $Y=64,04+0,04x$ e para o capim-mombaça foi $Y=64,04-0,004x$ ($R^2=0,28$). Esses resultados reportam que a cada 1 kg de adubo aplicado aumenta a DIVMS do capim-marandu em 0,04 pontos percentuais, em contrapartida, para o capim-mombaça, houve um decréscimo de 0,004 pontos percentuais. Já para DIVFDN foi $Y=49,86+0,04x$ para o capim-marandu e $Y=49,86-0,009x$ para o capim-mombaça ($R^2=0,29$). O incremento de 1 kg de adubação aumenta em 0,04 a DIVFDN do capim-marandu, e reduziu em 0,009 pontos percentuais para o capim-mombaça (Figura 19).

Figura 19 - DIVMS e DIVFDN (%) do colmo submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e capim-mombaça

5.1.3 Relação folha colmo e material morto

Tanto as espécies como adubação e estação do ano influenciaram a composição de folhas no dossel forrageiro ($P < 0,01$), além disso, houve interação entre a adubação e espécie ($P < 0,01$) para essa variável. Estes resultados são demonstrados em quatro equações de regressão, sendo $Y = 54,76 - 0,0145x$ para o capim-marandu no outono, $Y = 75 + 0,0145x$ para capim-marandu no verão, $Y = 73,05 - 0,106x$ para o capim-mombaça no outono e $Y = 93,29 - 0,106x$ para o capim-mombaça no verão ($R^2 = 0,55$). Estes dados evidenciam que na estação de outono houve redução de 20 pontos percentuais no teor de folha, independente do tratamento. Considerando a espécie forrageira, houve redução de 18 pontos percentuais para o capim-marandu em relação ao capim-mombaça. Além disso, a adubação reduziu em 0,00145 pontos percentuais o teor de folhas, a cada 1 kg de adubo aplicado no capim-marandu e houve uma redução de 0,1 pontos percentuais quando o capim estudado é o capim-mombaça (Figura 20).

Figura 20 - Teor de folhas (%) submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo nas estações de verão e outono.

Houve efeito de estação do ano ($P < 0,01$) e interação entre adubação, espécie e estação ($P < 0,01$) para composição de colmo no dossel acima da altura do resíduo, gerando quatro equações de regressão ($R^2 = 0,47$). A equação de regressão que descreve o resultado foi para o capim-marandu $Y = 0,1326x + 12,48$ no verão e $Y = -0,02x + 30,3$ no outono, para o capim-mombaça foi $Y = 0,0021x + 12,48$ no verão e $Y = 0,06x + 30,3$ no outono. Estes resultados mostram que com a menor dose de adubação, as duas espécies de capim tem o mesmo teor de colmo dentro da mesma estação e no outono houve aumento de 17,82 pontos percentuais no teor de colmo. Inversamente aos resultados de teor de folha, o aumento das doses de adubação por ciclo, causa aumento no teor de colmo, e em cada espécie e estação houve um comportamento distinto, isto é, são formadas quatro retas com inclinações diferentes (Figura 21).

Figura 21 - Teor de colmo (%) submetido a doses crescentes de adubação por ciclo de pastejo no capim-marandu e no capim-mombaça nas duas estações analisadas.

Houve diferença para o teor de material morto entre as espécies estudadas ($P=0,02$), sendo que o capim-marandu, apresentou aumento 4,73 pontos percentuais no teor de material morto em relação ao capim-mombaça ($R^2=0,14$) (Figura 22).

Figura 22 - Teor de Material morto (%) no capim-marandu e capim-mombaça.

5.2 EXPERIMENTO 2

A avaliação do CMS com base na % do PV diferiu entre as categorias ($P=0,02$), no entanto, houve interação entre categoria e tratamento ($P=0,03$), sendo que na categoria de vacas, houve maior consumo no tratamento farelo de soja ($P=0,03$). A categoria animal influenciou o GMD ($P<0,01$), sendo que as vacas apresentaram maior ganho em relação às novilhas e bezerros, e todas as categorias diferiram entre si (Tabela 4 e Figura 23).

Tabela 4 - Consumo e GMD para tratamentos dentro da categoria

	Vaca		Novilha		Bezerro		Valor P		
	FS	FA	FS	FA	FS	FA	Trt	Categoria	Cat*trt
CMS	1,85 ^a	1,67 ^b	1,95	1,95	1,87	1,88	0,17	0,02	0,14
GMD	0,750	0,606	0,435	0,396	0,256	0,231	0,10	<0,01	0,40

Figura 23 - Ganho de peso médio por dia das categorias de Vaca, Novilha e Bezerro

*Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si.

Na tabela 5, estão descritas as médias de degradação efetiva do farelo de soja e algodão. As frações a e c diferiram entre as fontes proteicas, sendo 163% e 280% superior para o farelo de soja em relação ao farelo de algodão, a degradabilidade da fração “b” não diferiu entre as fontes. Para degradabilidade da PB houve diferença em todas as frações analisadas, sendo o farelo de soja superior na fração a e c, e inferior na fração b em relação ao farelo de algodão. Neste caso, o farelo de soja foi 212% maior na fração “a”, 54% menor na fração “b” e 18% maior na fração “c”. Na figura 24, estão ilustrados a DIVMS do farelo de soja e farelo de algodão nos tempos 0, 4, 8, 16 e 24 horas de incubação (ØRSKOV, 1979). O farelo de soja teve maior DIVMS até 24h, porém quando analisamos a DIVPB, o farelo de

soja tem uma degradabilidade inicial maior, mas ao final de 24h chegam a um valor de DIVPB semelhante ao farelo de algodão (Figura 25).

Tabela 5 - DIVMS e DIVPB da fração solúvel (a), potencialmente degradável (b) e taxa de degradação (c) do farelo de soja e farelo de algodão.

Fonte	DIVMS			DIVPB		
	a	b	c	a	b	c
F.Soja	35,26 ^A	57,07	0,078 ^A	34,40 ^A	50,49 ^B	0,088 ^A
F.Algodão	21,57 ^B	69,83	0,028 ^B	16,26 ^B	77,78 ^A	0,074 ^B

*Médias seguidas das letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si.

Figura 24 – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do farelo de soja e farelo de algodão nos tempos 0, 4, 8, 16 e 24 horas de incubação.

Figura 25 - DIVPB do farelo de soja e farelo de algodão nos tempos 0, 4, 8, 16 e 24 horas de incubação.

6 DISCUSSÃO

6.1 EXPERIMENTO 1

6.1.1 Manejo da pastagem

A utilização de metas de pastejo com base em critérios de crescimento das plantas forrageiras contribui para uma produção em quantidade e qualidade, favorecendo o aumento de produtividade, resultando em maior taxa de lotação. Com o manejo de altura de entrada e saída, o consumo de forragem é otimizado e assegura elevada ingestão de nutrientes, proporcionando condições para maximizar o desempenho animal em pastejo (Da Silva, 2006). As alturas de entrada do presente estudo apresentaram algumas discrepâncias sobre a altura alvo de manejo específica para cada espécie forrageira, tanto para o verão quanto para o outono, sendo que a altura de entrada se elevou conforme as doses de adubação. Devido ao alto crescimento das forrageiras sobre doses crescentes de adubação, os pastos com maiores doses de adubação, foram pastejados com uma altura superior (79 a 95 cm para o capim-mombaça e 36,4 a 51,5 cm para o capim-marandu para a menor e maior dose de adubação, respectivamente), mesmo com o aumento no número de animais nos piquetes. No período de outono, a altura média de entrada do capim-mombaça foi reduzida a 60 cm e 28,9 cm para o capim-marandu. A entrada prematura dos animais nos piquetes durante o período de outono deve-se as mudanças climáticas desfavoráveis ao bom desenvolvimento das forrageiras tropicais, como redução da pluviosidade, incidência luminosa e redução nas temperaturas médias. Fato que acarreta a redução na taxa de crescimento das forrageiras e menor capacidade de lotação (PACIULLO, 2008).

A altura de saída para o capim-mombaça se elevou com o incremento de doses de adubação tanto para verão quanto para o outono. Esse resultado acompanha a maior altura de entrada observada em função da dose de adubação. Afinal, o padrão de desfolha altera a estrutura do dossel, portanto, quando a altura de entrada ultrapassa a altura alvo de manejo (95% IL), eleva-se o teor de colmo na planta, estas estruturas apresentam maior resistência à colheita pelos animais, dificultando o rebaixamento do pasto (TRINDADE, 2007). Esse fato é

mais expressivo para o capim-mombaça, pois apresenta colmos com maior diâmetro, dificultando a apreensão pelos animais. Alguns trabalhos compararam o capim-mombaça em diferentes IL (95 e 100%) e dois resíduos pós pastejo (30 e 50 cm), observaram que quando o pasto apresentava IL de 100%, não era possível manter o resíduo de 30 cm, apresentando valor de 42 cm (CARNEVALLI et al., 2006). Por outro lado, para o capim-marandu não foi observado aumento na altura de saída com o incremento de adubação. No entanto, no outono houve redução de 2,28 cm, que foi devido a maior pressão de pastejo imprimida no outono.

Em relação ao período de descanso, foi observado aumentou crescente com as doses de adubação independente da espécie forrageira, sendo em média 33 dias para o capim-marandu e 32 dias para o capim-mombaça. De qualquer forma, os valores do presente estudo estão de acordo com Carnevalli et al. (2006), avaliando o crescimento do capim-mombaça observou valor médio de 30 dias de descanso durante o período de primavera e verão. Em adição, Barbosa (2004) e Difante (2009) reportaram valores próximos a 33 dias de período de descanso é o ideal para manejo do capim-tanzânia. Para o capim-marandu, Giacomini et al. (2009) e Gimenes (2011) reportaram valor de 29 e 35 dias, respectivamente. Portanto, não houve grande variação no período de descanso, entre os trabalhos apresentados e o observado no presente estudo. O capim-marandu, apresentou aumento de 1,2 dias em relação ao capim-mombaça, que pode ser devido a maior diferença entre a meta de pastejo e a altura de entrada efetivamente registrada para o essa espécie no verão. De acordo com Da Silva e Corsi (2003) existe grande dificuldade e preocupação em atingir as metas de pastejo e mantê-las sobre controle em sistema rotacionado.

Analisando os dados de período de descanso entre as estações, não houve diferença entre o período de verão e outono. Afinal, no período de outono, a altura de entrada foi menor para ambas as espécies (29 cm e 60 cm para o capim-marandu e capim-mombaça, respectivamente), devido às condições climáticas desfavoráveis para ótimo crescimento das forrageiras. Carnevalli et al. (2006), trabalhando com capim-mombaça, observaram forte estacionalidade entre o verão e outono, com aumento de até 60 dias no período de descanso, no entanto utilizando dados de outono e inverno. Gimenes (2011) concluiu que o uso de adubação nitrogenada para elevação da produção forrageira e intensificação dos processos produtivos deve ser acompanhado por um alto controle sobre as aturas pré e pós pastejo e só pode ser obtido com o uso de intervalos variáveis de pastejo, assegurando o bom desempenho das forrageiras.

As doses crescentes de adubação elevam à taxa de lotação em ambas as espécies forrageiras no verão, sem apresentar resposta para o modelo quadrático. No tratamento com

menor dose de adubação a lotação foi em média 5,7 UA ha⁻¹, já para a maior adubação foi de 10,5 UA ha⁻¹, resultados semelhantes foram reportados por diversos autores. Rodrigues (2013) utilizando as mesmas espécies, mas com 50, 300 e 600 kg N ha⁻¹ observou 4,0 e 9,2 UA ha⁻¹, para a menor e maior dose de adubação. Euclides (2007), utilizando doses de 50 e 100 kg N ha⁻¹ no capim-tanzânia encontrou lotação média de 5,0 UA ha⁻¹ no verão. Canto (2009) utilizando o capim-tanzânia observou lotação linear crescente de 3,2 a 7,1 UA ha⁻¹ para a menor e maior dose de adubação (100, 200, 300 e 400 kg N ha⁻¹). Trabalhando com capim-marandu, Gimenes (2011) reportou lotação de 3,2 e 4,2 UA ha⁻¹ no verão, para as doses de 50 e 200 kg N ha⁻¹, respectivamente.

Avaliando o outono, não houve diferença na taxa de lotação em função da adubação e da espécie forrageira, sendo a média de 2,5 UA ha⁻¹. A baixa lotação animal durante esse período é reflexo da redução nas condições ótimas de produção, principalmente pela redução na pluviosidade. Reduções na taxa de lotação durante as estações também foram observadas por Penati (2002) e Euclides (2007) com capim-tanzânia. Gimenes (2011), trabalhando com 50 e 100 kg N ha⁻¹ observou diferença entre os tratamentos analisando o período de outono/inverno, sendo 1,6 e 2,4 UA ha⁻¹, respectivamente.

O GMD dos animais durante o verão não foi influenciado pela dose de adubação e espécie forrageira, sendo em média 850 g animal dia. Esse resultado foi encontrado por outros autores, que também não encontraram diferença para desempenho animal em relação às doses de adubação. Canto (2009), trabalhando com o capim-tanzânia e adubação de 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, encontrou GMD de 730 g animal dia sem diferença entre os tratamentos. Da mesma forma, Fagundes et al. (2007), cultivando capim-napier em adubação de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de N e 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de K, não reportam diferença no desempenho dos animais, sendo em média 630 g animal dia.

6.1.2 Composição bromatológica

O aumento nas doses de adubação diminuiu o teor de MS das folhas e colmo variando de 22,6% da MS para a menor dose de adubação a 19% para a maior dose de adubação. Resultados semelhantes também foram encontrados em trabalhos com capim azevém-perene, gramínea de clima temperado, onde foi mostrado que o incremento de N nas pastagens reduz

o teor MS (VAN VUUREN et al., 1992 ; PEYRAUD et al., 1996). De acordo com Quadros (2006) o menor teor de MS em pastagens com altas doses de fertilização com N provavelmente é causado por maior estímulo vegetativo para o alongamento celular nos meristemas, e neste processo há grande absorção de água. Peyraud et al. (1998) relataram, que a diminuição do teor MS em função do aumento da adubação nitrogenada pode reduzir o consumo voluntário dos animais, por uma limitação física, provocado pelo excesso de água no rúmen, ou ainda, que animais pastejando forragens com baixo teor de MS devem gastar mais tempo para consumir a mesma quantidade de forragem, para apresentar o mesmo desempenho.

A espécie forrageira interferiu no teor de MM nas folhas, com valor de 10,46% e 10,98% para o capim-marandu e capim-mombaça, respectivamente. Resultados semelhantes foram relatados por Sarmiento (2007) que cultivando o capim-marandu encontrou valor de 10,5% de MM. Em adição, Carnevalli et al. (2006) trabalhando com capim-mombaça, reportam valores de MM ao redor de 11%. Semelhante a folha, foi observado maior teor de MM no colmo do capim-mombaça em relação ao capim-marandu. Além disso, houve diferença entre estações, sendo que a estação de verão apresentou maior teor de MM em relação ao outono.

O teor de PB na folha pode variar principalmente por três fatores: adubação nitrogenada, espécies de forrageiras e o estágio de maturidade da planta (WHITEHEAD, 2000). Tanto na folha (16,5%) como no colmo (9,2%), o teor de PB aumentou de forma linear, conforme o incremento das doses de adubação. A elevação dos teores de PB com o incremento de adubação com N ocorre pelo fato do N ser uma dos principais constituintes da proteína, participando ativamente na síntese de compostos e metabolismo do vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2004). Estes resultados estão de acordo com os trabalhos de Carvalho et al. (1991), Ribeiro et al. (1999) e Aguiar et al. (2000), onde foi observado aumento no teor de PB com o incremento de adubação com N. Além disso, este fato também se correlaciona à alta capacidade de absorção de N pelas plantas forrageiras. Os teores de PB mais elevados para a estação de outono podem ser atribuídos a um aumento de concentração de N na forragem, ocasionado pela menor produção de MS e menor altura de entrada neste período (FONSECA et al. 1998; BOTREL et al. 2000; ANDRADE et al., 2003). Vale ressaltar que o tipo de análise de nitrogênio não separa os diferentes extratos proteicos, onde a proteína verdadeira e o nitrogênio não proteico (NNP), os altos valores encontrados reforçam essa hipótese. Os valores encontrados para teor de PB são suficientes para a adequação da fermentação ruminal e garantir a manutenção de animais, que preconiza o mínimo de 7% (MINSON, 1984).

O teor de FDN das forragens é de extrema importância, pois está intimamente relacionado ao consumo dos animais. Estima-se que teores acima de 55-60% da MS, ocasiona a redução do consumo de forragem (VAN SOEST, 1994). Segundo Corsi (1984), a adubação com N pode reduzir o teor de FDN nas forragens por estimular a crescimento de novos tecidos que possuem menor teor de carboidratos estruturais em sua composição. No entanto, no presente estudo não foi encontrado resultado para doses de adubação, apenas para espécie e estação.

A diferença entre o verão (62,96%) e outono (57,60%) está de acordo com outras pesquisas, sendo que no outono, os valores de FDN são menores em relação ao verão. Gerdes (2000), avaliando o capim-marandu reporta valores de FDN de 68,8% e 57,92% para o verão e outono, respectivamente. Já com o capim-mombaça, Bueno (2003) encontrou 67,75% no verão e 65,8% no outono. Na estação de verão há uma intensa atividade metabólica da planta para seu crescimento, exigindo aumento na constituição de parede celular, para reduzir a incidência de rompimento de células devido à alta absorção de água neste período (ANDRADE, 2003; BUENO, 2003). Neste estudo, o menor conteúdo de FDN no outono pode também ser explicado pela redução da altura de entrada das forrageiras durante o outono, onde os capins, marandu e mombaça apresentaram valores de 14,9 e 26,7 cm, respectivamente, inferior às comparados com o verão. O capim-marandu apresentou 4,6 pontos percentuais a menos no teor de FDN com relação ao capim-mombaça (58% e 62,6%, respectivamente). Resultado parecido aos encontrados por Andrade (2003); Rodriguez (2012) e Strozzi (2014) trabalhando com o capim-marandu, observaram valor médio de $61,5 \pm 0,5$ % de FDN, já para o capim-mombaça Bueno (2003) e Rodriguez (2012), encontraram valor médio de 67,58% de FDN. A diferença encontrada entre as duas espécies pode estar correlacionada ao tipo de crescimento de cada espécie, sendo que o capim-mombaça apresenta tipo cespitoso, que exige maiores componentes de parede celular para ter resistência a maior altura e não ocorrer danos em seu conteúdo.

A FDN do colmo foi superior ao da folha, explicado pelo maior conteúdo de estruturas de parede celular necessário para este componente da planta e diferentemente de folha, houve efeito para doses de adubação, com aumento no teor de FDN com o aumento da adubação. Este fato pode ser explicado pela maior participação de colmo encontrado nos tratamentos com maiores doses de adubação, estes colmos eram mais desenvolvidos, portanto com maior parede celular.

O teor de Lig/FDN aumentou conforme a dose de adubação apenas para folha, sem efeito para colmo. Fato que pode ser explicado pela maior altura de entrada que foi

encontrada com o incremento de adubação. O aumento linear nos teores de Lig/FDN com doses crescentes de adubação pode comprometer a qualidade nutricional da forragem, uma vez que a lignina é componente da parede celular, e é indigestível para ruminantes (Van Soest, 1994).

A DIVMS e DIVFDN foram similares para doses de adubação, apresentando a mesma inclinação na equação de regressão, havendo apenas diferença na quantidade de material digestível, sendo que a DIVMS foi em média 15 pontos percentuais superior em relação à DIVFDN. Estes dados mostram que o incremento de adubação elevou linearmente a DIVMS e a DIVFDN. Segundo Corsi (1984), o incremento de adubação com N pode influenciar na digestibilidade da MS das forrageiras tropicais, pois estimulam o crescimento de tecidos novos, e estes tecidos possuem elevado teor de proteína e reduzido teor de carboidratos estruturais, com redução de lignina na MS. O teor mais elevado de proteína está intimamente correlacionado com a redução de parede celular. Resultado semelhante foi encontrado por Wilson (1973), onde baixas doses de N elevaram de 3 a 5 pontos percentuais a DIVMS. Rego et al., (2003) e Quadros e Rodrigues (2006), trabalhando com os capins mombaça e Tanzânia, não observaram diferença na DIVMS entre os cultivares, com valores de DIVMS de 68 a 78% para folha e 61 a 77% para colmo. Soria (2002) avaliou cinco doses de N (0, 100, 275, 756 e 2079 kg ha⁻¹) sobre a qualidade do capim-tanzânia e observou resposta linear para doses crescentes de adubação sobre a digestibilidade da MS, encontrando diferença de até 10 pontos percentuais entre a menor e maior dose. Entretanto, Barros et al. (2002) não encontraram este efeito, trabalhando com o capim-tanzânia e três doses de adubação (60, 80 e 120 kg N ha⁻¹), com média de 65,23%. Há uma variação grande no efeito da adubação na DIVMS, com ausência de efeito, redução e aumento na DIVMS (GOMIDE, 1984, 1989). A melhora na DIVMS e DIVFDN com doses crescentes de adubação não refletiu na melhora de desempenho animal em pastejo.

O consumo e o valor nutricional das pastagens influenciam o desempenho animal em pastagem, portanto, quando se analisa a qualidade nutricional das forragens, de maneira geral, doses crescentes de adubação elevaram os teores de PB, DIVMS e DIVFDN, no entanto, elevação na composição de Lig/FDN, que está associado com redução do consumo nos animais. A elevação de FDN e Lig/FDN está associada com a maior idade e altura da planta, o que corresponde com os valores de altura de entrada encontrados nos tratamentos com maiores doses de adubação. Estes efeitos podem ter comprometido as respostas ao ganho de peso, portanto, melhor controle nas metas altura de entrada poderiam mostrar resultados diferentes dos encontrados. Também, comparando a qualidade nutricional das espécies

utilizadas no estudo o capim-marandu apresentou menor conteúdo de MM, FDN e Lig/FDN, no entanto, sem efeito para o GMD, quando comparados com o capim-mombaça.

6.1.3 Composição morfológica

A capacidade de perfilhamento é uma característica altamente desejável para plantas forrageiras, pois o perfilhamento influencia na produção e qualidade da forragem e a adubação nitrogenada é um fator importante para aumentar o perfilhamento. A relação entre folha e colmo é de grande importância para o desempenho animal e manejo das plantas forrageiras (WILSON, 1982). A relação de 1,0 é considerada o limite crítico para as forrageiras, e relações inferiores a este valor implicam em redução da quantidade e qualidade da forragem produzida (PINTO et al., 1994).

No presente estudo, em nenhum dos tratamentos foi encontrada relação folha/colmo inferior a 1,0, no entanto, houve redução na proporção de folha com o aumento das doses de adubação por ciclo, que pode ser explicado analisando-se os dados de altura de entrada, onde doses crescentes de adubação elevaram linearmente a altura de entrada. A redução no teor de folhas com o aumento das doses de adubação promoveu a elevação nos teores de colmo, este aumento é explicado em trabalhos com IL (SBRISSIA, 2004; CARNEVALLI, 2006; GIACOMINI et al., 2009), onde a partir do momento que a planta forrageira ultrapassa 95% de IL, há aumento na composição de colmo na planta forrageira. Na estação de verão, foram encontradas as maiores proporções de folha. Santos (1997), cultivando o capim-mombaça e capim-tanzânia, encontrou valores de 1,5 para o verão e relação menor que 1,0 para outono. Carnevalli et al. (2006) observaram valor médio de 78,7% de folhas com o capim-mombaça, em uma relação folha/colmo de 3,5.

A elevação na relação de colmo no dossel é indesejável, pois apresenta grande gasto de energia para uma fração que tem baixa qualidade nutricional (CARNEVALLI et al., 2006; DIFANTE, 2008). A relação folha/colmo junto com a densidade foliar modifica bastante o comportamento de consumo dos animais em pastejo, influenciando no tempo do bocado, tamanho do bocado e tempo de pastejo (CHACON; STOBBS, 1976).

Foi encontrado neste estudo 8,5% de material morto para o capim-marandu e 3,8% para o capim mombaça. A superioridade do capim-marandu pode ser explicada pela maior diferença

entre altura de entrada encontrada para esta espécie (média de 87 e 44 cm para o capim-mombaça e capim-marandu, respectivamente). Pastos que ultrapassam o valor de 95% de IL apresentam aumento na constituição material morto, reduzindo bastante à qualidade nutricional da pastagem (CARNEVALLI et al., 2006; PEDREIRA, 2007; GIACOMINI et al., 2009).

Essa diferença, entre espécies também foi relatada quando se compara os trabalhos de Sarmento (2007) com o capim-marandu (11,8% material morto) e Bueno (2003) com capim-mombaça (4,6% material morto). Brâncio et al. (2003) observaram média superiores, com variação de 21 a 54% de material morto para os capins tanzânia, mombaça e Massai.

A composição de folha, colmo e material morto são altamente influenciados pelo manejo de pastagem adotado, portanto os resultados encontrados neste estudo estão coerentes com outros trabalhos (CARNEVALLI et al., 2006; GIACOMINI et al., 2009) sendo que, pastagens submetidas a até 95% de IL apresentam grande participação de folhas no dossel forrageiro, no entanto, a partir de 95% de IL há um incremento linear crescente de colmo e material morto.

6.2 EXPERIMENTO 2

6.2.1 Consumo de matéria seca e desempenho

O CMS em % PV foi influenciado pela interação categoria e tratamento, sendo que para novilhas e bezerro não houve diferença. No entanto, entre os tratamentos, houve uma diferença no consumo para vacas ($P=0,03$), sendo que vacas consumindo silagem de cana-de-açúcar com farelo de soja tiveram maior consumo (0,07 pontos percentuais superior) comparado com a suplementação com farelo algodão. Apesar da superioridade numérica de 150g/dia no GMD das vacas consumindo farelo de soja, não houve diferença estatística para a variável ($P=0,06$). O consumo em geral foi maior do que os apresentados por Schmidt (2006), trabalhando com menor quantidade de silagem de cana (46% da MS), observaram CMS de 1,68% PV, no entanto ganho de peso superior 989g dia, para animais para engorda. Souza (2014) também trabalhando com animais para engorda e silagem de cana (40% MS) com alta

digestibilidade observou um CMS médio de 2,07% PV. Portanto, quando se observa que a silagem utilizada no ensaio apresentava baixa DIVMS e DIVFDN, não representou menor consumo dos animais, quando se compara com outros resultados. Junqueira (2006), trabalhando com bezerras holandesas e 45% de silagem na MS, observou consumo de 3,1% PV e GMD de 1,05 kg dia. Miranda (1999) avaliando o comportamento de novilhas com 82% cana fresca na MS, com fontes de NNP, observou CMS entre 1,98 a 2,30% PV, com ganhos de 510g a 670g por dia, e afirmou que a CMS foi limitada pelo teor de FDN do volumoso, embora o desempenho tivesse sido superior aos estimados.

Para todas as categorias experimentais, a C MS diário médio observado foi abaixo dos valores preditos pelo NRC (1996), sendo valores correspondentes a 8,4, 6,2 e 3,7 kg MS dia para as categorias de vaca, novilha e bezerros, respectivamente. Os resultados observados foram em média 20% inferiores aos estimados. O menor consumo apresentado poder ser explicado pela qualidade do material ensilado que apresentou alta FDN e baixa DIVMS e DIVFDN comparado com canas colhidas em seu ponto ótimo de corte, sendo observada redução de 9,8 pontos percentuais tanto para DIVMS quanto para DIVFDN (SOUZA, 2014).

O baixo desempenho apresentado pela categoria de bezerros pode ser justificado por problemas ocorridos durante a fase de cria, onde estes animais apresentaram eimeriose, doença que compromete o trato digestivo dos animais, reduzindo seu desempenho. Nota-se que o consumo não foi reduzido, no entanto o desempenho foi aquém do esperado.

A maior DIVMS do farelo de soja no presente estudo pode ser devido a maior dose de degradação da fração c e da MS observada e pela maior proporção de fração solúvel a, no entanto, não foi observada diferença para a fração potencialmente degradável b em relação ao farelo de algodão. Assim, ao final de 24h, a DIVMS do farelo de soja apresentou-se 49,5% superior, comparado ao farelo de algodão. Os valores encontrados para as frações a, b e c para a DIVMS do farelo de soja foram semelhantes aos encontrados por Rossi Jr et al. (1997) e Martins (1999), sendo respectivamente 37,3, 62,1 e 8,8%. Por outro lado, os resultados obtidos por Martins (1997), para farelo de algodão se apresentam superiores aos de farelo de soja, com valores de 42,8, 36,5 e 9% para as frações a, b e c, respectivamente.

Quando se observa a DIVPB, apesar do farelo de soja apresentar maior porcentagem da fração solúvel a e maior taxa de degradação da fração c da PB, o farelo de algodão apresentou maior fração potencialmente solúvel b, apresentando ao final de 24h praticamente o mesmo valor de DIVPB, sendo 78,75% para o farelo de soja e 77,94% para o farelo de algodão. A alta degradabilidade da fração b da PB do farelo de algodão (77,8%), também foi encontrada por Martins (1999), citando que a proteína do farelo de algodão é caracterizada

pela alta degradabilidade e rápida taxa de degradação ruminal. Vargas Junior (2003) encontrou digestibilidade de 16,45, 83,55 e 4,9% para as frações a, b e c para DIVPB, respectivamente, diferente dos resultados de farelo de soja, mas semelhantes aos resultados de farelo de algodão.

7 CONCLUSÃO

As doses crescentes de adubação nitrogenada e potássica elevam a taxa de lotação das pastagens de forma linear, melhoraram a qualidade nutricional da forragem, sem efeito no desempenho dos animais em pastejo.

A suplementação com fontes de proteína de origem vegetal não diferem entre si no desempenho animal das categorias de vaca, novilha e bezerro, sendo a escolha, ser feita apenas pelo custo por quilo de proteína.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2013: Anuário da Agricultura Brasileiro. São Paulo: IFNP, 2013. 249 p
- AGUIAR, R. S.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C. Produção e composição química-bromatológica do capim-furacão (*Panicum repens* L.) sob adubação e diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 325-333, 2000.
- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy of Journal**, v. 81, n. 1, p. 17-25, 1989.
- AKIN, D. E.; AMOS, H. E.; BARTON, F. E.; BURDICK, D. Rumen microbial degradation of grass tissue by scanning electron microscopy. **Agronomy of Journal**, v. 65, n. 5, p. 825-828, 1973.
- ALBUQUERQUE, L. G.; FRIES, L. A. Precocidade: estratégia de seleção. In: SIMPÓSIO: O NELORE DO SÉCULO XXI; NELORE PRECOCE: SELEÇÃO, PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO, Uberaba. **Anais ABCZ-ACNB**, 1997. p. 164-179.
- ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Setor de Fertilizantes. **Anuário Estatístico 2013**. São Paulo, SP: ANDA, 2013. 173 p.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, p. 1643-1651, 2003. Edição Especial.
- ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício de capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. Piracicaba, SP, 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- AOAC. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 17th ed. Arlington., VA: Assoc. Off. **Anal. Chem.**, 2000.
- ARGENTA, G. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.
- BALSALOBRE, M. A. **Valor alimentar do capim-tanzânia irrigado**. 2002. 113 p. Tese (doutorado em ciência animal e pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002
- BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- BARROS, C.O.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, I. F.; SANTOS, R. A. Rendimento e composição química do capim-Tanzânia estabelecido com milheto sob três doses de nitrogênio. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1068-1075, 2002.

BARTHOLOMEW, W. V. ^{15}N In research on the availability and crop use of nitrogen. In: IAEA. **Nitrogen-15 in soil-plant studies**. Viena: IAEA, 1971. p. 1-20.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P. Sistema “um ano” de produção de carne: Avaliação de estratégias de alimentação hiberna de bezerras de reposição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 157-163, 1998.

BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.

BONFIM-DA-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 04, p. 1289-1297, 2006.

BOTREL, M. A.; PEREIRA, A. V.; FREITAS, V. P. Potencial forrageiro de novos clones de Capim- Elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 334-340, 2000.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p. 3.

BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO Jr, D.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. D.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32(5), 1037-1044, 2003.

BROUGHAM, R. W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 6, p. 804-812, 1955.

BROUGHAM, R. W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 39-52, 1957.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

BUXTON, D. R.; REDFERN D. D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **Journal Nutrition**, v. 127, p. 814-818, 1997

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p 375-470, 2007.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L.F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R.B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agrícola**, v. 65, p. 397-401, 2008.

CANTO, M. W. Animal production in Tanzania grass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1176-1182, 2009.

CARNEVALLI, R. A.; Da SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; UEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; Silva, G. N.; MORAES, J. P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165-176, 2006.

CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R. S.; SIQUEIRA, C. Respostas de uma espécie de *Brachiaria* à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 2, p. 195-200, 1991.

CARVALHO, P. F.; CARVALHO, J. K.; TRINDADE, S. M. Consumo de forragens por bovinos em pastejo. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 24., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2007. p. 177-218.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C.; MARTINS, E. N.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químicobromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 409-416, 2004.

CHACON, E. STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 27, p. 709-27. 1976.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p. 55-64.

CHESSON, A.; STEWART, C. S. Degradation of isolated grass mesophyll, epidermis and fibre cell wall in the rumen and by cellulolytic rumen bacteria in axenic culture. **Journal Applied Bacteriology**, v. 60, n. 4, p. 327-336, 1986.

CORRÊA, L. M.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, R. T.; CRUZ, G. M.; PACKER, I. U.; CORDEIRO, C. A. 2001. Performance of Nellore Cattle under two grazing management systems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, **Anais Embrapa Pecuária Sudeste**, 19, Piracicaba, São Paulo. (CD-Room).

CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum***, Jacq. 1984. 125 p. Thesis (Ph.D.) - Ohio State University, Ames, 1984.

CORSI, M.; NUSSIO, L. G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 87-116.

COSTA, K.A.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; FIGUEIREDO, F.C.; RODRIGUES, C.R. & NASCIMENTO, P.P. Adubação nitrogenada e potássica na concentração de nutrientes do capim-xaraés. **Ciência Animal Brasileira**, 9:86-92, 2008.

COUTINHO, E. L. M.; SILVA, A. R.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, L. R. A. Adubação potássica em forrageiras. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. Fertilidade do solo para pastagens produtivas: **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. P. 219-277.

Da SILVA, S. C. Manejo do pastejo para produção de forragem de qualidade. In: VIII Simpósio Goiãno de Manejo e Nutrição de Bovinos, 2006, Goiânia, GO. **Anais do VIII Simpósio Goiãno de Manejo e Nutrição de Bovinos**. Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal – CBNA, p. 101-130, 2006.

Da SILVA, S. C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: FEALQ. (Org.). **Anais do 20 Simpósio sobre o manejo da pastagem**, 2003, Piracicaba, SP. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 155-186, 2003.

DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; CARNEVALLI, R. A.; UEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; Arnold, G.C.; MORAIS, J. P. DE. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agrícola**, v. 66, p. 8-19, 2009.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, Suplemento especial, p.121-138, 2007.

DIFANTE, G. S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. Xx p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

DIFANTE, G.S.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; TORRES J.R., AAR; SARMENTO, D.O.L. Comportamento ingestivo, consumo de forragem e eficiência de pastejo de novilhos em capim-tanzânia submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 1001-1008, 2009.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO, J.; DA SILVA, S. C. ; EUCLIDES, V.P. B.; ZANINE, A. M. ; ADESE, B. . Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p. 189-196, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives**. New York: John Wiley and Sons. 1972. 412p.

EUCLIDES, V. P. B. COSTA, F.P.; MACEDO, M. C. M.; FLORES, R.; OLIVEIRA, M. P. de. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1345-1355, 2007.

EUCLIDES, V. P. B. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 437-469, 2002.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; SALGADO, L. T.; QUEIROZ, D. S.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; MOREIRA, L. M. Adubação nitrogenada e potássica em capim elefante cv. Napier sob pastejo rotativo. **Boletim da Indústria Animal**, v.64, p.149-158, 2007.

FERRAGINE, M. D. C.; MONTEIRO, F. A. Combinação de doses de nitrogênio e potássio na nutrição mineral de capim-braquiária. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v. 56, n. 1, p. 25-33, 1999.

FONSECA, D. M.; SALGADO, L. T.; QUEIROZ, D. S. Produção de leite em pastagem de capim-elefante sob diferentes períodos de ocupação dos piquetes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 848-856, 1998.

FREETLY, H. C. The replacement heifer and the primiparous cow. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1999. p. 241-249.

FUKUSHIMA, R. S.; HATFIELD, R. D. Comparison of the acetyl bromide spectrophotometric method with other analytical lignin methods for determining lignin concentration in forage samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, p. 3713-3720, 2004.

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

GIACOMINI, A. A., SILVA, S. C. D., SARMENTO, D. O. D. L., ZEFERINO, C. V., SOUZA JÚNIOR, S. J., TRINDADE, J. K. D., NASCIMENTO JÚNIOR, D. D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, 66(6), 733-741, 2009

GIMENES, F. M. A.; Da SILVA, S. C.; FIALHO, C. A.; GOMES, M. B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA, M. T. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1977 (Impressa), v. 46, p. 751-759, 2011.

GOMIDE, J. A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação nitrogenada. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 1, 1989. Jaboticabal. **Anais... Jaboticabal: Funep**, p. 237-270, 1989.

GOMIDE, J. A.; COSTA, G. G. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colonião e capim-jaraguá. III Efeitos de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da matéria seca das gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 215-224, 1984.

GOULART, R. S. **Desempenho, características de carcaça d, composição corporal e exigência líquida de crescimento de bovinos Nelore e três cruzamentos bos taurus x nelore**. 2006. 75p. Dissertação (mestrado em ciência animal e pastagem). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2006.

HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advanced Agronomy**, v.49, n.1, p.119-199, 1993.

HODGSON, J., Da SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. SIMPOSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, **Anais...**, Recife: SBZ, 2002.

HODGSON, J. Grazing management – science into practice. **Essex: Longman Scientific & Technical**, 1981, 203p.

HOFFMAN, P. C.; FUNK, D. A. Applied dynamics of dairy replacement growth an management. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2504-2516, 1992.

HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. Toronto: John Wiley & Sons, INC, 1995, 646p.

JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais**. 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KING, J.; SIM, E.; GRANT, S. A. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed ryegrass pastures. **Grass and Forage Science**, v. 39, p. 81-92, 1984.

KLEINSCHMIT, D. H.; SCHMIDT, R. J.; KUNG, L. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 6, p. 2130-2139, 2005.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONTS, T. L. **Plants physiological ecology**. Springer, New York, 1998. 540p.

LANA, R. P.; GOMES JR., P. Sistema de suplementação alimentar para bovinos de corte em pastejo. Validação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 451-459, 2002.

LANNA, D. P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUARIA DE CORTE, 1997. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, p.161-204 1997.

LARA, M. A. S. **Resposta morfofisiológica de cinco cultivares de brachiaria spp. Às variações estacionais de temperatura do ar e do fotoperíodo**. Piracicaba, SP, 2007. 91p. Dissertação (mestrado em ciência animal e pastagem). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

LEMAIRE, E., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I., ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. p.3-36, 1996.

LEMPP, B.; EZEQUIEL, J. M. B.; SANTOS, J. M. Influência das células epidérmicas na fragilidade de lâminas de *Panicum maximum* Jacq.. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. v. 2, p.209-211.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of poor-quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, 3: 27-91. 1990.

LIMA FILHO, R. R.; AGUIAR, G. A. M; TORRES JUNIOR, A. D. 2014. Rentabilidade em 2013 - O agronegócio e o mercado financeiro. **Agroanalysis**, Mar. 2014.

LORETTI, J. Effect of grazing on grass morphology.
<http://www.duke.edu/~jloreti/ecophys/rootdistrib.html>. Consultado em 08/02/2003.

- LUGÃO, S. M. B.; RODRIGUES, L. R. A.; ABRAHÃO, J. J. S., EUCLIDES, B. M., ANIBAL, M. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-006998) adubadas com nitrogênio. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.52, p.371-379, 2003.
- MANARIN, C. A. **Respostas fisiológicas bioquímicas e produtivas do capim-mombaça a doses de nitrogênio**. 2000. 58 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 2nd ed. 889p, 1995.
- MARTHA J. R., G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VIELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perda de Amônia por Volatilização em Pastagem de Capim-Tanzânia Adubada com Ureia no Verão, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 2240-2247, 2004.
- MARTIM, R. A. **Doses de nitrogênio e de potássio para produção composição e digestibilidade dos capins Coastcross 1 e Tifton 85 em um latossolo vermelho-amarelo**. 1997. 109p. Tese (Dissertação- Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- MARTINS, A. S. ZEOULA, L.M., PRADO, I.N., MARTINS, E.N., LOYOLA, V.R. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.
- MATTHEW, C.; GARAY, A. H.; HODGSON, J. Late control spring grazing management of perennial ryegrass swards: effect on sward structure and botanical composition. In: JOINT NZIAS/NZSHS ANNUAL CONFERENCE, 30, 2000, Palmerston, New Zealand: **Agronomy Society Of New Zealand**, 2000. p. 121-127.
- MAYA, F.L.A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem uso da irrigação**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003.
- MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1992.
- MINSON, D. J. Digestibility and voluntary intake by sheep of five *Digitaria* species. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, 24, 494–500, 1984.
- MIRANDA, L. F.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; PEREIRA, E. S.; CAMPOS, J. M. S. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.28, n.3, p.614-620, 1999.
- MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel e interceptação luminosa em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004.

83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004.

MONTEIRO, F. A.; LIMA, S. A. A.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. Adubação potássica em leguminosas e em capim colônia (Panicum maximum Jacq.) adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Boletim de Indústria Animal**, INSTITUTO DE ZOOTECNIA, v. 37, n. 1, p. 127-148, 1980.

MONTEIRO, F. A.; LIMA, S. A. A.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. Adubação potássica em leguminosas e em capim-colônia (Panicum maximum Jacq.) adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Boletim Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 37, p 127-148, 1980.

MULLAHEY, J. J.; WALLER, S. S.; MOORE, K. J.; MOSER, K. J.; KLOPFENSTEIN, T. J. In situ ruminal protein degradation of switchgrass and smooth brome grass. **Agronomy Journal**, v. 84, p. 183-188, 1992.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14. 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba FEALQ, p. 213-251, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: Academic Press, 381p. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 244p 1996.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p. 1 - 33.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. & MANZANO, R.P. Volumosos suplementares na produção de bovinos de corte em pastagens. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: Fealq, 2001 p. 253-275.

ØRSKOV, E.R., MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. **Journal Agriculture Science** (Camb.) 92, 499–503, 1979.

PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Revista Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 357-364, 2002.

PACIULLO, D. S. C. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PARSONS, A. J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M. B.; LAZEMBY, A. (Ed.), **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, 1988. p. 129-177.

PARSONS, J. J. Spread of African pasture grasses of the american tropics. **Journal of Range Manegement**, v. 25, n. 1, p. 12-17, 1972.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.281-287, 2007.

PENATI, M. A. **Estudo do desempenho animal e produção do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jack.) em um sistema rotacionado sob irrigação em três níveis de resíduo pos-pastejo**. 2002. 117p. Tese (doutorado em ciência animal e pastagem). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

PEREIRA, O. G.; GOBBI, K. F.; PEREIRA, D. H. & RIBEIRO, K. G. Conservação de forragens como opção para o manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL SBZ, João Pessoa, PB, **Anais...**, 2006.

PEYRAUD, J. L., COMERON, E. A., WADE, M. H., LEMAIRE, G. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. **Annales de Zootechnie**, 45, 201–217p, 1996.

PEYRAUD, J. L.; ASTIGARRAGA, L. Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. **Animal Feed Science Technology**, Clare, v. 72, n. 3-4, p. 235-259, 1998.

PINTO, J. C., GOMIDE, J. A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em vaso, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

PÖTTER, L.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETTO, C. G. A. Análises econômicas de modelos de produção com novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 861-870, 2000.

PÖTTER, L.; ROCHA, M. G.; ROSO, D.; COSTA, V. G.; GLIENKE, C. L.; ROSA, A. N. Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.5, 2010.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C. Adubação com ureia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 42p, 2001.

PRIOUL, J. L.; BRANGEON, J.; REYSS, A. Interaction between external and internal conditions in the development of photosynthetic features in a grass leaf. I. Regional responses along a leaf during and after low-light or high-light acclimation. **Plant Physiology**, v. 66, p. 762-769, 1980.

QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L. R. A. Valor nutritivo dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com nitrogênio e sob lotação rotacionada. **Acta Scientiarum. Zootechny**, v.28, p.385-392, 2006.

QUADROS, D. G. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubadas com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3 (supl.), p. 1333-1342, 2002.

RAIJ, B. V.; **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres: Patafos, 1991. 343 p.

REGO, F. C. A., CECATO, U., DAMASCENO, J. C., RIBAS, N. P., DOS SANTOS, G. T., MOREIRA, F. B. RODRIGUES, A. M. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) manejado em alturas de pastejo. **Acta Science**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 363- 370, 2003.

RHODES, I. Relationship between structure productivity in herbage grasses and its implications for plant breeding. **Herbage Abstracts**, v. 43, p. 129-133, 1973.

RIBEIRO, K. G. GOMIDE, J. A., PACIULLO, D. S. C. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 2. Valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.6, p.1194-1202, 1999.

RICHARDS, J. H. Physiology of plant recovering from defoliation. In. BAKER, M.J. (Eds.). **Grassland For our world**. SIR Publishing, Wellington, 1993, p. 46-54.

RODRIGUEZ, F. D. **Avaliação da eficiência biológica e econômica de doses crescentes de adubação em pastagens de capim-Marandu e capim-Mombaça durante o verão e outono em sistema de criação de bezerros**. Pirassununga: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 123p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal), 2012.

ROSSI JR., P., SILVA, A. G., WANDERLEY, R. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fração protéica da silagem de milho, do farelo de soja e do sorgo em grão, em bovinos da raça Nelore. Comparação com os dados obtidos pelo CNCPS. **Revista de Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 26(3):599-607, 1997.

SANTOS J. R., MONTEIRO, F. A. Nutrição em nitrogênio do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio e idades de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, v.60, n.1, p.139-146, 2003.

SANTOS, E. D.; PAULINHO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; FONCESA, D. M.; FILHO, S. C. V.; LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho do animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, 2004.

SANTOS, J. H. S. **Proporções de nitrato e amônio na nutrição e produção dos capins Aruana e Marandu**. 2003. 81 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SANTOS, P. M. **Estudo de algumas características agronômica de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. tanzânia e mombaça para estabelecer seu manejo**. 1997. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SARMENTO, D. O. L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SARMENTO, D. O. L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 144f. Tese (Doutorado em

Ciência Animal e Pastagens)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** 2006. 228 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A. Relationship among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. **Journal of Animal Science**, v.32, n.5, p.1964-1970, 1971.

SILVEIRA, C. P. **Mineralização da produção e nutrição mineral do capim-Tanzânia com variável disponibilidade de nitrogênio e cálcio.** 2005. 87f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba 2005.

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, n.11 p. 3562-3577, 1992.

SORIA, L. G. T. **Produtividade de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada.** 2002. 170 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SPAIN, J. M.; SALINAS, J. G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In. Simpósio sobre reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos, Ilhéus, 1984, **Anais...**, 1985. p. 259-299.

STEELE, K. W. Nitrogen losses from managed grasslands. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Ecosystems of the world 17b – Managed grasslands/analytical studies.** Amsterdam: elsevier, 1987. p. 197-204.

STROZZI, G. **Características produtivas, fisiológicas e bromatológicas do capim-marandu sob doses de nitrogênio e pastejo por ovinos.** 2014. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Sunderland: Sinauer Associates, 792 p.1998.

TALLOWIN, J. R. B.; BROOKMAN, S. K. E. Herbage potassium levels in a permanent pasture under grazing. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 209–212, 1998.

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

TRINDADE, J. K.; DA SILVA, S. C.; SOUZA JÚNIOR, S. J.; GIACOMINI, A. A. ; ZEFERINO, C. V. ; GUARDA, V. D. A. ; CARVALHO, P. C. F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu

submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 883-890, 2007.

UNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR. 2014. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php>. Acesso em: 23/02/2015.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B., 1985. Analysis of Forages and Fibrous Foods. **A Laboratory Manual for Animal Science**, p. 613, Cornell University, USA.1985.

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

VAN VUUREN, A. M.; KROL-KRAMER F.; VAN DER LEE R. A; CORBJIN H. Protein digestion and intestinal amino acids in dairy cows fed fresh *Lolium perenne* with different nitrogen contents. **Journal of Dairy Science**, v. 75, 2215–2225, 1992.

VARGAS JÚNIOR, F. M, SANCHEZ, L. M. B., PASCOAL, L. L., OLIVEIRA, M. V. M. D., HAYGERT, I. M. P., FRIZZO, A., MONTAGNER, D. Performance of beef calves fed with different protein sources associated with silage of sorghum harvested in two different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 690-698, 2003.

VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R. W.; ABRUNA, F. Potassium fertilization of intensively managed tropical grasses under humid tropical conditions. **Agronomy Journal**, 54(5):450-3 1962.

VILELA, L. Adubação na recuperação e na intensificação da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21, 2004. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, p. 425-472, 2004.

WATTIAUX, M. A.; MERTENS, D. R.; SATTER, L. D. Effect of source and amount of fiber on kinetics of digestion and specific gravity of forage particles in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3872- 3883, 1991.

WEDIN, D. A. C4 Grasses: Resource use, ecology, and global change. In: MOSER, L. E. Burson (Ed.). Sollenberger L.E. **Warm-season (C4) grasses**. Madison, WI: ASA/CSSA/SSSA. p. 15-50. 2004

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico 100**, Campinas: Fundação IAC, 1996. p.263-274.

WHITEHEAD, D. C. **Nutrient elements in grassland: soilplant relationships**. Wallingford: CAB International, 2000.

WHITNEY, A.S. Grow of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under clipping. Effect of nitrogen fertilization, cutting interval and season on yields and forage characteristics. **Agronomy Journal**, v.66, p.281-287, 1974.

WILES, P. G.; GRAY, I. K.; KISSLING, R. C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, v.81, p.620-632, 1998.

WILLIAMS, C.B .; BENNETT, G. L.; KEELE, J. W. Simulated influence of post weaning production system on performance of different biological types of cattle. II. Carcass composition, retail product and quality. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 674-681, 1995.

WILSON, D. B.; McGUIRE, W. S. Effets of clipping and nitrogen on competition between three pasture species. **Canadian Journal of Plant science**, v. 41, p. 631-642, 1961.

WILSON, J. R., JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. Organization of forage plant tissues. Forage cell wall structure and digestibility. In: (Ed.) Madison: American Society of Agronomy, **Crop Science Society of America, Soil Science Society of America**, p. 1-32,1993.

WILSON, J. R. **Enviromental and nutritional factors affescting herbage quality**. In HACKER, J.b. (Ed) Nutritional limits to animal production from pastures. Sta. Lucia: Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 111-31, 1982.

WILSON, J. R. The influence of aerial environment, nitrogen suplly, and ontogenetical changes on the chemical composition and digestibility of *Panicum maximum* Jacq. var. *trichoglume* Eyles. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, Collingwood, v. 24, n. 4, p. 543-556, 1973.

WILSON, J.R.; D.R. MERTENS. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. **Crop Science**, v.35, p. 251-259, 1995.